Ensky Solar

ÉDITION 1 · NOVEMBRE 2026



MANUEL D'INSTALLATION ET D'UTILISATION

# Panneaux solaires ENSKY

ES-100 · ES-180 · ES-200 · ES-300 · ES-400 · ES-450 · ES-500 · ES-575 · ESM-PMB6-70SDC

**ENSKY Solar** · 117 rue des Manguiers, Bali — Douala, Cameroun

Établi d'après les données du constructeur. À conserver près de l'installation.

# Sommaire

Ce manuel couvre les modèles ES-100 · ES-180 · ES-200 · ES-300 · ES-400 · ES-450 · ES-500 · ES-575 · ESM-PMB6-70SDC. Lisez entièrement les consignes de sécurité avant toute intervention.


| | | |
|---|---|---|
| 01 | À propos de ce manuel | 3 |
| 02 | Consignes de sécurité | 3 |
| 03 | Présentation | 4 |
| 04 | Installation | 6 |
| 05 | Utilisation | 11 |
| 06 | Caractéristiques techniques | 14 |
| 07 | Dépannage | 17 |
| 08 | Contacter ENSKY Solar | 19 |


Ce manuel a été établi par ENSKY Solar à partir des données techniques du constructeur. En cas de différence, les indications de l'étiquette signalétique de l'appareil font foi.

Édition 1 · novembre 2026. Version à jour et fiches techniques de chaque référence : enskysolar.cm/documents/

# 01 À propos de ce manuel

## Objet

Ce manuel décrit la manutention, l'installation, le raccordement, la mise en service, l'entretien et le dépannage des panneaux solaires (modules photovoltaïques) distribués par ENSKY Solar. Lisez attentivement ce manuel avant toute installation et toute utilisation. Conservez ce manuel pour vous y référer ultérieurement.

## Portée

Ce manuel s'applique aux modules suivants :

- gamme ES, modules monocristallins : ES-100, ES-180, ES-200, ES-300, ES-400, ES-450, ES-500 et ES-575 ;
- sous-gamme QUAD ULTRA, modules bifaciaux N-type : ESM-PMB6-70SDC, décliné en six puissances de 675 à 700 W (ESM675 à ESM700).

Il fournit des consignes de sécurité, d'installation et de raccordement, des conseils d'utilisation et d'entretien, les caractéristiques techniques de chaque modèle et un tableau de dépannage.

Les valeurs chiffrées proviennent des données techniques du constructeur. Les conseils qui n'y figurent pas sont des recommandations de bonne pratique d'ENSKY Solar. Lorsqu'une information n'est pas publiée par le constructeur, ce manuel le signale : reportez-vous alors à l'étiquette signalétique du module ou à l'assistance technique d'ENSKY Solar.

Un module photovoltaïque ne fonctionne jamais seul. Ce manuel ne remplace pas les manuels du contrôleur de charge, de l'onduleur et de la batterie auxquels les modules sont raccordés : leurs limites de tension et de courant s'imposent lors du dimensionnement du champ photovoltaïque.

# 02 Consignes de sécurité

> ⚠ **AVERTISSEMENT**
>
> Ce chapitre contient des consignes de sécurité et d'utilisation importantes. Lisez ce manuel et conservez-le pour vous y référer ultérieurement.

1. Avant d'installer ou d'utiliser les modules, lisez toutes les instructions et tous les marquages de mise en garde figurant sur le module, sur son étiquette signalétique et sur l'emballage, ainsi que toutes les sections concernées de ce manuel et des manuels des équipements raccordés.
2. **AVERTISSEMENT** – Un module exposé à la lumière est toujours sous tension. Il produit une tension continue dès qu'il reçoit de la lumière, même faible, et même lorsqu'il est débranché de l'installation. Un module ne possède pas d'interrupteur : pour réduire cette tension pendant une intervention, masquez entièrement sa face avant avec un matériau opaque, ainsi que sa face arrière pour un module bifacial QUAD ULTRA. Même masqué, considérez toujours le module comme sous tension.
3. **AVERTISSEMENT** – Les tensions des modules montés en série s'additionnent. Une chaîne de modules peut présenter une tension continue mortelle. Le raccordement électrique est réservé à un électricien qualifié, formé aux installations photovoltaïques.
4. **AVERTISSEMENT** – En courant continu, un arc électrique ne s'éteint pas de lui-même. Il peut provoquer des brûlures graves et un incendie. Ne débranchez **jamais** un connecteur en charge : arrêtez d'abord le contrôleur

ou l'onduleur, ouvrez le sectionneur CC, puis vérifiez l'absence de courant avant de séparer les connecteurs.

5. Ne touchez pas les parties métalliques des connecteurs et n'y introduisez aucun objet. Travaillez avec des outils isolés, des gants isolants et des lunettes de protection. Retirez bagues, montre et bracelets.
6. **ATTENTION** – Ne reliez jamais directement entre elles les bornes positive et négative d'un module ou d'une chaîne. La mesure du courant de court-circuit se fait uniquement avec un appareil prévu à cet effet, par un personnel qualifié.
7. **AVERTISSEMENT** – Le montage sur une toiture ou sur une structure élevée expose à une chute mortelle. Ce travail est réservé à des personnes formées et équipées contre les chutes (harnais, ligne de vie, échafaudage). Ne marchez jamais sur un module ni sur une toiture fragile. N'intervenez pas sous la pluie, par vent fort ou par temps d'orage.
8. **AVERTISSEMENT** – Un module dont le verre est fissuré ou brisé reste sous tension. Par temps humide, il présente un risque de choc électrique, et ses éclats de verre peuvent couper. Ne le touchez pas à mains nues, masquez-le, faites-le déconnecter en sécurité par un électricien qualifié et remplacez-le. Ne tentez jamais de réparer un module.
9. **ATTENTION** – Les modules sont lourds et offrent une grande prise au vent. Manipulez-les à deux, avec des gants, en les tenant par le cadre. Ne les portez jamais par la boîte de jonction ou par les câbles. Ne les laissez pas tomber, ne les posez pas sur un angle et ne posez rien sur le verre.
10. Ne démontez pas le module, n'ouvrez pas la boîte de jonction, ne percez pas et ne modifiez pas le cadre, et ne retirez pas l'étiquette signalétique. Toute modification peut créer un risque de choc électrique, d'infiltration d'eau ou d'incendie.
11. Ne concentrez pas artificiellement la lumière sur un module (miroir, lentille). N'installez pas les modules à proximité de gaz ou de vapeurs inflammables.
12. **ATTENTION** – Ne dépassez jamais la tension d'entrée maximale du contrôleur ou de l'onduleur, ni la tension système maximale du module. Ne mélangez pas des modèles différents dans une même chaîne. Respectez les règles de la section « Raccordement électrique ».
13. INSTRUCTIONS DE MISE À LA TERRE – Reliez les cadres des modules et la structure métallique à une terre permanente, conformément à la réglementation locale. Ne reliez à la terre ni le pôle positif ni le pôle négatif du champ photovoltaïque, sauf si le manuel de l'équipement raccordé l'exige.
14. **ATTENTION** – Les orages sont fréquents au Cameroun. Une bonne mise à la terre et un parafoudre côté PV réduisent le risque de destruction des équipements raccordés (recommandation ENSKY).
15. N'intervenez pas avec les mains mouillées. Tenez les enfants et les animaux à l'écart du chantier, des modules et des câbles.
16. **AVERTISSEMENT** – En cas d'incendie, les modules exposés à la lumière restent sous tension, même sectionneur CC ouvert. Si vous pouvez le faire sans danger, arrêtez le contrôleur ou l'onduleur et ouvrez le sectionneur CC, puis éloignez-vous. Prévenez les pompiers qu'une installation photovoltaïque est présente et que ses câbles CC restent sous tension. Ne touchez ni les modules ni les câbles endommagés par le feu.

## 03 Présentation

Les panneaux solaires ENSKY sont des modules photovoltaïques (PV). Ils convertissent la lumière du soleil en électricité à courant continu (CC). Ils alimentent un contrôleur de charge ou un onduleur hybride, qui charge une batterie et alimente les appareils. Ce manuel couvre deux familles de modules :

- **Gamme ES** : modules monocristallins à cellules de 182 mm, de 100 à 575 W, avec cadre en aluminium anodisé et boîte de jonction IP67.

- **QUAD ULTRA** (ESM-PMB6-70SDC) : modules bifaciaux N-type à cellules en shingle, de 675 à 700 W. Leur face arrière capte aussi la lumière réfléchie par le sol, avec un gain arrière pouvant atteindre +25 %. Usage recommandé : centrales au sol et grandes toitures industrielles.

## Caractéristiques

### Gamme ES

- Cellules en silicium monocristallin de 182 mm
- Huit puissances, de 100 W (ES-100) à 575 W (ES-575)
- Structure verre et film EVA, cadre en alliage d'aluminium anodisé
- Boîte de jonction IP67 équipée de 3 diodes by-pass
- Charge mécanique admissible : 5 400 Pa en face avant, 2 400 Pa en face arrière
- Tolérance de puissance : ± 3 %

### QUAD ULTRA

- Silicium monocristallin N-type, cellules en shingle assemblées par collage à basse température, en disposition haute densité (fiche constructeur)
- Module bifacial : gain arrière jusqu'à +25 % selon l'albédo du sol et la hauteur de montage
- Six puissances, de 675 à 700 W, avec les mêmes dimensions et la même technologie
- Verre avant trempé de 2,0 mm, cadre en profilé d'aluminium anodisé
- Boîte de jonction IP68 à trois diodes, câble de 4 mm² de longueur personnalisable
- Tension système maximale : 1 500 V CC ; calibre de fusible série : 30 A
- Charge mécanique admissible : 5 400 Pa en face avant, 2 400 Pa en face arrière
- Résistance à la grêle : grêlon de 25 mm à 23 m/s
- Température de service : -40 à +85 °C
- Dégradation induite par la lumière (LID) limitée par le silicium N-type, et pertes dues à l'ombrage réduites par la disposition des cellules en parallèle (fiche constructeur)

## Architecture de base du système

Un module seul ne suffit pas à alimenter des appareils. Les équipements suivants sont nécessaires pour obtenir un système complet en fonctionnement :

1. Les modules, raccordés en série pour former une chaîne et, si nécessaire, en plusieurs chaînes identiques raccordées en parallèle : c'est le champ photovoltaïque (champ PV).
2. Les protections côté courant continu : sectionneur CC, fusibles de chaîne lorsque plusieurs chaînes sont en parallèle, parafoudre.
3. Un contrôleur de charge solaire ou un onduleur hybride doté d'une entrée PV.
4. Une batterie, raccordée au contrôleur ou à l'onduleur.
5. Les appareils, alimentés par l'onduleur ou par le contrôleur.

La tension du champ dépend du nombre de modules en série, son courant du nombre de chaînes en parallèle. Le contrôleur ou l'onduleur exploite la puissance du champ et régule la charge de la batterie, qui stocke l'énergie pour la nuit et les périodes peu ensoleillées.

Ne raccordez jamais un module directement à une batterie ou à un appareil : passez toujours par un contrôleur de charge ou un onduleur adapté. Le nombre de modules en série et en parallèle dépend des limites d'entrée de cet équipement ; il est expliqué à la section « Raccordement électrique ». Consultez votre intégrateur système ou ENSKY Solar pour d'autres architectures possibles selon vos besoins.

### Vue d'ensemble du produit

Les modules de la gamme ES et les modules QUAD ULTRA ont la même architecture générale. Le tableau suivant décrit leurs éléments.

ÉLÉMENTS D'UN MODULE

| Élément | Gamme ES | QUAD ULTRA |
|---|---|---|
| Face avant | Verre ; cellules encapsulées dans un film EVA | Verre trempé de 2,0 mm |
| Cellules | Silicium monocristallin, cellules de 182 mm | Silicium monocristallin N-type, cellules en shingle, 345 (69 × 5) ; module bifacial |
| Cadre | Alliage d'aluminium anodisé | Profilé d'aluminium anodisé |
| Boîte de jonction | Au dos du module ; IP67, 3 diodes by-pass | Au dos du module ; IP68, trois diodes |
| Câbles de sortie | Un câble positif (+) et un câble négatif (-) munis de connecteurs ; section et type de connecteur : voir l'étiquette signalétique ou l'assistance technique d'ENSKY Solar | Câbles de 4 mm², longueur personnalisable, munis de connecteurs ; type de connecteur : voir l'étiquette signalétique ou l'assistance technique d'ENSKY Solar |
| Étiquette signalétique | Au dos du module : référence et caractéristiques électriques du module. Gardez-la propre et lisible. | |

Les diodes by-pass de la boîte de jonction permettent au courant de contourner un groupe de cellules ombré ou défaillant. Elles limitent la perte de production et l'échauffement local, mais ne les suppriment pas : un ombrage partiel réduit toujours la production.

> **REMARQUE**
> Les caractéristiques électriques exactes de votre module figurent sur son étiquette signalétique. En cas de différence entre l'étiquette et ce manuel, contactez l'assistance technique d'ENSKY Solar avant tout raccordement.

## 04 Installation

### Déballage et contrôle

Avant l'installation, inspectez chaque module. Assurez-vous que rien n'est endommagé à l'intérieur de l'emballage.

1. Contrôlez l'état de l'emballage à la livraison. Signalez tout carton écrasé, percé ou mouillé au transporteur et à ENSKY Solar.
2. Ouvrez l'emballage en suivant les marquages du carton. Sortez les modules à deux, en les tenant par le cadre.

3. Vérifiez que la référence portée sur l'étiquette signalétique correspond à votre commande.
4. Examinez le verre, le cadre, la boîte de jonction, les câbles et les connecteurs : aucun éclat, fissure, déformation ou câble entaillé ne doit être visible.
5. Laissez les capuchons de protection sur les connecteurs jusqu'au raccordement.

Les données du constructeur ne précisent pas le contenu de l'emballage ni la quincaillerie de fixation éventuellement fournie. Vérifiez la livraison avec votre bon de commande et demandez à ENSKY Solar ce qui est livré avec les modules. Un carton complet de modules QUAD ULTRA se manutentionne avec un engin de levage adapté, jamais à la main.

> ⚠ **ATTENTION**
>
> N'installez jamais un module endommagé, même légèrement. Un verre fêlé ou une boîte de jonction fissurée laisse entrer l'humidité et crée un risque de choc électrique et d'incendie. Mettez le module de côté et contactez ENSKY Solar.

Ne laissez pas un module déballé au soleil avec ses connecteurs exposés : il produit déjà une tension. Gardez les modules en attente de pose à l'abri, dans leur emballage.

### Choix de l'emplacement

Le Cameroun est situé dans l'hémisphère nord. Tenez compte des points suivants avant de choisir l'emplacement d'installation :

- Orientez la face avant des modules vers le sud.
- Choisissez un emplacement sans ombre à toutes les heures de la journée et en toutes saisons : arbres, bâtiments, poteaux, antennes, réservoirs d'eau, autres rangées de modules. L'ombre portée sur une partie d'un seul module réduit la production de toute la chaîne.
- Tenez compte de la croissance de la végétation et des constructions prévues à proximité.
- Donnez aux modules une inclinaison qui favorise l'écoulement de l'eau de pluie et le nettoyage naturel du verre. L'angle d'inclinaison adapté à votre site n'est pas fixé par le constructeur : demandez-le à l'assistance technique d'ENSKY Solar.
- Laissez circuler l'air sous et derrière les modules. La puissance d'un module baisse quand sa température monte : le coefficient de température de Pmax du QUAD ULTRA est de -0,34 %/°C ; il n'est pas publié pour la gamme ES.
- Prévoyez un accès sûr pour l'inspection et le nettoyage.
- Évitez les emplacements où l'eau stagne, les zones exposées aux fumées et aux projections, et la proximité de matériaux inflammables.
- Vérifiez que la toiture ou le sol et la structure supportent le poids des modules (voir le chapitre « Caractéristiques techniques ») et les efforts du vent.
- En bord de mer, l'air salin accélère la corrosion. Les données du constructeur ne mentionnent pas de tenue au brouillard salin : demandez conseil à ENSKY Solar et inspectez plus souvent la structure et les connecteurs.

**Modules bifaciaux QUAD ULTRA :** le gain arrière, jusqu'à +25 %, dépend de l'albédo du sol (sa capacité à réfléchir la lumière) et de la hauteur de montage. Un sol clair et une hauteur de montage suffisante augmentent ce gain. Évitez de placer des poutres, des rails ou des câbles derrière les cellules : ils ombragent la face arrière.

## Montage mécanique

> **AVERTISSEMENT**
>
> Le montage expose à une chute de hauteur et à la chute de modules. Travaillez au moins à deux, équipés contre les chutes, et n'intervenez pas par vent fort.

Les modules de la gamme ES et les modules QUAD ULTRA admettent les mêmes charges mécaniques :

**CHARGES MÉCANIQUES ADMISSIBLES**

| Face | Charge maximale |
|---|---|
| Face avant (pression) | 5 400 Pa |
| Face arrière (soulèvement) | 2 400 Pa |

La structure de support doit être dimensionnée par un professionnel pour les vents du site, de façon que ces charges ne soient jamais dépassées. Tenez compte des points suivants :

- Utilisez une structure rigide, plane et résistante à la corrosion, prévue pour des modules photovoltaïques.
- Fixez le module uniquement par son cadre, par les trous de fixation du cadre ou par des brides de serrage. Les positions de fixation, les zones de serrage admises et le couple de serrage ne sont pas publiés par le constructeur : demandez-les à l'assistance technique d'ENSKY Solar ou suivez les indications du fabricant de la structure.
- Ne percez pas le cadre et ne le déformez pas. Une structure gauchie tord le module et peut fissurer le verre ou les cellules.
- Utilisez une visserie en acier inoxydable. Évitez le contact direct entre l'aluminium du cadre et un autre métal, comme le cuivre ou l'acier non protégé : il provoque une corrosion galvanique.
- Laissez un espace entre modules voisins pour la dilatation et l'écoulement de l'eau.
- Laissez un espace libre derrière les modules pour la ventilation. La boîte de jonction ne doit toucher ni la structure ni la toiture.
- Ne marchez pas sur les modules et ne posez pas d'outils sur le verre.

Suivez les étapes ci-dessous pour monter les modules :

1. Vérifiez que la structure est solidement ancrée, plane et raccordée à la terre (voir la section « Mise à la terre du cadre »).
2. Posez le module sur la structure, face avant vers le ciel, sans le faire glisser ni le poser sur ses angles.
3. Placez les fixations aux emplacements indiqués par ENSKY Solar ou par le fabricant de la structure, puis serrez-les au couple prescrit.
4. Vérifiez que le module ne bouge pas et qu'il est aligné avec ses voisins. Pour le QUAD ULTRA, tenez compte de la tolérance générale de ± 2 mm sur les dimensions indiquée par le constructeur.
5. Attachez les câbles à la structure avec des colliers résistants aux UV, sans traction ni pli serré, à l'écart des arêtes coupantes. Les connecteurs ne doivent ni pendre ni reposer dans l'eau.

## Raccordement électrique

> ⚠ **AVERTISSEMENT**
>
> Tous les raccordements doivent être réalisés par un électricien qualifié.
>
> Masquez les modules avec un matériau opaque pendant le raccordement. Gardez le sectionneur CC ouvert et le contrôleur ou l'onduleur arrêté jusqu'à la fin des contrôles de mise en service.

### Montage en série et en parallèle

Les modules se raccordent en série pour augmenter la tension et en parallèle pour augmenter le courant :

**EFFET DU MONTAGE SUR LA TENSION ET LE COURANT DU CHAMP**

| Montage | Raccordement | Tension | Courant |
|---|---|---|---|
| En série (chaîne) | Borne + d'un module vers la borne - du module suivant | Les tensions des modules s'additionnent | Égal au courant d'un module |
| En parallèle | Chaînes identiques reliées + avec + et - avec - | Égale à la tension d'une chaîne | Les courants des chaînes s'additionnent |

Respectez les règles suivantes :

- Dans une même chaîne, utilisez uniquement des modules de la même référence. En série, le module qui fournit le moins de courant limite le courant de toute la chaîne. Par exemple, l'ES-180 et l'ES-200 ont les mêmes dimensions mais pas le même courant : ne les mélangez pas.
- Les chaînes raccordées en parallèle sur une même entrée doivent comporter le même nombre de modules de la même référence.
- La tension à circuit ouvert (Voc) de la chaîne, c'est-à-dire le nombre de modules en série multiplié par la Voc d'un module, augmentée par temps froid (voir ci-dessous), ne doit jamais dépasser :
  - la tension d'entrée PV maximale du contrôleur ou de l'onduleur, indiquée dans son manuel ;
  - la tension système maximale du module : 1 500 V CC pour le QUAD ULTRA. Pour la gamme ES, cette valeur n'est pas publiée : reportez-vous à l'étiquette signalétique ou à l'assistance technique d'ENSKY Solar.
- La tension au point de puissance maximale (Vmp) de la chaîne doit rester dans la plage de tension MPPT du contrôleur ou de l'onduleur, y compris par forte chaleur, quand la tension des modules baisse.
- Le courant de court-circuit du champ, c'est-à-dire le nombre de chaînes en parallèle multiplié par l'Isc d'un module, ne doit pas dépasser le courant de court-circuit PV maximal admis par le contrôleur ou l'onduleur, indiqué dans son manuel. Pour le QUAD ULTRA, retenez l'Isc avec gain arrière (voir ci-dessous). L'électricien qualifié applique en outre les marges prévues par les normes en vigueur, car l'Isc augmente avec l'éclairement et la température.

> ⚠ **ATTENTION**
>
> Le dépassement de la tension d'entrée maximale peut détruire le contrôleur ou l'onduleur ! Calculez la tension de chaque chaîne avant de raccorder les fils.

### Hausse de la tension par temps froid

La tension à circuit ouvert d'un module augmente quand la température de ses cellules baisse. Au lever du jour, par temps frais, notamment en altitude, les cellules sont plus froides et la tension de la chaîne peut dépasser la valeur du tableau.

- **QUAD ULTRA :** les valeurs de Voc sont données dans les conditions STC, à une température de cellule de 25 °C. Le coefficient de température de la Voc est de -0,27 %/°C : la Voc augmente de 0,27 % par degré Celsius en dessous de 25 °C. Calculez la Voc maximale de la chaîne avec la température la plus basse prévisible sur le site (Tmin, en °C), en partant de la Voc avec gain arrière indiquée ci-dessous :
  `Voc maximale de la chaîne = nombre de modules × Voc du module × (1 + 0,27 % × (25 - Tmin))`
- **Gamme ES :** le constructeur ne publie ni le coefficient de température de la Voc ni les conditions de mesure des valeurs du catalogue. Demandez-les à l'assistance technique d'ENSKY Solar avant de dimensionner toute chaîne, et faites déterminer par un électricien qualifié la marge à appliquer à la Voc pour tenir compte de sa hausse par temps froid.

### Modules bifaciaux QUAD ULTRA

Le gain arrière augmente le courant et, légèrement, la tension. La fiche constructeur indique, pour la référence 700 W en face avant et un gain arrière de 25 %, un courant de court-circuit de 23,50 A et une tension à circuit ouvert de 47,8 V. Ces valeurs dépassent celles du tableau des caractéristiques en face avant seule : retenez-les pour vérifier la tension et le courant d'entrée de l'équipement raccordé.

### Connecteurs et câbles

- Raccordez uniquement des connecteurs compatibles, du même type et du même fabricant que ceux du module. Des connecteurs de marques différentes peuvent mal s'emboîter, chauffer et provoquer un arc.
- Emboîtez chaque connecteur jusqu'au verrouillage et vérifiez, en tirant légèrement, qu'il ne se sépare pas.
- Respectez la polarité : + vers - pour un montage en série, + vers + et - vers - pour un montage en parallèle.
- Pour les rallonges, utilisez un câble solaire prévu pour le courant continu et l'exposition aux UV. Sa section dépend du courant et de la longueur : faites-la déterminer par l'installateur. Le câble du QUAD ULTRA a une section de 4 mm² ; la section du câble des modules ES n'est pas publiée (voir l'étiquette signalétique ou l'assistance technique d'ENSKY Solar).
- Faites cheminer côte à côte les câbles positif et négatif de chaque chaîne. Une boucle de câbles réduite limite les surtensions induites par la foudre.
- Protégez les connecteurs inutilisés avec leurs capuchons.

### Protections

- Installez un sectionneur prévu pour le courant continu entre le champ PV et le contrôleur ou l'onduleur. Ses caractéristiques assignées doivent couvrir la Voc maximale et le courant de court-circuit du champ.
- Lorsque plusieurs chaînes sont raccordées en parallèle, un défaut sur une chaîne peut y renvoyer le courant des autres chaînes. Protégez alors chaque chaîne par un fusible PV prévu pour le courant continu. Son calibre est déterminé par un électricien qualifié selon les normes en vigueur : supérieur au courant de court-circuit de la chaîne, gain arrière compris, avec la marge prescrite par ces normes, sans dépasser le calibre de fusible série du module : 30 A pour le QUAD ULTRA. Pour la gamme ES, cette valeur n'est pas publiée : reportez-vous à l'étiquette signalétique ou à l'assistance technique d'ENSKY Solar.
- Installez un parafoudre côté PV, relié à la terre (recommandation ENSKY).

Suivez les étapes ci-dessous pour effectuer le raccordement :

1. Vérifiez que le sectionneur CC est ouvert et que le contrôleur ou l'onduleur est arrêté. Masquez les modules.
2. Raccordez les modules de chaque chaîne en série : borne + d'un module vers la borne - du suivant.
3. Repérez les deux extrémités de chaque chaîne (+ et -) avec des étiquettes.
4. Découvrez les modules et mesurez la tension à circuit ouvert et la polarité de chaque chaîne (voir la section « Mise en service »). Masquez-les de nouveau.
5. Raccordez les chaînes aux fusibles, au parafoudre et au sectionneur CC, en respectant la polarité.
6. Raccordez la sortie du sectionneur à l'entrée PV du contrôleur ou de l'onduleur, dans l'ordre de raccordement indiqué par le manuel de cet équipement.
7. Vérifiez une dernière fois la polarité et le serrage de toutes les connexions, puis découvrez les modules.

### Mise à la terre du cadre

La mise à la terre des cadres protège les personnes en cas de défaut d'isolement et limite les dégâts dus à la foudre.

- Reliez le cadre de chaque module et la structure métallique à la terre de l'installation, conformément à la réglementation locale.
- L'anodisation de l'aluminium forme une couche isolante. Utilisez une quincaillerie de mise à la terre en acier inoxydable qui traverse cette couche : rondelle à griffes, borne ou bride de mise à la terre prévue pour l'aluminium.
- Les points de mise à la terre du cadre et la section du conducteur de terre ne sont pas précisés par le constructeur : demandez-les à l'assistance technique d'ENSKY Solar. Ne percez pas de trou supplémentaire dans le cadre.
- Câblez la terre de façon que le retrait d'un module n'interrompe pas la mise à la terre des autres modules.
- Ne reliez à la terre ni le pôle positif ni le pôle négatif du champ PV, sauf si le manuel du contrôleur ou de l'onduleur l'exige. Certains onduleurs non isolés ne tolèrent pas un champ PV dont un pôle est relié à la terre.
- Vérifiez la continuité de la liaison entre chaque cadre et la borne principale de terre.

## 05 Utilisation

Un module photovoltaïque fonctionne sans intervention : il produit de l'électricité dès qu'il reçoit de la lumière. Sa production varie avec l'ensoleillement, l'orientation, l'ombrage, la propreté du verre et la température des cellules. En conditions réelles, elle reste généralement inférieure à la puissance nominale : par exemple, le QUAD ULTRA de 700 W délivre 527 W dans les conditions NMOT (éclairement de 800 W/m², température ambiante de 20 °C, vent de 1 m/s).

### Mise en service

Avant de fermer le sectionneur CC pour la première fois, contrôlez chaque chaîne. Utilisez un multimètre réglé en tension continue, sur un calibre supérieur à la tension attendue.

1. Contrôlez visuellement les modules, les fixations, les câbles et les connecteurs.
2. Vérifiez la continuité de la mise à la terre des cadres et de la structure.

3. Par temps ensoleillé, sectionneur CC ouvert, mesurez la tension entre les extrémités + et - de chaque chaîne.
4. Comparez la valeur mesurée à la valeur attendue : nombre de modules en série multiplié par la Voc d'un module (voir le chapitre « Caractéristiques techniques »).
5. Notez la date, l'heure, les conditions d'ensoleillement et les tensions mesurées dans un registre de mise en service.
6. Si toutes les chaînes sont conformes, fermez le sectionneur CC et vérifiez que le contrôleur ou l'onduleur détecte le champ PV et commence la charge.

**INTERPRÉTATION DE LA TENSION À CIRCUIT OUVERT MESURÉE**

| Mesure | Interprétation | Action |
|---|---|---|
| Proche de la valeur attendue ou un peu inférieure | Normal : par forte chaleur ou faible ensoleillement, la Voc est un peu plus basse que la valeur du tableau. | Poursuivez la mise en service. |
| Supérieure à la valeur attendue | Cellules froides (matin frais), gain arrière d'un module bifacial QUAD ULTRA ou nombre de modules différent de celui prévu. | Recomptez les modules. Vérifiez que la tension reste inférieure à la tension d'entrée maximale de l'équipement. |
| Nettement inférieure à la valeur attendue | Module raccordé à l'envers, connecteur mal emboîté, diode by-pass défectueuse ou module endommagé. | Masquez les modules et contrôlez chaque connexion de la chaîne. |
| Nulle | Circuit ouvert : connecteur débranché ou câble coupé. | Contrôlez chaque connecteur et chaque câble de la chaîne. |
| Négative | Polarité inversée aux extrémités de la chaîne. | Corrigez le repérage des câbles + et - avant tout raccordement. |
| Différente d'une chaîne à l'autre | Nombre de modules différent, module défectueux ou mal raccordé. | Ne raccordez pas ces chaînes en parallèle avant d'avoir trouvé la cause. |

> ⚠ **ATTENTION**
>
> Ne raccordez jamais en parallèle des chaînes dont les tensions diffèrent nettement. Ne fermez pas le sectionneur CC si la tension d'une chaîne dépasse la tension d'entrée maximale du contrôleur ou de l'onduleur.

## Entretien

Le module ne contient aucune pièce réparable par l'utilisateur. L'entretien se limite au nettoyage et à l'inspection.

### Nettoyage

- La poussière, les feuilles, les fientes d'oiseaux et les dépôts réduisent la production. Nettoyez le verre dès que des salissures sont visibles, plus souvent en saison sèche, en zone poussiéreuse ou près d'une route en terre.
- Nettoyez tôt le matin ou en fin de journée, quand le verre est frais. De l'eau froide sur un verre chaud peut provoquer un choc thermique.
- Utilisez de l'eau claire et une éponge ou une brosse douce. N'utilisez ni produit abrasif, ni solvant, ni détergent agressif, ni nettoyeur haute pression.
- Ne montez pas sur les modules pour les nettoyer. Travaillez depuis un accès sûr, équipé contre les chutes.

- Pour les modules bifaciaux QUAD ULTRA, gardez aussi la face arrière et le sol sous les modules dégagés : herbe haute, objets entreposés et dépôts réduisent le gain arrière.

**Inspection**

Inspectez l'installation à chaque visite d'entretien, et après tout orage violent, épisode de grêle ou coup de vent :

- verre : fissures, éclats, impacts ;
- cellules : traces brunes ou brûlées, zones décolorées, bulles ou décollement (signes d'un point chaud ou d'une infiltration) ;
- cadre et structure : corrosion, déformation, fixations desserrées ;
- boîte de jonction : couvercle en place, absence de fissure et de trace d'échauffement ;
- câbles et connecteurs : isolant abîmé ou rongé par des animaux, connecteurs mal emboîtés, décolorés ou déformés ;
- mise à la terre : liaisons présentes et serrées ;
- ombrage : nouvelle végétation ou nouvelle construction.

Comparez régulièrement la production affichée par le contrôleur ou l'onduleur à celle des jours ensoleillés précédents. Une baisse durable sans raison météorologique signale un défaut à rechercher (voir le chapitre « Dépannage »).

> ⚠ **AVERTISSEMENT**
> Le contrôle des connexions et le remplacement d'un module se font avec le contrôleur ou l'onduleur arrêté, le sectionneur CC ouvert et les modules masqués, par un électricien qualifié.

## Transport et stockage

- Transportez et stockez les modules dans leur emballage d'origine, dans la position indiquée sur le carton. Calez le chargement pour éviter les chocs et les vibrations.
- N'empilez pas de modules sortis de leur emballage et ne posez aucune charge sur le verre.
- Stockez les modules dans un local sec, ventilé et abrité de la pluie. Les conditions de stockage (température, humidité, durée) ne sont pas publiées par le constructeur : demandez-les à ENSKY Solar avant un stockage prolongé.
- Laissez les capuchons sur les connecteurs pour les protéger de la poussière et de l'humidité.
- Le poids d'un module va de 6,3 kg (ES-100) à 28,5 kg (ES-575) dans la gamme ES ; il est de 32 kg pour le QUAD ULTRA. Portez les grands modules à deux, en les tenant par le cadre, et ne les déplacez pas par vent fort : ils prennent le vent comme une voile.
- Conditionnement des modules QUAD ULTRA : 36 pièces par carton, 720 pièces par conteneur de 40 pieds HQ.

## Fin de vie

- Ne jetez pas les modules avec les déchets ménagers, ne les brûlez pas et ne les cassez pas.
- Un module hors service ou endommagé produit encore une tension à la lumière. Protégez ses connecteurs avec leurs capuchons et stockez-le à l'abri, face avant tournée vers un support plat, en attendant son enlèvement.
- Un module contient du verre, de l'aluminium, du silicium et d'autres matériaux recyclables. Confiez-le à une filière de collecte ou de recyclage agréée, conformément à la réglementation en vigueur.

- Contactez ENSKY Solar pour connaître les possibilités de reprise ou de recyclage.

## 06 Caractéristiques techniques

Les valeurs ci-dessous sont celles des données techniques du constructeur. Elles sont susceptibles d'évoluer sans préavis : en cas de doute, la valeur de l'étiquette signalétique de votre module fait foi après confirmation par l'assistance technique d'ENSKY Solar.

### GAMME ES : CARACTÉRISTIQUES COMMUNES

| Caractéristique | Valeur |
|---|---|
| Type de cellule | Monocristallin 182 mm |
| Charge mécanique | Face avant 5 400 Pa / face arrière 2 400 Pa |
| Structure | Aluminium anodisé, film EVA + verre |
| Cadre | Alliage d'aluminium anodisé |
| Boîte de jonction | IP67, 3 diodes by-pass |
| Tolérance de puissance | ± 3 % |

### GAMME ES : CARACTÉRISTIQUES ÉLECTRIQUES

| Modèle | Puissance maximale (Pmax) | Tension à circuit ouvert (Voc) | Courant de court-circuit (Isc) | Tension à Pmax (Vmp) | Courant à Pmax (Imp) | Rendement du module |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ES-100 | 100 W | 21,8 V | 5,82 A | 18,24 V | 5,49 A | 19,3 % |
| ES-180 | 180 W | 24,84 V | 10,46 A | 18,24 V | 9,87 A | 17,9 % |
| ES-200 | 200 W | 24,84 V | 11,63 A | 18,24 V | 10,97 A | 17,9 % |
| ES-300 | 300 W | 35,88 V | 10,58 A | 30,07 V | 9,98 A | 15,27 % |
| ES-400 | 400 W | 41,55 V | 10,58 A | 35,07 V | 9,98 A | 15,46 % |
| ES-450 | 450 W | 37,23 V | 15,46 A | 30,95 V | 14,59 A | 21 % |
| ES-500 | 500 W | 41,25 V | 14,24 A | 37,23 V | 13,43 A | 21 % |
| ES-575 | 575 W | 49,95 V | 14,53 A | 41,97 V | 13,7 A | 21,1 % |

### GAMME ES : CARACTÉRISTIQUES MÉCANIQUES

| Modèle | Cellules | Dimensions (mm) | Poids |
|---|---|---|---|
| ES-100 | 32 (4 × 8) | 680 × 760 × 25 | 6,3 kg |
| ES-180 | 56 (7 × 8) | 1 480 × 680 × 30 | 10,3 kg |
| ES-200 | 56 (7 × 8) | 1 480 × 680 × 30 | 10,3 kg |
| ES-300 | 130 (5 × 26) | 1 650 × 992 × 35 | 16,5 kg |
| ES-400 | 150 (5 × 30) | 1 956 × 992 × 40 | 19,5 kg |
| ES-450 | 132 (6 × 22) | 1 722 × 1 134 × 30 | 21,5 kg |
| ES-500 | 120 (6 × 20) | 1 909 × 1 134 × 35 | 23,9 kg |

| Modèle | Cellules | Dimensions (mm) | Poids |
|---|---|---|---|
| ES-575 | 144 (6 × 24) | 2 279 × 1 134 × 35 | 28,5 kg |

**REMARQUE**

- Les valeurs de la gamme ES proviennent du catalogue du constructeur. Celui-ci ne précise ni les conditions de mesure, ni la tension système maximale, ni le calibre de fusible série, ni les coefficients de température, ni la température de service de la gamme ES. Ces informations figurent sur l'étiquette signalétique du module ou sont fournies par l'assistance technique d'ENSKY Solar.
- ES-400 : le produit de la Vmp et de l'Imp publiées (35,07 V × 9,98 A) ne correspond pas à la puissance de 400 W. Ces valeurs sont en cours de vérification auprès du constructeur : avant de dimensionner une chaîne, confirmez-les avec l'étiquette signalétique du module.
- Les rendements publiés ne concordent pas tous avec la puissance et les dimensions des modules (notamment ES-200, ES-300, ES-400, ES-450, ES-500 et ES-575) : ils sont en cours de vérification auprès du constructeur.

### QUAD ULTRA : CARACTÉRISTIQUES COMMUNES

| Caractéristique | Valeur |
|---|---|
| Technologie | Silicium monocristallin N-type, cellules en shingle |
| Type | Module bifacial, gain arrière jusqu'à +25 % |
| Verre avant | Verre trempé 2,0 mm |
| Cadre | Profilé aluminium anodisé |
| Boîte de jonction | IP68, trois diodes |
| Câble | 4 mm², longueur personnalisable |
| Tension système maximale | 1 500 V CC |
| Calibre fusible série | 30 A |
| Charge mécanique | Face avant 5 400 Pa / face arrière 2 400 Pa |
| Température de service | -40 à +85 °C |
| Résistance à la grêle | Grêlon de 25 mm à 23 m/s |
| Coefficient de température Pmax | -0,34 %/°C |
| Coefficient de température Voc | -0,27 %/°C |
| Coefficient de température Isc | +0,04 %/°C |
| NMOT | 42,3 °C ± 2 °C |
| Conditionnement | 36 pièces par carton · 720 pièces par conteneur de 40 pieds HQ |
| Usage recommandé | Centrales au sol et grandes toitures industrielles |

### QUAD ULTRA ESM-PMB6-70SDC : CARACTÉRISTIQUES DU MODÈLE

| Caractéristique | Valeur |
|---|---|
| Déclinaisons | ESM675 · ESM680 · ESM685 · ESM690 · ESM695 · ESM700 PMB6-70SDC |
| Plage de puissances | 675 – 700 W |
| Puissance maximale (Pmax) | 700 W |
| Puissance en conditions NMOT (modèle 700 W) | 527 W |
| Rendement du module | 21,90 – 22,70 % |
| Tension à Pmax (Vmp) | 39,20 – 39,60 V |
| Courant à Pmax (Imp) | 17,23 – 17,68 A |
| Tension à circuit ouvert (Voc) | 47,20 – 47,60 V |
| Courant de court-circuit (Isc) | 18,32 – 18,80 A |
| Cellules | 345 (69 × 5) |
| Dimensions | 2 384 × 1 096 × 30 mm |
| Poids | 32 kg |

### QUAD ULTRA : PUISSANCE AVEC GAIN ARRIÈRE (RÉFÉRENCE : 700 W EN FACE AVANT)

| Gain arrière | Puissance totale |
|---|---|
| +5 % | 735 W |
| +10 % | 770 W |
| +15 % | 805 W |
| +20 % | 840 W |
| +25 % | 875 W |

**REMARQUE**

- Les plages de valeurs couvrent les six puissances de la série, de 675 à 700 W. Les valeurs exactes de votre module figurent sur son étiquette signalétique.
- Conditions de mesure indiquées par la fiche constructeur : STC, éclairement de 1 000 W/m², température de cellule de 25 °C, masse d'air AM 1,5 ; NMOT, éclairement de 800 W/m², température ambiante de 20 °C, masse d'air AM 1,5, vent de 1 m/s.
- La fiche constructeur précise un poids de 32,0 ± 0,3 kg et une tolérance générale de ± 2 mm sur les dimensions.
- Les rendements publiés pour cette série, en particulier celui du modèle 700 W, ne concordent pas avec la puissance et les dimensions du module : ils sont en cours de confirmation auprès du constructeur.
- Les conditions de garantie et les certificats de cette sous-gamme ne sont pas encore publiés par le constructeur : renseignez-vous auprès d'ENSKY Solar.

# 07 Dépannage

Les modules ne comportent ni affichage ni code d'erreur. Les codes ou messages affichés par le contrôleur ou l'onduleur sont décrits dans le manuel de cet équipement. Les mesures sous tension sont réservées à un électricien qualifié.

### TABLEAU DE DÉPANNAGE

| Problème | Cause possible | Solution |
|---|---|---|
| Production faible par beau temps. | Ombrage, verre sale, orientation ou inclinaison inadaptée, cellules très chaudes faute de ventilation, module défectueux dans une chaîne. | Supprimez l'ombrage et nettoyez le verre. Vérifiez l'orientation vers le sud et la ventilation à l'arrière des modules. Mesurez la Voc de chaque chaîne et comparez les valeurs. |
| Aucune production. | Sectionneur CC ouvert, fusible de chaîne fondu, connecteur débranché, câble coupé, polarité inversée à l'entrée de l'équipement. | Contrôlez le sectionneur et les fusibles. Mesurez la tension à l'entrée PV de l'équipement. Contrôlez les connecteurs et les câbles, modules masqués. |
| Tension d'une chaîne nettement inférieure à la valeur attendue. | Module raccordé à l'envers, connecteur mal emboîté, diode by-pass défectueuse, module endommagé. | Masquez les modules et contrôlez chaque connexion, puis mesurez la Voc module par module. Faites remplacer le module défectueux. |
| Le contrôleur ou l'onduleur signale une surtension PV. | Trop de modules en série, cellules froides au lever du jour, gain arrière des modules bifaciaux non pris en compte. | Ouvrez le sectionneur CC. Recalculez la Voc maximale de la chaîne (voir la section « Raccordement électrique ») et réduisez le nombre de modules en série. |
| Le contrôleur ou l'onduleur ne démarre pas la charge, ou décroche aux heures chaudes. | Tension de la chaîne inférieure à la plage MPPT de l'équipement : trop peu de modules en série. | Comparez la Vmp de la chaîne à la plage MPPT de l'équipement. Faites ajouter un module en série par un électricien qualifié, uniquement si la Voc maximale recalculée de la chaîne (voir la section « Raccordement électrique ») reste inférieure à la tension d'entrée maximale de l'équipement et à la tension système maximale du module. |
| Le contrôleur ou l'onduleur signale un défaut d'isolement ou un défaut de terre. | Isolant de câble abîmé, eau dans un connecteur ou dans la boîte de jonction, verre brisé, pôle du champ relié à la terre. | Ouvrez le sectionneur CC et masquez les modules. Faites contrôler l'isolement chaîne par chaîne par un électricien qualifié. Remplacez le câble, le connecteur ou le module en cause. |
| Connecteur chaud, décoloré ou fondu. | Connecteur mal emboîté, connecteurs de types différents, oxydation, courant excessif. | Arrêtez l'équipement, ouvrez le sectionneur CC et masquez les modules avant de toucher le connecteur. Faites remplacer les deux moitiés du connecteur par des pièces compatibles par un électricien qualifié. |
| Traces brunes ou brûlées sur une cellule (point chaud). | Ombrage permanent d'une partie du module, cellule fissurée, diode by-pass défectueuse. | Supprimez la cause de l'ombrage. Si la trace persiste ou s'étend, faites déconnecter et remplacer le module. |
| Verre fissuré ou brisé. | Choc, chute d'objet, grêle, structure gauchie, fixation trop serrée ou mal placée. | Ne touchez pas le module à mains nues. Masquez-le et faites-le déconnecter par un électricien qualifié. Remplacez-le et corrigez la cause avant de poser un module neuf. |
| Corrosion du cadre ou de la structure. | Air salin, contact entre métaux différents, eau stagnante. | Nettoyez, remplacez la visserie corrodée par de l'acier inoxydable et séparez les métaux différents. Contrôlez la mise à la terre. |

| Problème | Cause possible | Solution |
|---|---|---|
| Gain arrière faible sur un module bifacial QUAD ULTRA. | Sol sombre, hauteur de montage insuffisante, face arrière ombragée par la structure, sol encombré. | Dégagez le sol et la face arrière. Un sol clair et une hauteur de montage suffisante augmentent le gain arrière. |
| Écart de production entre deux chaînes en parallèle. | Nombre de modules différent, modules de références différentes, ombrage partiel d'une chaîne. | Comparez la Voc des chaînes. Utilisez des chaînes identiques, composées de modules de la même référence. |

Avant de contacter l'assistance technique d'ENSKY Solar, notez la référence du module relevée sur l'étiquette signalétique, la date d'achat, le lieu d'installation, le nombre de modules en série et de chaînes en parallèle, la référence du contrôleur ou de l'onduleur, les tensions mesurées et une description précise du problème.

## 08 Contacter ENSKY Solar

Pour une question d'installation, un diagnostic ou une demande de garantie, munissez-vous de la référence de l'appareil, de son numéro de série (étiquette signalétique) et de votre facture.

SIÈGE
**117 rue des Manguiers, Bali — Douala, Cameroun**

TÉLÉPHONE
**+237 6 91 17 42 65**

WHATSAPP
**+237 6 91 17 42 65**

EMAIL
**contact@enskysolar.cm**

SITE
**enskysolar.cm**

DOCUMENTS
**enskysolar.cm/documents/**

ENSKY Solar · Édition 1 · novembre 2026. Les caractéristiques peuvent évoluer ; la version à jour de ce manuel est publiée sur enskysolar.cm.