Air Solar
SOLUTIONS
UNE MARQUE DU GROUPE AIRWELL

# *Manuel opération et maintenance*

## MODULE PV
## PV-500W-BC-FB

**GROUPE AIRWELL**
10, rue du Fort de Saint Cyr - 78180 Montigny le Bretonneux - France
**Service après-vente et qualité :** Téléphone : +33 01 76 21 82 94 - Email : service@airwell.com
www.airwell.com

LONGi

PV MODULE

# OPERATION ET MAINTENANCE MANUEL

Ce manuel est destiné à tous les modules PV LONGi

LONGi

LONGi Solar Technologie Co., Ltd.

# SOMMAIRE


**Introduction** ---- 03

**Clause de non-responsabilité** ---- 03

**1 Connaissances de base et notes de sécurité sur l'opération et la maintenance des modules PV** ---- 04

**1.1 Définitions de l'opération et de la maintenance** ---- 04

**1.2 Introduction de base aux modules PV** ---- 04

**1.3 Notes de sécurité sur O&M** ---- 07

1.3.1 Sécurité électrique des modules PV ---- 07

1.3.2 Sécurité de fonctionnement des modules PV ---- 07

**2 Guide de travail des O&M pour les modules PV** ---- 08

**2.1 Inspection des modules PV** ---- 08

2.1.1 Inspection régulière des modules PV ---- 08

2.1.2 Test régulier des modules PV ---- 10

2.1.3 Principaux éléments d'inspection pour différents environnements d'installation --- 13

**2.2 Nettoyage des modules PV** ---- 14

2.2.1 Exigences relatives à l'eau de nettoyage et au détergent ---- 14

2.2.2 Exigences relatives aux outils ou équipements de nettoyage ---- 15

2.2.3 Notes sur le processus de nettoyage ---- 16

2.2.4 Méthodes de nettoyage recommandées ---- 16

2.2.5 Exigences particulières en matière de nettoyage environnemental ---- 17

2.2.6 Inspection après nettoyage ---- 18

**2.3 Nettoyage des ombrages des modules PV** ---- 19

2.3.1 Exigences relatives au nettoyage des ombrages ---- 19

2.3.2 Inspection après le nettoyage des ombrages ---- 19

**3 Gestion des modules non fonctionnels** ---- 20

**3.1 Module défectueux** ---- 20

**3.2 Module non défectueux** ---- 20

**4 Révision et date** ---- 20

# Introduction

**Tout d’abord, merci beaucoup d’avoir choisi les modules PV LONGi.**

Ce manuel fournit une description détaillée de l’opération et de la maintenance (ci-après dénommés O&M) des modules PV LONGi. Ce manuel peut être utilisé par les propriétaires et les personnes chargées de l’exploitation et de la maintenance des systèmes photovoltaïques. Veuillez vous référer attentivement aux informations et exigences pertinentes contenues dans ce manuel lors de la maintenance des modules LONGi. Le contenu de ce manuel comprend l’inspection quotidienne des modules sur site pendant le fonctionnement de la centrale photovoltaïque, le nettoyage des modules, le nettoyage des ombrages et la gestion des modules non fonctionnels et d’autres exigences et suggestions. Les suggestions contenues dans ce manuel visent à améliorer la sécurité des modules dans le processus d’exploitation et de maintenance, et elles ont été testées et vérifiées dans la pratique.

Tout le contenu de ce manuel est la propriété intellectuelle de LONGi provenant de l’exploration technique depuis plusieurs dizaines d’années et de l’accumulation d’expérience de LONGi. Le droit d’interprétation final de ce manuel appartient à LONGi. LONGi se réserve le droit de modifier le manuel du produit, le manuel d’opération et maintenance, ou le manuel d’installation sans préavis. Nous vous recommandons de consulter régulièrement notre site web : www.longi.com pour la dernière version de ce manuel d’opération et maintenance.

# Clause de non-responsabilité

Ce manuel ne constitue pas des conditions et termes de garantie, ni une description explicite, ni une implication. Aucune stratégie d’indemnisation n’est prévue pour les pertes, les dommages aux modules et toutes autres dépenses engagées directement causées par l’installation, l’exploitation, l’utilisation et la maintenance du module. LONGi Solar n’est pas responsable de toute violation des droits de brevet ni des droits de tiers, qui pourraient être causés par l’opération et la maintenance du module.

01

Module PV

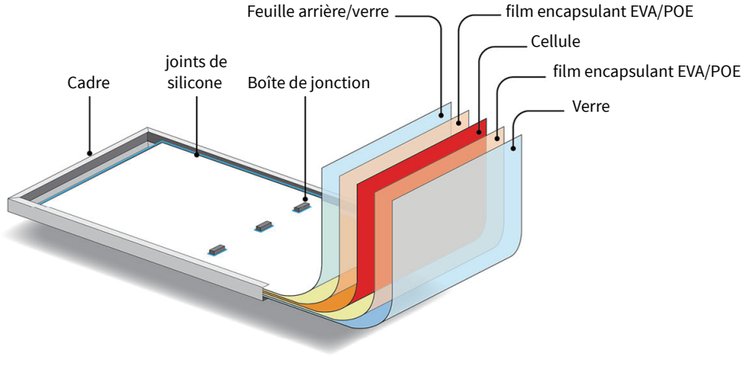
# Connaissances de base et notes de sécurité sur l’opération et la maintenance des modules PV

## 1.1 Définitions de l’opération et de la maintenance

Dans une centrale photovoltaïque, les modules photovoltaïques sont les principales unités de production d’énergie, c’est-à-dire les dispositifs qui convertissent directement l’énergie solaire en énergie électrique. L’exploitation des modules PV a un impact significatif sur la production d’électricité et les revenus de l’ensemble de la centrale. La méthodologie appropriée d’opération et de maintenance des modules PV permet de diagnostiquer rapidement les pannes potentielles et de ralentir l’expansion des risques, permettant ainsi de maintenir des performances de production d’énergie stables pendant toute la durée de vie. En outre, après chaque opération d’exploitation et de maintenance, il est recommandé de conserver des registres d’opération et de maintenance afin de fournir des données historiques à l’appui de l’exploitation à long terme de la centrale électrique.

## 1.2 Introduction de base aux modules PV

Les modules PV sont principalement composés de huit matériaux : cellules, film encapsulant (EVA/POE), feuille arrière (monofaciale), verre, ruban/barre omnibus, cadre, boîte de jonction et joints de silicone.




Composants du module PV



Le circuit interne des modules à cellules demi-coupés peut être simplifié comme suit :

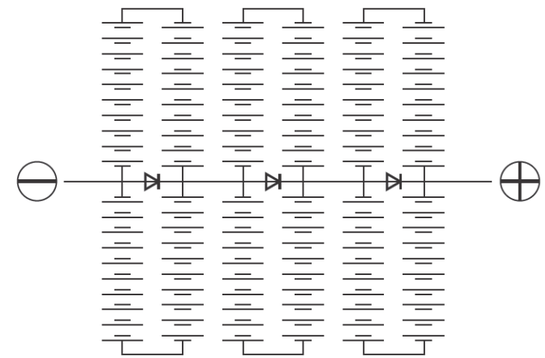
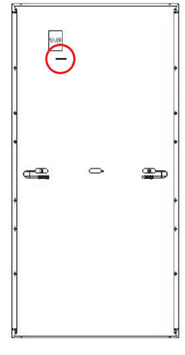


Schéma de connexion électrique du module

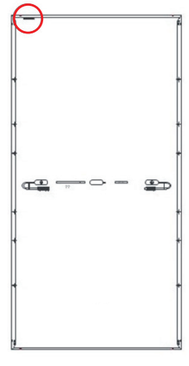
Il existe 3 types d’étiquettes apposées sur chaque module, la plaque signalétique, l’étiquette de classification actuelle et le code-barres, fournissant les informations suivantes :

**(1) Plaque signalétique :** Généralement fixée à l’arrière du module, la plaque signalétique du module monofacial est rectangulaire et la plaque signalétique du module bifacial est sous forme de ruban ; elle affiche les paramètres du module, notamment le type de produit, la puissance nominale, le courant nominal, la tension nominale, la tension en circuit ouvert, le courant de court-circuit dans des conditions de tests standards, le marquage de la certification, la tension maximale du système et d’autres informations.

Exemple de plaque signalétique



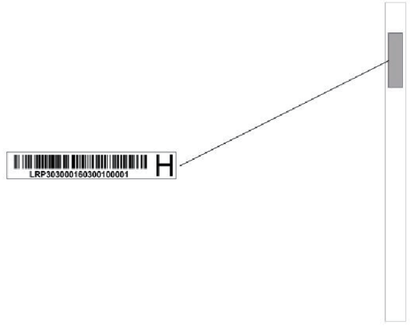
Position de la plaque signalétique pour un module mono facial



Position de la plaque signalétique pour un module bifacial

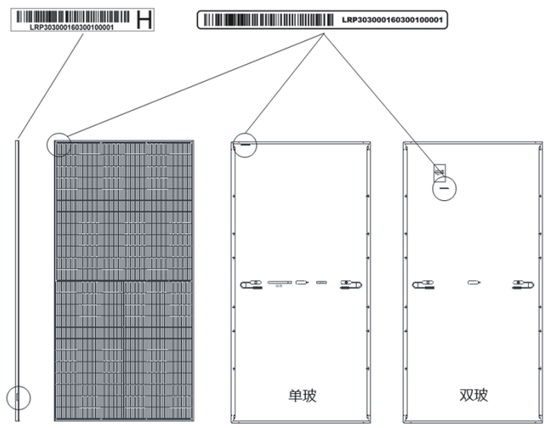
**(2) Étiquette de classification du courant :** généralement fixé sur le côté long du cadre du module ; la puissance du module est classifié par intervalle de 5W. Pour chaque intervalle de puissance, le courant est divisé en 3 niveaux, H représente le courant de plage élevée, M représente le courant de plage moyenne et L représente le courant de plage basse. Le meilleur état de fonctionnement des modules est qu'ils soient de même puissance et de même niveau de courant et connectés dans la même chaîne.

Position actuelle de l'étiquette de classification




**(3) Code-barres :** Chaque module possède un numéro de série unique. Ce numéro de série est imprimé sur le code-barres et placé dans le module avant le processus de lamination, et ne peut pas être déchiré ou maculé après cette même étape. De plus, le même numéro de série peut être trouvé à proximité de la plaque signalétique du module ou à l'arrière du module et sur le côté long du cadre.

Position des codes à barres






## 1.3 Notes de sécurité sur O&M

L'opération et la maintenance des modules PV doivent être basées sur le manuel d'installation, la garantie, la fiche technique du module, les normes de certification des modules PV, etc. Veuillez respecter la réglementation nationale et locale, la conformité et les normes de l'industrie, y compris les lois sur la sécurité de la production, les lois sur la protection de l'environnement, les normes nationales et les spécifications électriques. Veuillez assurer la sécurité des travaux et des systèmes de modules photovoltaïques.

### 1.3.1 Sécurité électrique des modules PV

**(1)** Les modules PV sont des dispositifs d'alimentation DC, qui génèrent du courant continu dans des conditions de lumière, et la tension de chaque module est généralement supérieure à 36 V. La tension maximale peut atteindre des centaines jusqu'à 1 500 volts après une connexion en série et en parallèle, et accompagnée d'un courant important. Même en cas de faible ensoleillement, le réseau a toujours une tension très élevée et tout appareil pouvant être connecté au système présente un risque de fuite électrique. Par conséquent, avant l'opération et la maintenance du module, vous devez vérifier s'il existe des enregistrements anormaux du système et analyser s'il existe un risque potentiel de fuite électrique. Avant l'O&M, un stylo de test est également nécessaire pour détecter le cadre du module, le support et la surface du module afin d'éliminer le risque potentiel de fuite électrique. Il est recommandé de prendre des mesures de protection appropriées (gants isolants, chaussures isolantes, etc.) pour éviter tout contact direct avec une tension continue de 30 V ou plus (une tension continue de 30 V ou plus peut être mortelle) afin d'assurer la sécurité des personnes.

**(2)** Les modules PV ne disposent pas d'interrupteur, peuvent être arrêtés qu'en évitant la lumière du soleil ou en les protégeant avec du tissu, du carton ou des matériaux complètement opaques.

**(3)** Afin d'éviter les risques d'arc électrique et de choc électrique. Veuillez ne pas débrancher la connexion électrique lorsqu'il y a une charge. Des connexions incorrectes peuvent également provoquer des arcs électriques et des décharges électriques. Les connecteurs doivent être conservés secs et propres pour garantir leur bon fonctionnement. N'insérez pas d'autres objets conducteurs dans le connecteur et n'effectuez pas de connexions électriques de quelque autre manière que ce soit.

**(4)** Si le verre du module ou d'autres matériaux d'étanchéité sont endommagés, veuillez porter des équipements de protection individuelle (EPI), puis isolez les modules du circuit. Il est strictement interdit de toucher les modules humides, à moins de porter un équipement antichoc électrique répondant aux exigences.

### 1.3.2 Sécurité de fonctionnement des modules PV

**(1)** Il y a des bords dans le support ou le cadre du module. Par conséquent, le personnel d'opération et de maintenance doit porter des vêtements de protection et des casques appropriés pour éviter les blessures. Évitez les crochets, les sangles, les extrémités de fil et autres pièces qui peuvent facilement s'emmêler dans les vêtements ou les outils que vous portez.

**(2)** Il est strictement interdit de transporter les modules via la boîte de jonction ou les câbles.

**(3)** Ne vous tenez pas debout et ne marchez pas sur les modules.

**(4)** Ne tentez pas de démonter le module, d'enlever la plaque signalétique ou des composants des modules.

**(5)** Ne peignez pas et n'appliquez aucun autre adhésif sur les modules.

**(6)** Ne pas provoquer de dommage ou éraflure sur la feuille arrière/la vitre arrière des modules.

**(7)** Ne pas percer des trous sur le cadre du module sans autorisation. Cela impacterait la protection contre la corrosion et la résistance à la charge mécanique du cadre, ce qui invaliderait la garantie limitée du module solaire LONGi.

**(8)** Ne pas réparer les modules problématiques sans autorisation.

**(9)** Les modules doivent être connectés dès que possible après l'installation, ou au moins des mesures appropriées doivent être prises pour se protéger des entités d'objets étrangers. Tel que l'humidité, la poussière et l'invasion d'organismes dans le connecteur, ce qui peut entraîner un dysfonctionnement ou des dommages au connecteur.

02

Module PV

# Guide de travail des O&M pour les modules PV

## 2.1 Inspection des modules PV

Le réseau PV doit être inspecté régulièrement pour vérifier si les modules PV sont anormaux, et l'anomalie doit être traitée à temps. Si la centrale électrique est équipée d'une plate-forme de surveillance intelligente, il est recommandé d'effectuer quotidiennement des inspections intelligentes du côté du système pour se concentrer sur l'analyse de l'état de fonctionnement des modules. S'il y a une anomalie dans la tension, le courant ou la puissance de sortie d'une branche (l'écart entre le courant ou la tension d'une branche et le courant ou la tension moyen des autres branches dans les mêmes collecteurs de combinaison dépasse 5 % ; dans les mêmes conditions, la puissance de sortie/le rendement énergétique d'un collecteur de combinaison est inférieur à 15 % de celui des autres collecteurs de combinaison dans le même onduleur), il doit alors être inspecté et traité à temps.

Il est recommandé d'effectuer une inspection complète des modules au cours du premier mois de fonctionnement d'essai, puis au moins une inspection complète tous les six mois par la suite. Si des conditions anormales (telles que des conditions météorologiques anormales ou des activités humaines, etc.) se produisent, les modules doivent être inspectés à temps. Si l'équipe d'opération et de maintenance de la centrale électrique et l'intégrateur système disposent de réglementations pertinentes en matière de gestion professionnelle de l'opération et de la maintenance de la centrale électrique, il est recommandé de les respecter strictement.

### 2.1.1 Inspection régulière des modules PV

Avant l'inspection, des dispositifs de protection de sécurité tels que des gants isolants et des bottes isolantes doivent être portés. Les éléments d'inspection régulières et recommandés sont répertoriés comme suit. Si d'autres défauts connexes sont détectés lors du déroulement de l'inspection, ils doivent également être inclus dans le périmètre de l'inspection.

**(1) Les éléments d'inspection régulières sont énumérés comme suit.**

**a.** Contrôle de l'apparence des modules PV : Par inspection visuelle, le cycle d'inspection recommandé est de 1 fois/mois (la fréquence d'inspection peut être augmentée en fonction de la situation du projet).

| situations et/ou fonctionnements anormaux | Mesures de prévention et de traitement |
|---|---|
| Ombre sur la surface du module | Inspection et nettoyage réguliers. Lorsque la saleté à la surface du module recouvre la couleur primaire des cellules, le module doit être nettoyé conformément à la section 2.2. S'il y a des obstructions autour du module, l'obstruction doit être nettoyée conformément à la section 2.3. |
| Perte du panneau d'avertissement de choc électrique | Vérifiez régulièrement et recollez le panneau s'il est perdu. |
| Câble endommagé ou trempé | 1. Vérifiez et connectez régulièrement les câbles conformément aux dessins. Fixez les câbles au cadre ou au support avec des serre-câbles, afin d'éviter que les câbles ne tombent dans la zone d'accumulation d'eau, et d'éviter les morsures d'animaux et le pincement et la traction des câbles.<br>2. En général, si le câble est endommagé, il y aura des défauts d'isolation ou de courant et de tension. La plate-forme de surveillance peut être utilisée pour identifier la position de la sous-chaîne/zone et effectuer une inspection sur site.<br>3. Si le câble du module est endommagé, marquez le module anormal et consultez rapidement le service client de LONGi pour obtenir de l'aide. |
| Échauffement, endommagement, pollution, trempage ou corrosion des connecteurs | 1. Lors de l'opération et de la maintenance, s'il s'avère que les connecteurs sont desserrés, il se peut que les modules n'aient pas été connectés sur site immédiatement après le déballage, de sorte que les connecteurs ont été envahis par des impuretés ou des sédiments, de l'eau et d'autres polluants.<br>2. Les câbles doivent être fixés au cadre ou au support par des serre-câbles pour éviter que les connecteurs ne tombent dans les zones d'accumulation d'eau.<br>3. Il est interdit d'utiliser des substances contenant des alcanes, telles que l'essence, les lubrifiants de nettoyage, les revitalisants électroniques, etc., en contact avec les connecteurs.<br>4. Vérifiez soigneusement les connecteurs. S'ils sont desserrés, veuillez les rétablir avec une bonne connexion ; si les connecteurs sont pollués, corrodés ou endommagés, ils doivent être remplacés à temps.<br>5. En général, il y aura des défauts d'isolation ou de courant et de tension en cas de défaillance du connecteur, et la plate-forme de surveillance peut être utilisée pour identifier la position de la sous-chaîne/zone et effectuer une inspection sur site. |
| Déformation, torsion, fissure ou brûlure de la boîte de jonction | 1. Vérifiez régulièrement les boîtes de jonction pour éliminer l'exposition directe au soleil et évitez de tremper dans des zones gorgées d'eau telles que les flaques d'eau, évitez de serrer et de tirer les boîtes de jonction ; vérifiez les installations de protection contre la foudre et la connexion à la terre pour vous assurer qu'il n'y a pas d'anomalie.<br>2. Vérifiez la surface des modules pour vous assurer qu'aucune saleté ne recouvre la couleur primaire des cellules. Un ombrage à long terme entraînera une anomalie de la boîte de jonction.<br>3. Il est interdit de mettre en contact des substances contenant des alcanes, telles que l'essence, les lubrifiants de nettoyage, les revitalisants électroniques, etc., avec les boîtes de jonction.<br>4. En général, il y aura des défauts d'isolation ou de courant et de tension en cas de défaillance de la boîte de jonction, et la plate-forme de surveillance peut être utilisée pour identifier la position de la sous-chaîne/zone et effectuer une inspection sur site.<br>5. Si la boîte de jonction est endommagée, marquez les composants anormaux et consultez rapidement le service client LONGi pour obtenir de l'aide. |
| Desserrage des attaches | 1. Lors de l'installation des modules, suivez les recommandations pertinentes du manuel d'installation.<br>2. Vérifiez régulièrement si les boulons et les colliers sont bien serrés. Avant et après des conditions météorologiques extrêmes, il est recommandé de vérifier les boulons/colliers desserrés.<br>3. Pour des zones de vents violents des boulons anti-desserrage doivent être utilisés pour éviter le desserrage. |
| Déformation du cadre | 1. Adoptez la méthode d'installation appropriée en fonction de la charge réelle sur le site du projet ; renforcez la gestion du site du projet pour éviter que les modules ne se cognent.<br>2. Une légère déformation n'affecte pas l'installation et l'utilisation des modules ; marquez-les et continuez à les utiliser ; par contre une déformation grave peut affecter l'installation, la sécurité et le rendement, veuillez marquer les modules anormaux et consulter rapidement le service client de LONGi pour obtenir de l'aide. |
| Fissure du cadre | 1. Vérifiez que les modules sont installés conformément aux recommandations pertinentes du manuel d'installation.<br>2. Vérifiez régulièrement si les boulons et les colliers sont bien serrés. Avant et après des conditions météorologiques anormales, il est recommandé de vérifier s'il y a des problèmes tels que le desserrage des boulons/colliers, la déformation des modules et les fissures des cadres.<br>3. Pour les projets avec vent fort, l'installation des modules peut être encore renforcée en utilisant simultanément des pinces et des boulons.<br>4. Si les cadres sont fissurés et les modules ne peuvent pas être utilisés, marquez les modules anormaux et consultez le service client LONGi pour obtenir de l'aide. |
| Corrosion du cadre | 1. Pour les projets sujets à la corrosion tels que le bord de mer et la surface de l'eau, lors de l'installation, utilisez des métaux équipotentiels ou des rondelles en caoutchouc pour éviter la corrosion électrochimique entre différents métaux.<br>2. SiLe cadre est corrodé, marquez les modules anormaux et consultez le service client LONGi pour obtenir de l'aide. |
| Bris de verre | 1. Renforcer la gestion du chantier pour éviter les collisions entre les modules. Si le verre est brisé, les modules doivent être remplacés.<br>2. Attention spéciale après l'installation : Évitez les risques potentiels de fissuration du verre causés par l'enroulement du sable et du gravier lors de l'inspection, de l'utilisation et de l'entretien des véhicules ; évitez également les éclaboussures d'objets durs tels que du sable et du gravier lors de l'utilisation d'une tondeuse à gazon pour le désherbage.<br>3. S'il y a des zones d'activité ornithologique fréquentes autour du projet, il est nécessaire d'empêcher les oiseaux de lancer des objets à haute altitude et de briser les vitres<br>4. Si le verre est cassé mais avec aucune indication d'impact évidente, marquez les modules anormaux et consultez le service client LONGi pour obtenir de l'aide. |
| Égratignure de la feuille arrière | Renforcer la gestion du site du projet pour éviter les collisions entre les modules. Si la feuille arrière est rayée, les modules doivent être remplacés ou consulter le service client LONGi pour obtenir de l'aide. |

**b.** Autres inspections des modules PV : la fréquence d'inspection peut être augmentée en fonction de la situation du projet.

| Type d'inspection | Méthode d'inspection | Cycle d'inspection | Description anormale | Prévention & Mesures de traitement |
|---|---|---|---|---|
| Dépannage des modules | Avertissement de la plateforme de surveillance | Visualisation en temps réel et traitement rapide | Dans les mêmes conditions, l'écart entre le courant ou la tension d'une branche et le courant ou la tension moyen des autres branches des mêmes collecteurs combinés dépasse 5 % ; la puissance de sortie/le rendement énergétique d'un collecteur combiné est inférieur à 15 % de celui des autres collecteurs combinés du même onduleur. | 1. En général, si le courant ou la tension sont anormaux, la plate-forme de surveillance peut être utilisée pour identifier la position de la sous-chaîne/zone et effectuer une inspection sur site.<br>2. Si c'estle problème dans (a), traitez-le selon la description ; s'il s'agit d'un autre problème, marquez les modules anormaux et consultez rapidement le service client de LONGi pour obtenir de l'aide. |

## 2.1.2 Test régulier des modules PV

Les centrales électriques conditionnelles peuvent être équipées d'équipements de test professionnels tels qu'un testeur de caractéristiques de module PV, une pince ampèremétrique DC, un multimètre, un testeur de résistance d'isolement, un thermomètre infrarouge, une caméra thermique infrarouge, etc. Il est généralement conseillé de planifier des tests réguliers par échantillonnage sur la température de fonctionnement et des tests d'isolement des modules PV.

| Type d'inspection | Méthode d'inspection | Cycle d'inspection | Description anormale | Prévention & Mesures de traitement |
|---|---|---|---|---|
| Température de fonctionnement | Images infrarouges thermiques | Semestriel | L'irradiation doit être ≥ 600W/m2, la vitesse du vent ≤2m/s. La différence entre la température haute et basse des cellules d'un même module est ≥ 30°C | 1. Vérifiez s'il y a une ombre sur la surface des modules. Lorsque la saleté à la surface du module recouvre la couleur primaire des cellules, le module doit être nettoyé conformément à la section 2.2. S'il y a des obstructions autour du module, l'obstruction doit être nettoyée conformément à la section 2.3.<br>2. S'il y a toujours une surchauffe après avoir retiré l'ombre du module, marquez le module anormal et consultez le service client LONGi pour obtenir de l'aide. |
| Test d'isolation | Testeur de résistance d'isolement | Semestriel | La tension d'essai est la tension du système. Si l'objet de test est une chaîne, lorsque les électrodes positive et négative sont court-circuitées, la résistance d'isolement à la terre, positive à la terre et négative à la terre est inférieure à 1 M Ω ; si l'objet de test est un module unique, pour les modules d'une surface inférieure à 0,1 m2, la résistance d'isolement est inférieure à 400 MΩ ; pour les modules d'une surface supérieure à 0,1 m2, la résistance d'isolement mesurée multipliée par la surface du module est inférieure à 40 MΩ.m$^2$ | 1. En général, si le courant ou la tension sont anormaux, la plate-forme de surveillance peut être utilisée pour identifier la position de la sous-chaîne/zone et effectuer une inspection sur site.<br>2. Confirmez la précision de la mesure de l'appareil de test et si celui-ci est calibré ; vérifiez la connexion (le terminal haute tension est connecté au circuit interne du module, et le terminal basse tension est connecté au châssis).<br>3. Si le module présente une défaillance d'isolation, marquez le module anormal et consultez le service client LONGi pour obtenir de l'aide.<br>4. Vérifiez si cela est dû à une défaillance du système, par exemple s'il y a un contact direct entre le câble cassé et le support, si la valeur initiale de la résistance d'isolement de l'onduleur est trop élevée, etc. |

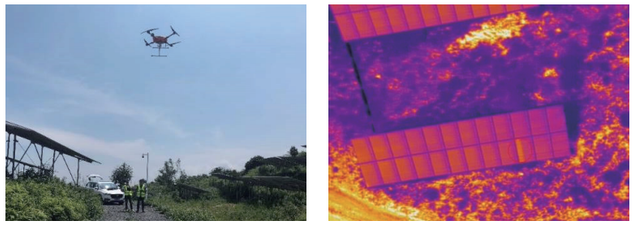


**(1) Description du test de température de fonctionnement**

Le test d'imagerie thermique infrarouge est généralement utilisé pour déterminer si les modules présentent des points chauds locaux et des problèmes de température élevée. Si les centrales électriques utilisent une caméra thermique infrarouge portative, en fonction de l'ampleur des projets, il est recommandé que le taux d'échantillonnage soit : Les systèmes distribués domestiques peuvent être entièrement inspectés ; 30 MW et moins peuvent être échantillonnés selon 1 % ; 30 MW à 100 MW peuvent être échantillonnés selon 0,5 % ; 100 MW et plus peuvent être échantillonnés selon 0,2 % ; Élargissez le taux d'échantillonnage lorsqu'un grand nombre de modules défectueux sont détectés lors d'une inspection aléatoire. Pour les projets à grande échelle, des drones professionnels dotés de fonctions d'imagerie thermique infrarouge peuvent également être achetés pour accélérer l'inspection.

Test d'imagerie thermique infrarouge portable

Test d'imagerie thermique infrarouge par drone



Les exigences suivantes doivent être respectées pendant le test :

(a) Conditions de test : La centrale électrique doit être connectée au réseau, et l'irradiation doit être ≥ 600 W/m2, la vitesse du vent ≤ 2 m/s.

(b) Méthode de test : l'objectif est dirigé vers le module testé ; les points de capture dynamiques de haute et basse température doivent tous tomber sur la zone cellulaire du même module.

(c) Analyses des résultats:

① Pour le test d'imagerie thermique infrarouge du drone, à ce stade, seule la détermination de la température anormalement élevée du module peut être obtenue et la différence de température ne peut pas être déterminée davantage. Il est nécessaire de rechercher davantage le module problématique et d'utiliser une caméra thermique infrarouge portable pour tester plus précisément la différence de température à une courte distance.

② Si la différence entre la température haute et basse des cellules est ≥ 30 °C, vous pouvez considérer qu'il y a des points chauds.

③ S'il y a un échauffement anormal dans la boîte de jonction et le connecteur, il est nécessaire de vérifier si la boîte de jonction et le connecteur sont gonflés ou mal connectés.

④ Si l'ensemble de la série de modules génère de la chaleur, un multimètre peut être utilisé pour tester la tension ouverte des modules afin de confirmer si les modules sont anormaux.

**(2) Description du test d'isolation**

Le testeur de résistance d'isolement est généralement utilisé pour déterminer si les modules présentent une défaillance d'isolement. En général, si le courant ou la tension sont anormaux, la plate-forme de surveillance peut être utilisée pour identifier la position de la sous-chaîne/zone et effectuer une inspection sur site.

(a) Méthode d'essai :

① Connexion du circuit : Raccordez le compteur « E » au châssis ou à la terre ; raccordez le compteur « L » au circuit testé ; raccordez le compteur « G » à l'anneau de protection qui a été utilisé pour éliminer les effets de fuite de la résistance de surface de la boucle testée.

② Sélectionnez l'échelle de mesure du testeur : Changez la plage de résistance sur la plage souhaitée ou passez de la plage MΩ à la plage GΩ. Si le compteur émet une alarme en continu, cela signifie que la résistance mesurée est trop faible et doit être mesurée dans une plage inférieure.

③ Enregistrez la valeur de résistance : Enregistrez la valeur de résistance en fonction de l'affichage. Après la sortie haute tension, le temps est signalé à 15 secondes, 60 secondes et toutes les 60 secondes, ce qui est pratique pour l'opérateur à enregistrer.

(b) Analyses des résultats :

La tension d'essai est la tension du système. Si l'objet de test est une chaîne, lorsque les électrodes positive et négative sont court-circuitées, la résistance d'isolement à la terre, positive à la terre et négative à la terre ne doit pas être inférieure à 1 MΩ ; si l'objet de test est un module unique, pour les modules d'une surface inférieure à 0,1 m2, la résistance d'isolement ne doit pas être inférieure à 400 MΩ ; pour les modules d'une surface supérieure à 0,1 m2, la résistance d'isolement mesurée multipliée par la surface du module ne doit pas être inférieure à 40 MΩ.$m^2$.

Testeur de résistance d'isolement



## 2.1.3 Principaux éléments d'inspection pour différents environnements d'installation

Pour différents environnements d'installation, il est nécessaire de se concentrer sur les inspections suivantes. Pour les mesures spécifiques de prévention et de traitement des éléments d'inspection, veuillez vous référer au tableau ci-dessous :

| Type de projet | Caractéristiques du projet | Élément d'inspection recommandé | Méthode d'inspection | Cycle d'inspection |
|---|---|---|---|---|
| Projet de toiture distribuée | En raison de la faible hauteur du module par rapport au toit, l'espace entre les modules et le toit est limité, et la capacité des modules à ventiler et à dissiper la chaleur est limitée. | Ombre sur la surface du module | inspection visuelle | 1 fois/mois |
| | | Anomalies des câbles, connecteurs et boîtes de jonction | inspection visuelle | 1 fois/mois |
| | | Température de fonctionnement | Image thermique infrarouge | 1 fois par semestre |
| | | Test d'isolation | Testeur de résistance d'isolement | 1 fois par semestre |
| | | Dépannage des modules | Avertissement de la plateforme de surveillance | Visualisation en temps réel et traitement rapide |
| montagne, bord de mer | Les modules sont exposés à des vents forts. | Ombre sur la surface du module | inspection visuelle | 1 fois/mois |
| | | Desserrage des attaches | inspection visuelle | 1 fois/mois |
| | | Déformation ou fissure du cadre | inspection visuelle | 1 fois/mois |
| | | si le câble est solidement fixé | inspection visuelle | 1 fois/mois |
| | | casse du verre, rayure de la feuille/verre arrière du module | inspection visuelle | 1 fois/mois |
| | | Température de fonctionnement | Image thermique infrarouge | 1 fois par semestre |
| | | Dépannage des modules | Avertissement de la plateforme de surveillance | Visualisation en temps réel et traitement rapide |
| Surface de l'eau, flottant, bord de mer | L'humidité ambiante est élevée et les pièces métalliques sont sensibles à la corrosion. | Ombre sur la surface du module | inspection visuelle | 1 fois/mois |
| | | Anomalies des câbles, connecteurs et boîtes de jonction | inspection visuelle | 1 fois/mois |
| | | Corrosion du cadre | inspection visuelle | 1 fois/mois |
| | | Test d'isolation | Testeur de résistance d'isolement | 1 fois par semestre |
| | | Dépannage des modules | Avertissement de la plateforme de surveillance | Visualisation en temps réel et traitement rapide |
| Zones où les orages et les éclairs sont fréquents | Les activités de tonnerre et d'éclairs sont fréquentes. | Anomalies des boîtes de jonction | inspection visuelle | 1 fois/mois |
| | | Test d'isolation | Testeur de résistance d'isolement | 1 fois par semestre |
| | | Dépannage des modules | Avertissement de la plateforme de surveillance | Visualisation en temps réel et traitement rapide |
| Zones fréquentes de sable et de poussière flottantes | Zones fréquentes de sable et de poussière flottantes. | Desserrage des attaches | inspection visuelle | 1 fois/mois |
| | | Déformation ou fissure du cadre | inspection visuelle | 1 fois/mois |
| | | Si le câble est solidement fixé | inspection visuelle | 1 fois/mois |
| | | Bris de verre, éraflure de la feuille/verre arrière du module | inspection visuelle | 1 fois/mois |
| | | Test d'isolation | Testeur de résistance d'isolement | 1 fois par semestre |
| | | Dépannage des modules | inspection visuelle | Visualisation en temps réel et traitement rapide |

## 2.2 Nettoyage des modules PV

Pendant le fonctionnement du module, l'obstruction par la poussière, les excréments d'oiseaux, la glace et la neige réduiront la puissance de sortie et une obstruction partielle peut même provoquer des points chauds. Les modules doivent donc être nettoyés régulièrement.

### 2.2.1 Exigences relatives à l'eau de nettoyage et au détergent

**(1)** L'eau domestique municipale peut être utilisée pour le nettoyage des modules PV. Si d'autres sources d'eau sont utilisées, les exigences suivantes doivent être respectées :

(a) PH : 6 ~ 8

(b) Chlorure ou salinité : 0-1000 mg/L

(c) Turbidité : 0-30 NTU

(d) Conductance spécifique : ≤3000 μs/cm

(e) Total des solides dissous : ≤1000 mg/L

(f) Dureté de l'eau : 0-450 mg/L

Il n'est pas recommandé d'utiliser de l'eau à forte teneur en minéraux, car les minéraux contenus dans l'eau se déposeront sur la surface du verre après une utilisation à long terme, ils s'accumuleront progressivement et provoqueront un changement de l'apparence des verres et une diminution de sa transmittance qui peut encore réduire la production d'énergie du module.

**(2)** La différence de température entre l'eau et le module ne doit pas dépasser 10°C. Ne nettoyez pas le module lorsque la température ambiante est inférieure à 5°C pour éviter le gel et la fissuration du verre.

**(3)** Lors de l'utilisation d'un débit d'eau sous pression pour le nettoyage, la pression de l'eau sur la surface du module ne doit pas dépasser 0,7 Mpa.

**(4)** Les détergents, tels que les produits de nettoyage commerciaux pour vitres, l'alcool et le méthanol, peuvent être utilisés que lorsque le module ne peut pas être nettoyé avec de l'eau. N'utilisez pas de poudre abrasive, de produit de nettoyage abrasif, de produit de nettoyage de lavage, de produit de polissage, d'hydroxyde de sodium, de benzène, de diluant nitro, d'acide ou d'alcali et d'autres substances chimiques. La zone de nettoyage doit être rincée avec l'eau requise ci-dessus lors de l'utilisation d'un agent détergent.

**(5)** N'utilisez pas de vapeur ni de réactifs chimiques corrosifs pour accélérer le nettoyage.

**(6)** Veuillez contacter l'équipe du service après-vente Longi si vous devez utiliser des produits chimiques de nettoyage dans des conditions météorologiques extrêmes et/ou des environnements complexes.

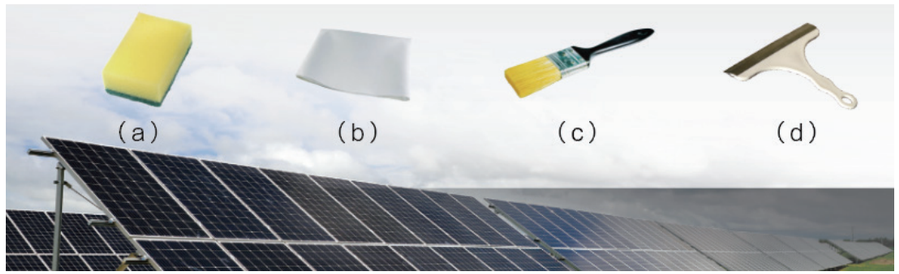


### 2.2.2 Exigences relatives aux outils ou équipements de nettoyage

**(1)** Pendant le processus de nettoyage, il est recommandé de porter des gants de nettoyage pour éviter les traces de doigts ou autres saletés sur le verre. Ne touchez pas la surface du verre à mains nues sans gants.

**(2)** N'utilisez pas d'outils ni de matériaux susceptibles de rayer la surface des modules, tels que des lames, du fil à récurer et d'autres outils métalliques ou autres matériaux abrasifs.

**(3)** Différents matériaux en mousse souple, tissus non tissés, balais, éponges souples, brosses souples et brosses dont le diamètre du fil de nylon est de 0,06 à 0,1 mm peuvent être utilisés. Si l'éponge illustrée dans la figure suivante (a) est utilisée pour nettoyer les modules, évitez d'utiliser la surface dure de l'éponge pour le nettoyage.




**(4)** Les modules LONGi peuvent être nettoyés avec un équipement de nettoyage automatique. Pendant le processus de nettoyage, les exigences relatives à l'utilisation d'équipements de nettoyage automatique doivent être respectées et les modules doivent être protégés contre les dommages. Si vous avez des doutes sur des dommages potentiels sur les modules avec l'équipement de nettoyage automatique, vous pouvez consulter le personnel du service client de LONGi.

## 2.2.3 Notes sur le processus de nettoyage

**(1)** L'arrière du module bifacial doit être nettoyé, et il n'est pas recommandé de nettoyer l'arrière du module monofacial.

**(2)** Lors du nettoyage des modules PV, ne pas éclabousser les câbles avec de l'eau. Assurez-vous que les connecteurs sont propres et secs pour éviter les risques de choc électrique et d'incendie.

**(3)** Pour éviter tout risque de choc électrique, ne nettoyez pas les modules photovoltaïques dont le verre est brisé ou dont les câbles sont exposés.

**(4)** Ne marchez pas sur les modules lors du nettoyage.

**(5)** Il est strictement interdit de nettoyer l'obstruction dans des conditions météorologiques extrêmes de vent fort, de fortes pluies ou de fortes chutes de neige, et il est nécessaire de remplacer les modules qui pourraient être endommagés par des outils ou des opérations inappropriées.

**(6)** Lors du retrait de la neige sur la surface du module PV, utilisez une serpillère pour enlever délicatement toute la neige. Eviter le phénomène de « partiellement enneigé et partiellement sans neige » sur les modules PV. Ne pas forcer le nettoyage du givre et de la neige pour éviter d'endommager la surface en verre du module.

**(7)** Après le nettoyage, la surface en verre du module PV doit être exempte de poussière et de saleté.

## 2.2.4 Méthodes de nettoyage recommandées

**(1) Temps de nettoyage**

Le nettoyage des modules doit être effectué tôt le matin, par temps de brouillard, de nuit ou de pluie (irradiation recommandée ≤200W/m2). Le nettoyage du matin ou du dépoussiérage doit être effectué à un moment où le soleil est faible (il est recommandé de nettoyer les modules lorsque l'onduleur n'a pas démarré). Empêchez les ombres artificielles de provoquer des points chauds sur le panneau photovoltaïque.

Lors des jours nuageux ou pluvieux, la lumière du soleil pénètre la fine couche nuageuse et les modules génèrent de la tension. Il est nécessaire de prêter attention à la sécurité du personnel pour prévenir tout danger.

**(2) Cycle et zone de nettoyage**

Étant donné que les centrales photovoltaïques à grande échelle occupent une grande surface, que le nombre de modules est important et que le temps approprié pour les opérations de nettoyage est court chaque jour, les travaux de nettoyage des centrales photovoltaïques doivent être planifiés et exécutés en fonction de la zone spécifique, de manière à utiliser le moins de main-d'œuvre possible pour terminer les travaux de nettoyage de la centrale photovoltaïque. La répartition des zones de travaux de nettoyage doit être effectuée en fonction de la structure électrique de la centrale photovoltaïque et, en même temps, il convient de veiller à ce que chaque travail de nettoyage puisse couvrir tous les modules connectés à plusieurs boîtiers de combinaison et onduleurs.

Pour le cycle de nettoyage, le client doit évaluer la fréquence de nettoyage du module en fonction de la situation réelle du projet :

a) Dans les zones pluvieuses, il est recommandé de nettoyer au moins une fois tous les 40 à 50 jours ; dans les zones sèches avec peu de pluie, il est recommandé de nettoyer au moins une fois tous les 20 à 30 jours.



b) Il est recommandé de nettoyer l'arrière du module bifacial au moins une fois par semestre.

c) Lorsque le module/la cellule est partiellement masqué par la saleté, le module doit être nettoyé.

**(3) Processus de nettoyage**

Il est recommandé d'effectuer les travaux de nettoyage de routine en trois étapes : premier balayage, deuxième grattage et troisième lavage.

Étape 1 : Balayer

Un chiffon sec (sans objets durs) ou un chiffon doux et propre doit être utilisé pour éliminer la poussière déposée et les feuilles tombées sur la surface du module. S'il n'y a pas d'autres dépôts sur la surface du module et que le module a été nettoyé conformément à cette étape, les étapes suivantes ne sont pas nécessaires.

Étape 2 : Gratter

Si des objets étrangers durs tels que de la terre, des excréments d'oiseaux, des branches et des feuilles de plantes, etc. sont étroitement attachés aux modules, ils doivent être nettoyés avec un chiffon non tissé ou une brosse et n'utilisez pas d'objets durs pour gratter cette zone. Ne forcer pas le grattage, retirez simplement les objets étrangers.

Étape 3 : Nettoyage

S'il y a des taches sur la surface des modules, telles que des excréments d'oiseaux, des jus de plantes, etc., ou si l'humidité de l'air est trop élevée et que la poussière est difficile à éliminer, les modules doivent être nettoyés. Après avoir pulvérisé l'eau de nettoyage sur la zone contaminée, utilisez une brosse pour nettoyer en même temps. S'il y a des substances huileuses, de l'alcool peut être appliqué sur la zone contaminée et une brosse est nécessaire une fois que la solution a pénétré les contaminants. S'il reste de la saleté qui ne peut pas être enlevée, vous pouvez utiliser un détergent commercial pour vitres et utiliser un chiffon non tissé pour le nettoyer.

Les modules bifaciaux sans cadre utilisent généralement les mêmes méthodes de nettoyage que les modules courants. Cependant, comme il n'y a pas de cadre autour d'eux, il est nécessaire de prendre pleinement en compte la déformation causée par les contraintes externes pendant le processus de nettoyage et d'essayer d'éviter les actions à grande échelle pour éviter d'endommager le module ou de provoquer un incident de sécurité.

Étant donné que l'arrière du module PV bifacial peut également générer de l'énergie, il est également suggéré de nettoyer l'arrière du module, et la méthode de nettoyage est la même que celle de l'avant. Du point de vue de la sécurité, il est recommandé de terminer l'opération de mise hors tension avant de nettoyer l'arrière du module bifacial ; lors du nettoyage de l'arrière du module bifacial, ne lavez pas directement la boîte de jonction avec de l'eau et assurez-vous que le connecteur est propre et sec.

## 2.2.5 Exigences particulières en matière de nettoyage environnemental

**(1) Neige accumulée**

Les modules LONGi peuvent supporter de fortes charges de neige (se référer au manuel d'installation). Si vous devez enlever la neige pour augmenter la puissance de sortie, veuillez utiliser des outils qui n'endommageront pas la surface du module, comme une brosse, une serpillère ou un souffleur, et retirez délicatement toute la neige pour éviter l'apparition de « partiellement enneigé et partiellement sans neige » sur le module PV. N'utilisez pas d'eau chaude pour nettoyer les modules PV, car une chaleur et un froid inégaux endommageront gravement les modules PV. Veuillez ne pas essayer de retirer la neige ou la glace gelée sur le module pour éviter d'endommager la surface en verre du module.

**(2) Zones arides et sans pluie**

Dans les zones arides et sans pluie, le sable et la poussière sont susceptibles de s'accumuler sur toute la surface du module, comme le montre la figure ci-dessous. La fréquence de nettoyage doit être évaluée en fonction de l'accumulation de poussière. Si le module/la cellule est partiellement masqué par la saleté, le module doit être nettoyé. Pour les petites centrales électriques, un nettoyage manuel peut être utilisé pour nettoyer selon les étapes de nettoyage ci-dessus. Pour les centrales électriques à grande échelle, des véhicules de nettoyage haute pression peuvent être utilisés afin d'éliminer la poussière, ou un équipement de nettoyage automatique approuvé par LONGi peut également être utilisé pour le nettoyage.

**(3) Zones humides et pluvieuses**

Dans les zones humides et pluvieuses, la surface supérieure du module peut être maintenue propre dans une certaine mesure avec l'eau de pluie, mais une petite quantité d'eau et de saleté est susceptible de rester sur le bord inférieur du module. Ce phénomène est particulièrement évident dans l'installation de la scène distribuée toit/usine avec un petit angle d'inclinaison, comme le montre la figure ci-dessous. Dans ce cas, l'accumulation prolongée d'eau sur le bord inférieur du module corrodera la surface du verre et le blindage inégal du bord inférieur du module provoquera un échauffement anormal dans la zone. Veuillez augmenter la fréquence de nettoyage en fonction de la situation réelle. Si le module/la cellule est partiellement masqué par la saleté, le module doit être nettoyé.

### 2.2.6 Inspection après nettoyage

**(1)** Visuellement, l'apparence générale des modules est propre, brillant et sans taches.

**(2)** Il n'y a aucune rayure évidente sur la surface du module.

**(3)** Il n'y a aucune fissure évidente à la surface du module.

**(4)** Il n'y a aucune inclinaison ni flexion du support du module après le nettoyage.

**(5)** Les modules ne subissent aucun dommage, tel que du verre brisé, une feuille arrière cassée, un cadre tordu ou déformé, des câbles endommagés, des connecteurs déconnectés ou cassés et des boîtes de jonction endommagées.

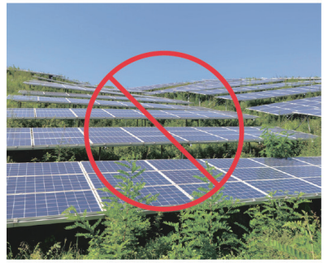
**(6)** Vérifiez la qualité du nettoyage grâce au moniteur de production d'énergie.



## 2.3 Nettoyage des obstructions des modules PV

### 2.3.1 Exigences relatives au nettoyage des obstacles

**(1)** Pendant le fonctionnement des modules, il ne doit y avoir aucun facteur environnementaux qui projette des ombres sur le module et bloque les modules, sinon cela provoquera des points chauds sur le module, ce qui entraînera une réduction significative de la puissance de sortie. Un ombrage à long terme entraînera des risques pour la sécurité et endommagera le module et les cellules en raison de points chauds permanents. En général, il y a beaucoup de végétation dans les centrales électriques de montagne, et des modules ombrés par la végétation sont susceptibles d'apparaître. Si une telle situation se présente pendant le processus d'opération et de maintenance, veuillez la nettoyer à temps.


L'ombre de la végétation

accumulation de feuilles sèches

**(2)** Lors du processus de nettoyage de l'obstruction, il est nécessaire de respecter les lois nationales, les réglementations locales et les normes de l'industrie, y compris la loi sur la sécurité de la production, la loi sur la protection de l'environnement, les normes nationales et les codes de l'énergie, etc., afin de garantir la sécurité des personnes et des systèmes de modules photovoltaïques, et de protéger l'environnement.

**(3)** Si des inhibiteurs de végétation sont utilisés pour la pulvérisation, les contenus ne doivent pas contenir de composants corrosifs ou oxydants pour les modules et le système, et les contenus doivent éviter tout contact avec le module.

**(4)** Il est strictement interdit de nettoyer l'obstruction dans des conditions météorologiques extrêmes de vent fort, de fortes pluies ou de fortes chutes de neige, et il est nécessaire de remplacer les modules qui pourraient être endommagés par des outils ou des opérations inappropriées.

**(5)** Les obstacles dégagés doivent être retirés de la zone du parc photovoltaïque pour être éliminés.

**(6)** Lors du nettoyage de l'abri ou de la végétation, il est nécessaire d'éviter l'écrasement des modules qui pourraient affecter la stabilité de la fondation sur pieux et de la colonne.

### 2.3.2 Inspection après le nettoyage des obstructions

**(1)** Visuellement, la surface de réception de la lumière du module n'est pas ombrée et le module bifacial doit faire l'objet d'une attention particulière pour garantir que l'arrière n'est pas également ombrée.

**(2)** La végétation doit être à 5 cm sous le bord le plus bas du module.

**(3)** Les obstacles sur le site sont nettoyés et les modules PV ne sont pas endommagés.

# 03 Gestion des modules non fonctionnels

Pendant le fonctionnement du module PV, si le module tombe en panne, il est classé en fonction de la responsabilité du défaut, et les deux méthodes suivantes peuvent être utilisées :

## 3.1 Module défectueux

Pendant la période de garantie des modules, pour les problèmes causés par les défauts des modules, avant le démontage et la manipulation, vous devez contacter immédiatement LONGi ou le distributeur des modules pour fournir les informations suivantes afin d'être mis en relation avec un service après-vente :

(a) Nom du client

(b) Description détaillée

(c) Preuves matérielles, y compris des photos ou des données

(d) Le numéro de série du module concerné

(e) Preuve d’achat

(f) Type de module

(g) L’emplacement du module

LONGi fournira des suggestions et des solutions conformément à la garantie limitée correspondante.

## 3.2 Défaillance non liée au module

Lorsque les modules ne peuvent pas être utilisés normalement en raison d’une cause externe ou d’un choc électrique externe, vous devez cesser immédiatement d’utiliser ces modules, puis consulter votre ingénieur d’installation système pour les remplacer par des modules aux performances similaires. Vous pouvez vous-même mettre au rebut ces modules de ces manières :

(a) Suivez les exigences des lois et réglementations locales et contactez une organisation qualifiée pour le traitement inoffensif afin de recycler et de manipuler ces modules.

(b) Si votre zone est couverte par le champ d’activité de PV Cycle, vous pouvez les contacter pour traitement.

Révision et date

Janvier 2024, version 02

Air Solar
SOLUTIONS
UNE MARQUE DU GROUPE AIRWELL

**GROUPE AIRWELL**
10, rue du Fort de Saint Cyr - 78180 Montigny le Bretonneux - France
**Service après-vente et qualité :** Téléphone : +33 01 76 21 82 94 - Email : service@airwell.com
www.airwell.com