



SolarPega & SolarPegaF

Guide d'installation des modules PV en série

Shandong ZKFN Solaire Technologie Co., Ltd.

Date de sortie : 25-04-2026 | Version : ZKFN-ATSD-LG-PIM-342

Table of Content

1. Aperçu du manuel et déclaration de responsabilité	4
1.1 Portée du manuel	4
1.2 Avertissement.....	4
1.3 Étendue de la responsabilité	5
1.4 Termes d'avertissement de garantie.....	5
1.5 Informations sur le support technique.....	5
2. Spécifications d'exploitation de sécurité	6
2.1 Avertissements de sécurité généraux.....	6
2.2 Exigences générales de sécurité du personnel	7
2.3 Opérations générales interdites	8
3. Spécifications du produit et paramètres de performance principaux.....	10
3.1 Séries de produits et description des modèles	10
3.2 Paramètres de performance électrique principaux.....	11
3.3 Paramètres de performance mécanique principaux	11
3.4 Spécifications d'Installation de l'Angle d'Inclinaison et de Sélection du Site	12
4. Spécifications de déchargement, de transport et de stockage	14
4.1 Exigences générales de protection	14
4.2 Descriptions des étiquettes d'emballage.....	15
4.3 Spécifications de l'opération de déchargement	15
4.4 Exigences de transport secondaire.....	17
4.5 Spécifications de stockage	17
4.6 Exigences de progression des modules	18
5. Guide d'opération de déballage	22
5.1 Déballage des exigences de sécurité	22
5.2 Procédure de déballage standard.....	23
5.3 Procédure de Reconditionnement des Modules Restants	24
6. Sélection du scénario d'application et solutions d'installation de modules.....	24
6.1 Exigences générales d'installation	24
6.2 Guide de sélection de produit pour scénario complet	27
6.3 Précautions d'installation	28
6.4 Solutions d'installation des modules des séries SolarPega / SolarPegaL.....	31

Solutions d'installation des modules de la série 6.5 SolarPegaF / SolarPegaFL	37
7. Spécifications des travaux de connexion et de câblage.....	40
7.1 Exigences de routage et de fixation des câbles	40
7.2 Spécifications de mise à la terre	41
8. Instructions de travail pour l'installation électrique.....	41
8.1 Exigences Générales pour l'Installation Électrique.....	41
8.2 Spécifications de connexion en série/parallèle des modules.....	41
8.3 Sélection et exigences d'installation des fusibles	42
8.4 Spécifications d'utilisation et de protection des connecteurs.....	42
9. Spécifications d'exploitation et de maintenance.....	43
9.1 Inspection de routine	43
9.2 Spécifications de nettoyage du module.....	43
9.3 Exigences relatives à l'inspection périodique du système électrique	44
10. Annexes	45
Annexe 1 : Produits de nettoyage recommandés pour différents types de toitures.....	45
Annexe 2 : Spécifications de construction des adhésifs structurels	45
Annexe 3 : Liste des articles corrosifs/endommageant les connecteurs PV.....	46
Annexe 4 : Profil de tuile en acier et référence des types de pinces compatibles	46
Annexe 5 : Conditions anormales de surface d'installation et méthodes de traitement .	47
Annexe 6 : Tableau récapitulatif des méthodes de sélection et d'installation des modules pour différents toits.....	48
Annexe 7 : Description des paramètres électriques.....	48

1. Aperçu du manuel et déclaration de responsabilité

1.1 Portée du manuel

Ce manuel est le guide d'installation officiel publié par Shandong ZKFN Solar Technology Co., Ltd. (ci-après dénommée « ZKFN Solar ») pour les séries SolarPega (SolarPega, SolarPegaL) et SolarPegaF (SolarPegaF, SolarPegaFL) de modules PV en silicium cristallin léger TOPCon (ci-après dénommés « modules »). Ce manuel couvre les spécifications de l'ensemble du cycle de vie, depuis la sélection du produit, l'arrivée et le déchargement, le stockage, le déballage, l'installation et la construction, la connexion électrique, jusqu'à l'exploitation et la maintenance ultérieures.

Ce manuel est destiné aux intégrateurs de systèmes, aux installateurs et au personnel qualifié professionnellement engagés dans l'installation, la mise en service et la maintenance de la série de modules mentionnée ci-dessus. Toute personne responsable de la manipulation, de l'installation ou de l'exploitation de ce produit a la responsabilité de lire, comprendre et respecter les exigences de ce manuel avant l'utilisation. Le non-respect des procédures opérationnelles, des instructions de sécurité et des spécifications techniques énoncées dans ce manuel peut entraîner des blessures graves ou des dommages matériels. L'installation et l'exploitation des modules solaires nécessitent des compétences professionnelles ; seuls les professionnels sont autorisés à effectuer ces travaux. Veuillez lire les instructions de sécurité et d'installation avant d'utiliser et de faire fonctionner les modules. Les installateurs doivent en conséquence informer les clients finaux (ou consommateurs) de ces points.

Les modules de base modélisés couverts par ce manuel incluent :

- SolarPega (verre avant 1,6 mm, pas de cadre arrière) : ZKFN-G2-220B xxx, etc.
- SolarPega L (verre avant de 1,1 mm, sans cadre arrière) : ZKFN-G2-120B xxx, etc.
- SolarPegaF (verre avant de 1,6 mm, avec cadre arrière) : ZKFN-G2-222B xxx, etc.
- SolarPegaF L (1,1 mm de verre avant, avec cadre arrière) : ZKFN-G2-122B xxx, etc.

1.2 Avertissement

1. ZKFN Solar se réserve le droit de modifier ce manuel sans préavis en raison des mises à niveau technologiques du produit, des améliorations de processus ou des mises à jour des normes. La dernière version sera publiée simultanément sur le centre de téléchargement du site officiel de ZKFN Solar. Il incombe aux clients et aux installateurs de s'assurer de manière proactive de l'utilisation de la dernière version. Toute déviation opérationnelle résultant de l'utilisation de versions obsolètes sera à la charge de l'utilisateur.
2. Le non-respect des exigences spécifiées dans le manuel d'installation (y compris les modifications publiées sur le site officiel de ZKFN Solar au moment de l'installation) lors de l'installation du module annulera la garantie limitée du produit fournie au client.

3. ZKFN Solar ne donne aucune garantie, expresse ou implicite, concernant toute information contenue dans ce manuel. Les utilisateurs et les installateurs doivent effectuer une étude technique du site afin de s'assurer que les méthodes d'installation fournies sont conformes aux lois locales et aux normes de construction.
4. ZKFN Solar ne fournit aucun accessoire pour les systèmes de montage BIPV. Si nécessaire, veuillez consulter des fabricants professionnels de systèmes de montage. ZKFN Solar n'assume aucune responsabilité quant à la qualité de tout système de montage ou de ses accessoires.

1.3 Étendue de la responsabilité

1. Indépendamment du fait que l'installation du module suive le manuel d'installation (y compris les modifications publiées sur le site officiel de ZKFN Solar), ZKFN Solar ne pourra être tenue légalement responsable des dommages survenus pendant l'installation, y compris mais sans s'y limiter, la manipulation des modules, les blessures corporelles ou la perte de biens résultant de l'installation du système.
2. En cas d'incohérences entre les différentes versions linguistiques de ce manuel, la version chinoise prévaudra.
3. Ce manuel est fourni uniquement à titre de guide d'installation et ne constitue aucune garantie, qu'elle soit expresse ou implicite.

1.4 Termes d'avertissement de garantie

1. ZKFN Solar offre une garantie produit de 15 ans et une garantie de performance linéaire de 30 ans pour tous les produits des séries SolarPega et SolarPegaF. La portée spécifique de la garantie, les procédures de réclamation et les exceptions seront régies par les documents officiels de garantie accompagnant le produit au moment de l'achat.
2. Les principaux matériaux auxiliaires utilisés avec les modules, tels que les pinces, l'adhésif structurel et les connecteurs compatibles MC4, doivent être des modèles recommandés ou certifiés par ZKFN Solar afin de garantir la compatibilité, la fiabilité et la sécurité globale du système. Les dommages aux produits ou aux systèmes causés par l'utilisation de matériels non certifiés ne sont pas couverts par la garantie.

1.5 Informations sur le support technique

Pour obtenir des documents de support technique plus détaillés, participer à une consultation de solutions spécifique à un projet ou demander des recommandations pour des surfaces d'installation anormales, veuillez contacter ZKFN Solar via les canaux officiels suivants :

- Service mondial Hotline Traduction : (+86) 400 6768 100 (Office Hours: 8:30-17:30, Beijing Time)
- E-mail de support technique : tech-support@zkfnsolar.com

- Site officiel : www.zkfnsolar.com
- Adresse de la base de fabrication : Building 1, Xinchenglin, Parc industriel de fabrication intelligente Lvhaihui, Zone de développement économique de Jining, Ville de Jining, Province du Shandong

2. Spécifications d'exploitation de sécurité

2.1 Avertissements de sécurité généraux

1. Tous les travaux d'installation doivent être pleinement conformes aux réglementations locales ainsi qu'aux normes électriques nationales ou internationales applicables.
2. Risque d'électrocution et de brûlure : Les modules photovoltaïques (PV) sont des équipements de production d'électricité en courant continu (CC). Lorsqu'ils sont exposés à la lumière, même sans connexion au circuit, une tension en CC est présente aux bornes positive et négative ainsi qu'aux connecteurs. Plusieurs modules connectés en série forment un champ photovoltaïque dont la tension peut atteindre des niveaux dangereux pour la sécurité des personnes. Le personnel non formé professionnellement ou non autorisé est interdit de toucher les bornes des modules, les connecteurs ou les parties actives exposées de quelque manière que ce soit. Le contact avec les parties actives peut provoquer de graves brûlures ou une électrocution mortelle.
3. Aucune opération sous charge : Avant toute installation de module, remplacement, câblage ou modification du système, les côtés CC et CA doivent être complètement hors tension, avec des mesures strictes de vérification de la mise hors tension et de prévention de la remise sous tension. En aucun cas les connecteurs ou les connexions électriques ne doivent être déconnectés sous charge, car cela produit des arcs CC dangereux et destructeurs pouvant provoquer un incendie, endommager l'équipement et causer des blessures graves.
4. Manipulation des modules endommagés : N'utilisez pas de modules présentant des dommages visibles, y compris mais sans s'y limiter, pénétration de surface, fissures, rayures ou pénétrations du film arrière, fissures du boîtier de jonction ou infiltration d'eau interne. Les modules endommagés ne peuvent pas être réparés et présentent des risques extrêmement élevés de fuite et de choc électrique avec une isolation complètement compromise. Ne démontez pas les modules, ne retirez pas les composants, et ne modifiez pas le câblage des diodes de dérivation pour quelque raison que ce soit. Les couvercles des boîtiers de jonction des modules doivent rester fermés en tout temps.
5. Risque de court-circuit des pôles positif et négatif : Ne connectez pas directement les connecteurs positif et négatif d'un seul module, car cela entraînera un court-circuit du module. Avant l'installation, inspectez et assurez-vous que tous les capuchons isolants ou les bagues d'étanchéité des connecteurs sont intacts et correctement

installés afin de prévenir les courts-circuits causés par une défaillance de l'isolation, ce qui pourrait provoquer un incendie ou un choc électrique.

6. Limites des paramètres environnementaux et électriques : La plage de température ambiante stable conçue pour le fonctionnement des modules est de -40°C à 85°C. La tension maximale du circuit ouvert du système ne doit en aucun cas dépasser la tension maximale du système de 1500 V CC indiquée sur l'étiquette du produit du module à la température ambiante minimale prévue. Le fonctionnement au-delà des paramètres nominalisés est interdit.
7. Sécurité incendie : En cas d'incendie sur le site d'installation ou d'exploitation et maintenance, et lorsque les conditions le permettent sans danger personnel, l'ensemble de l'alimentation du système photovoltaïque (y compris les côtés CC et CA) doit d'abord être déconnecté, puis éteint à l'aide de poudre sèche, de CO₂ ou d'autres agents extincteurs non conducteurs conformément aux réglementations de sécurité incendie électrique. Ne pas utiliser d'eau ou de mousse pour arroser directement les modules ou les systèmes électriques avant de couper l'alimentation.
8. Classe d'application et avertissement : Cette série de modules est de classe d'application A (équivalent à la classe de sécurité II selon IEC 61730-1), adaptée aux systèmes accessibles au public. Lorsque la tension en circuit ouvert du système dépasse 50V, des panneaux d'avertissement bien visibles « Risque d'électrocution » doivent être installés à proximité des dispositifs de connexion des chaînes, des onduleurs et d'autres emplacements facilement accessibles conformément aux réglementations de sécurité.

2.2 Exigences générales de sécurité du personnel

1. Exigences de qualification : Tout le personnel responsable de l'installation, du câblage, de la mise en service et de la maintenance des systèmes PV doit suivre une formation professionnelle à l'installation de systèmes PV, détenir des certificats de qualification valides pertinents et être pleinement familiarisé avec toutes les réglementations de sécurité de ce manuel ainsi qu'avec les réglementations locales pertinentes du gouvernement.
2. Système de travail à deux personnes : Pour minimiser les risques liés aux opérations effectuées par une seule personne (comme les chocs électriques accidentels, les chutes de hauteur, etc.), toutes les opérations d'installation, de manutention et de câblage sur site doivent être effectuées par au moins deux personnes travaillant ensemble. Les opérations à haut risque effectuées par une seule personne sont interdites.
3. Équipements de protection individuelle (EPI) : Le personnel doit porter correctement des équipements de protection individuelle certifiés lors des opérations, y compris, mais sans s'y limiter : des gants de protection antidérapants, des vêtements de travail isolants à manches longues, des chaussures isolantes anti-chocs. Lorsqu'il travaille sur les bords de toiture ou toute zone présentant un risque de chute (différence de hauteur supérieure à 2 mètres), un harnais de sécurité absorbant les chocs à double crochet doit être porté en tout temps et solidement attaché à une ligne de vie ou un

point d'ancrage installé de manière indépendante, avec des barrières de protection contre les chutes ou des filets de sécurité installés sous la zone de travail.

4. Outils et bijoux : Seuls les outils répondant aux normes de sécurité avec isolation intacte doivent être utilisés. Le port de tout bijou en métal tel que montres, bagues, colliers, bracelets, etc., est interdit pendant le travail, car ces objets peuvent provoquer une conduction de courant involontaire entraînant un risque de court-circuit, ou rayer la surface du module lors de la manipulation.



5. Météo défavorable : l'installation en extérieur, le levage ou le câblage sont interdits sous la pluie, la neige, le brouillard, les orages ou lorsque la vitesse instantanée du vent sur place atteint ou dépasse le niveau 4 (vitesse du vent d'environ 7,9 m/s). Les environnements humides augmentent considérablement le risque d'électrocution. Les installateurs doivent s'assurer que tous les modules, outils et points de connexion électrique soient propres et secs avant de continuer.
6. Contrôle de la zone : le chantier et la zone de stockage temporaire des modules doivent être clairement signalés par des panneaux d'avertissement et des barrières. Les personnes non autorisées, les enfants ou toute autre personne non concernée sont interdits d'entrée afin de prévenir les accidents.
7. Protection contre l'exposition à la lumière : Protection contre l'exposition à la lumière : À tout moment, même lorsque les modules ne sont pas connectés à un système complet, ils constituent une source d'alimentation lorsqu'ils sont exposés à la lumière. Ne touchez pas directement les boîtes de jonction, les extrémités de câbles ou les contacts métalliques à l'intérieur des connecteurs avec les mains nues sans protection.

2.3 Opérations générales interdites

Pour garantir la performance du module, la sécurité du personnel et la validité de la garantie, les actions suivantes sont interdites :

1. Dommages physiques et revêtement : Ne pas rayer, frapper, plier ou heurter l'avant ou l'arrière des modules avec des objets tranchants. Ne pas appliquer de peinture, d'adhésifs, de ruban ou de tout type de revêtement sur aucune surface du module. Ne pas percer, couper ou meuler une partie du module (sauf confirmation écrite préalable obtenue auprès du personnel technique professionnel de ZKFN Solar).
2. Dommages aux câbles et connecteurs : Ne pas rayer, couper, écraser ou tirer sur les câbles et connecteurs du module de quelque manière que ce soit. Ne pas exposer les câbles et connecteurs à la lumière directe du soleil ou à l'eau pendant de longues périodes sans protection appropriée.

3. Manipulation et pression : Ne pas appuyer sur la zone des cellules lors de la manipulation. Ne pas soulever, transporter ou traîner les modules en saisissant la boîte de jonction, les fils conducteurs ou les connecteurs. Les modules doivent être manipulés avec les deux mains. Ne pas appuyer, se tenir debout, marcher, grimper ou sauter de manière irrégulière sur la surface du module. Ne pas laisser les modules entrer en collision, frotter ou heurter des objets durs ou tranchants.
4. Concentration de lumière artificielle : Ne pas utiliser de miroirs, de loupes, de lentilles ou d'autres dispositifs optiques pour concentrer davantage la lumière du soleil ou la lumière artificielle sur la surface du module.



5. Immersion dans l'eau et empilement : Ne placez pas les modules dans des zones sujettes à l'accumulation d'eau ou à une humidité continue pendant des périodes prolongées ou permanentes. Durant toutes les étapes de stockage, de manutention et d'installation, ne placez pas les modules avec le dos orienté vers le haut, n'empilez pas et ne compressez pas les modules.
6. Contamination de la surface et ombrage : Ne pas appliquer d'adhésif structural, de mastic ou de toute matière étrangère sur la zone réceptrice de lumière effective des cellules pendant l'installation. Après l'installation du module, assurez-vous que tous les câbles de sortie et les sauts de câble soient clairement acheminés et solidement fixés. Ne laissez pas les fils, les pinces ou d'autres objets ombrager la zone réceptrice de lumière effective des cellules.
7. Sources de pollution et risques d'incendie : Ne pas installer les modules à proximité de conduits ou de sorties d'échappement qui émettent continuellement des fumées d'huile, de la poussière ou des gaz chimiquement corrosifs. Ne pas installer les modules à proximité de flammes nues ou de matériaux inflammables/explosifs.
8. Perturbation après l'installation : Les modules installés avec un adhésif structural ne doivent pas être perturbés pendant une certaine période après le collage (voir l'annexe 2), y compris, mais sans s'y limiter, le déplacement des modules, la connexion des câbles, l'application d'une force externe ou le fait de se tenir sur les modules pour d'autres opérations. Ne pas soulever et recoller les modules après la polymérisation de l'adhésif.
9. Chargement incorrect : Après l'installation et le test du module, ne placez aucun objet lourd, outil ou objet avec des points d'appui coupants sur la surface du module afin d'éviter des dommages à long terme dus à la pression.

10. Protection contre la foudre : Pour réduire le risque de coups de foudre indirects, évitez de créer des boucles dans la conception du système. Si les modules sont installés dans des zones à activité fréquente de foudre, une protection contre la foudre doit être prévue pour les modules.
11. Prévenir le desserrage : Les modules doivent être solidement fixés pour résister à toutes les charges possibles, y compris les charges de vent et de neige. Le desserrage des modules entraînant une traction sur les câbles de connexion, conduisant à une défaillance de l'isolation, des fuites et des arcs électriques, constitue un risque important dans les systèmes photovoltaïques distribués.
12. Interdiction de démontage : Ne pas démonter les modules ni retirer aucun composant du module. Les boîtes de jonction et les connecteurs endommagés présentent des risques électriques potentiels et des risques de coupures.

3. Spécifications du produit et paramètres de performance principaux

3.1 Séries de produits et description des modèles

Ce manuel couvre de manière exhaustive les deux lignes de produits principales de modules légers de ZKFN Solar : la série SolarPega (sans cadre arrière) et la série SolarPegaF (avec cadre arrière). Règle de nomination des produits : les séries ZKFN SolarPega sont nommées ZKFN Module léger, suivies d'un code à 2 chiffres composé de F et L. La présence de F indique que le module dispose d'un cadre arrière ; l'absence de F indique qu'il n'a pas de cadre arrière. La présence de L indique que l'épaisseur du verre est de 1,1 mm ; l'absence de L indique une épaisseur de verre de 1,6 mm. Il y a quatre principaux produits, tous équipés de la technologie TSR-Armor™. Les caractéristiques et les définitions internes des modèles pour chaque série sont les suivantes :

Série de produits	Code de modèle interne	Épaisseur du verre	Cadre arrière	Plage de puissance
SolarPega	ZKFN-G2-220B 520	1,6 mm	Non	510~520W
SolarPegaL	ZKFN-G2-120B 510	1,1 mm	Non	500~510W
SolarPegaF	ZKFN-G2-222B 520	1,6 mm	Oui (Matériau composite)	510~520W
SolarPegaFL	ZKFN-G2-122B 510	1,1 mm	Oui (Matériau composite)	500~510W

xxx représente la puissance de sortie nominale selon les STC (conditions de test standard) ; voir l'annexe 3 pour d'autres modèles étendus.

- SolarPega / SolarPegaL (sans cadre arrière) : La méthode d'installation principale est le collage direct à l'adhésif structurel, ne nécessitant aucun cadre ou rail de montage, adaptée aux toits en tôle d'acier ondulée de type T et aux toits plats avec membrane d'étanchéité.
- SolarPegaF / SolarPegaFL (avec cadre arrière) : Doté d'un cadre arrière en composite résine-verre de haute résistance et d'un dispositif de fixation Quick-Clamp pour une installation rapide, supportant un démontage non destructif, adapté à divers toits en tuiles métalliques (y compris les types à joint debout et à arête en angle) ainsi qu'aux toits plats

3.2 Paramètres de performance électrique principaux

Élément de paramètre	SolarPega / SolarPegaF (510-520W)	SolarPegaL / SolarPegaFL (500-510W)
Plage de puissance maximale (Pmax)	510~520W	500~510W
Efficacité du module	Jusqu'à 23,4 %	Jusqu'à 22,9 %
Tolérance de puissance	0~ 5W	0~ 5W
Dégradation de la puissance la première année	≤1%	≤1%
Dégradation annuelle de la puissance (Année 2-30)	≤0.4%	≤0.4%
Coefficient de température de la puissance de crête (γ)	-0,33 %/°C	-0,33 %/°C
Coefficient de température de la tension en circuit ouvert (α)	-0,27 %/°C	-0,27 %/°C
Coefficient de température du courant de court-circuit (δ)	0,045 %/°C	0,045 %/°C
Température de fonctionnement nominale de la cellule (NOCT)	45±2°C	45±2°C
Tension maximale du système	CC 1500V	CC 1500V
Calibre maximal du fusible en série	25A	25A

(Conditions STC : Irradiance 1000 W/m², masse d'air AM 1,5, température de la cellule 25°C,

Tolérance de test ±3%)

Remarque : Explication supplémentaire : En raison de conditions de fonctionnement normales telles que des températures spécifiques basses et une irradiance élevée, la tension en circuit ouvert et le courant de court-circuit réels des modules peuvent être significativement plus élevés que les valeurs nominales STC. Par conséquent, dans la conception des systèmes électriques, les valeurs nominales I_{sc} et V_{oc} doivent être multipliées par un facteur de 1,25 pour la conception technique.

3.3 Paramètres de performance mécanique principaux

Le tableau suivant résume les principales caractéristiques structurelles et physiques de chaque série, qui constituent la base pour la manipulation sur site, les décisions d'installation et l'évaluation des charges mécaniques.

Élément de paramètre	SolarPega	SolarPegaL	SolarPegaF	SolarPegaFL
Dimensions du module	1957×1130×2,7 mm	1957×1130×2,2 mm	1961×1134×25,5 mm	1961×1134×25,5 mm
Couverture avant	Verre trempé renforcé de 1,6 mm	Verre trempé ultra-fin de 1,1 mm	Verre trempé renforcé de 1,6 mm	Verre trempé ultra-fin de 1,1 mm
Cadre	None	None	Composite en résine à fibres de verre	Composite en résine à fibres de verre
Poids du module	Environ 13,0 kg	Environ 10,0 kg	Environ 16,2 kg	Environ 13,0 kg
Spécification de la cellule	Cellule TOPCon 182,3×105 mm			
Spécification de boîte de jonction	3 parties, IP68			
Câble de sortie	4 mm ² , longueur 400 mm, personnalisable			
Connecteur	Compatible MC4			
Charge mécanique statique	3600Pa / 2400Pa	2400Pa / 2400Pa	3600Pa / 2400Pa	2400Pa / 2400Pa
Niveau de résistance au vent	Niveau 17			
Salut Test	Diamètre 25 mm, vitesse d'impact 23 m/s			
Fonctionnalités de performance principales	Installation flexible et adhésive	Installation adhésive flexible, contournement par 6 voies anti-points chauds	Cadre arrière, installation rapide, retrait facile	Cadre arrière, installation rapide, retrait facile, anti-point chaud à 6 dérivations

3.4 Spécifications d'Installation de l'Angle d'Inclinaison et de Sélection du Site

1. Exigences du site d'installation

- Les modules de la série ZKFN Solar SolarPega sont recommandés pour une installation à des températures ambiantes de fonctionnement de -40°C à 40°C, correspondant à la température mensuelle moyenne minimale et maximale du site d'installation. La température ambiante de fonctionnement extrême pour les modules est de -40°C à 85°C.
- Les modules doivent être installés dans des emplacements bénéficiant

d'une exposition suffisante au soleil et assurer qu'aucune zone d'ombre ne se crée à aucun moment. Bien que les modules soient équipés de diodes de dérivation, l'ombrage des zones ombragées affectera toujours les performances optimales et la sécurité opérationnelle.

- L'humidité de l'environnement de travail devrait de préférence être inférieure à 85 % HR. Ne pas installer les modules dans des endroits qui peuvent être inondés.
- Ne pas installer les modules dans des endroits susceptibles de générer ou d'accumuler des gaz combustibles ; ne pas installer les modules dans des environnements avec de la grêle excessive, de la neige, du sable, de la fumée, de la pollution de l'air, de la suie, etc.
- Les modules ont passé les tests de corrosion par brouillard salin IEC 61701, mais la corrosion peut encore se produire aux points de connexion. ZKFN Solar recommande une installation à une distance de plus de 500 m de la côte pour les installations en bord de mer, et elle n'est pas recommandée pour une immersion directe en mer profonde / en eau de mer complète. Les installations proches de la mer nécessitent la confirmation et l'approbation de ZKFN Solar avant de procéder.
- L'altitude d'installation des modules est ≤ 2000 m.
- Assurez-vous que la pression du vent ou de la neige sur les modules après l'installation ne dépasse pas la charge maximale autorisée.
- Lorsque des modules sont chargés sur le toit, une vérification de la charge du toit doit être effectuée, et un plan d'organisation de la construction conforme aux spécifications doit être élaboré.

2. Exigences de sélection de l'angle d'inclinaison

- Inclinaison minimale recommandée : Il est recommandé que l'inclinaison d'installation du module soit $\geq 5^\circ$. Cette conception d'inclinaison assure un nettoyage efficace par les eaux de pluie, un retrait facile de la poussière par la pluie, un drainage approprié et empêche l'accumulation d'eau à long terme laissant des traces sur le verre, affectant l'apparence et la performance.
- Cohérence en série/parallèle : les modules connectés en série doivent être installés avec la même orientation et le même angle. Des orientations ou des angles différents peuvent entraîner une variation du rayonnement solaire reçu par chaque module, provoquant une perte de puissance de sortie.
- Inclinaison des tuiles en acier : lorsque l'inclinaison du toit en tuiles d'acier est $> 25^\circ$, un ruban adhésif double-face doit être utilisé pour aider au positionnement de l'adhésif structurel et à l'anti-dérapiage.
- Température ambiante d'installation : La température ambiante pendant la

construction avec des adhésifs structuraux doit être comprise entre 5°C et 35°C. La température minimale d'installation recommandée est de 4,4°C ou plus.

4. Spécifications de déchargement, de transport et de stockage

4.1 Exigences générales de protection

1. Protection de l'emballage d'origine : Tous les modules doivent être conservés dans les boîtes d'emballage en papier ou en bois d'origine de ZKFN Solar jusqu'à leur installation officielle sur la structure de support. Toutes les mesures nécessaires doivent être prises pour garantir que les boîtes d'emballage soient protégées contre les dommages causés par des forces externes, les impacts ou le basculement pendant le transport, la manutention et le stockage.
2. Fonctionnement sûr et limites de charge : il est interdit de marcher, de se tenir debout, de grimper, de sauter ou de poser des objets lourds sur les emballages ou les modules. Il est interdit de percuter ou de comprimer les emballages de quelque manière que ce soit. Les emballages ne doivent pas être placés ou transportés dans une orientation non verticale (incliné ou sur le côté). Tout comportement de transport ou d'installation incorrect peut provoquer des micro-fissures internes dans les modules, entraînant l'annulation de la garantie.



Aucun impact sur le conteneur









Ne pas incliner / Garder droit

3. Protection contre l'humidité et ventilation : Les modules doivent être conservés dans un environnement sec et bien ventilé pendant tout le processus, de l'usine à l'installation. Les modules et leur emballage ne doivent pas être exposés à la pluie ou à l'humidité. Si un stockage temporaire en extérieur est nécessaire en raison de travaux de construction, la zone de stockage doit être bien drainée, et l'emballage doit être soigneusement couvert et renforcé avec une bâche imperméable pour éviter l'entrée du vent ou de l'humidité.
4. Posture correcte de manutention manuelle : La manipulation des modules nécessite un travail d'équipe et doit être réalisée par 2 personnes ou plus travaillant ensemble. L'opération en une seule personne est interdite. Lors de la manipulation, les deux mains doivent saisir fermement le bord long du module ou la zone blanche de non-génération d'énergie du corps du module. Les méthodes de manipulation interdites incluent : ne saisir que la boîte de jonction, attraper les fils conducteurs, ou tenir le module par le côté court avec une main pour soulever, soutenir ou traîner le module.

5. Restrictions de empilage : Lors de la manipulation manuelle des modules exposés, il ne doit pas y avoir plus d'une pièce transportée à la fois. Lorsque l'empilage temporaire de modules en attente d'installation est nécessaire sur le lieu de travail, des mesures appropriées contre le basculement et les rayures doivent être prises.

4.2 Descriptions des étiquettes d'emballage

Tous les schémas d'opération et panneaux d'avertissement imprimés sur l'emballage extérieur sont des instructions de sécurité obligatoires. Les installateurs ont l'obligation de lire, comprendre et se conformer strictement avant l'utilisation. Les principales significations des étiquettes sont expliquées ci-dessous :

1. Étiquette environnementale () : Le produit est conforme à toutes les exigences de la directive DEEE des 28 États membres de l'UE. Ne jetez pas les modules négligemment ; ils doivent être recyclés de manière spéciale.
2. Objet fragile () : Manipuler avec soin en utilisant les méthodes appropriées ; ne pas laisser tomber d'une hauteur ni manipuler brutalement pour éviter les microfissures ou les dommages directs dus à des vibrations fortes.
3. Côté à garder vers le haut () : Lors du transport, de la manutention et du stockage, les boîtes d'emballage doivent toujours être maintenues à la verticale comme indiqué. Les inverser ou les placer sur le côté est interdit afin de prévenir une déformation excessive et des contraintes sur les coins des modules.
4. Garder au sec () : L'emballage et les modules doivent être protégés en tout temps dans un environnement sec. L'exposition directe à la pluie, à la neige ou à une humidité excessive est interdite afin de prévenir le ramollissement du carton et la corrosion des connecteurs due à l'humidité.
5. Ne pas marcher () : Appliquer une charge concentrée (comme marcher, se tenir debout ou placer des objets lourds) sur les cartons d'emballage ou les modules non emballés entraînera des dommages permanents au produit.
6. Limite de superposition des couches () : Indique le nombre maximal de couches de superposition autorisées pour les boîtes d'emballage dans des conditions de stockage statiques. Dans les entrepôts ou les environnements sans sources de vibration, la limite de superposition statique pour cette série de boîtes d'emballage modulaires légères est de 2 couches au maximum.

4.3 spécifications de l'opération de déchargement

4.3.1 Spécifications de déchargement à la grue

1. Équipement de levage sûr : Lors de l'utilisation d'une grue pour le déchargement, des outils de levage spécialisés confirmés par le personnel technique de ZKFN Solar ou des élingues de levage en treillis flexibles avec des bras de moment équivalents doivent être utilisés. Avant de lever, sélectionnez des cordes ou des élingues de levage avec un facteur de sécurité suffisant en fonction du poids total de la cargaison et vérifiez leur intégrité.

2. Règles de levage : Ajustez la position de l'élingue sur la palette pour garantir un centre de gravité équilibré pendant le levage. Le bras de levage doit être élevé, abaissé et tourné lentement et uniformément. Lorsque le carton d'emballage approche du sol, deux personnes à chaque extrémité doivent stabiliser le carton pour un placement précis et délicat sur un sol nivelé, ferme et dur.
3. Limite de lot : Le levage est autorisé pour un maximum de 1 palette de modules à la fois. Pour l'emballage vertical sur le petit côté, un maximum de 2 palettes horizontalement peut être levé à la fois. Coupez les sangles de palettisation avant de lever.
4. Limites environnementales : Les opérations de levage sont interdites par mauvais temps, y compris lorsque la force du vent dépasse le niveau 6 (>13,8 m/s), en cas de pluie modérée ou plus, et de fortes chutes de neige.

4.3.2 Spécifications de déchargement par chariot élévateur

1. Sélection de l'équipement : Sélectionnez un chariot élévateur ayant une capacité de charge suffisante et un mât/des fourches en bon état en fonction du poids et de la taille des cartons d'emballage des modules. Les fourches du chariot élévateur doivent avoir une fonction de réglage de l'espacement. Réglez l'espacement avant l'opération pour qu'il soit le plus proche possible des poteaux d'angle renforcés des deux côtés de la palette. Hauteur du mât du chariot élévateur $\geq 1,7$ m, largeur du mât $\geq 1,5$ m.
2. Opération précise : Lors du fourchage, assurez-vous que les fourches sont complètement insérées horizontalement sous la palette à une profondeur d'au moins 3/4 de la profondeur de la palette. L'avant du mât du chariot élévateur ou la surface de contact avec l'emballage doit être pré-installé ou recouvert de EPE (polyéthylène expansé) ou de tampons en caoutchouc épais. Le contact direct entre le mât ou les fourches en métal du chariot élévateur et la boîte d'emballage du module est interdit.
3. Visibilité et sécurité : si l'emballage du module sur la palette bloque la vue vers l'avant du conducteur de chariot élévateur pendant le transport, le chariot élévateur doit être conduit en marche arrière à basse vitesse avec une personne signalant la direction.
4. Déchargement bilatéral : Lors du déchargement d'un camion plateau de transport avec un chariot élévateur, le déchargement doit être effectué des deux côtés du véhicule.

4.3.3 Responsabilités spéciales lors du déchargement des conteneurs

1. Qualifications et discipline des opérateurs : Les opérateurs de chariots élévateurs entrant dans des conteneurs doivent avoir une expérience vérifiée de l'exploitation de conteneurs et des qualifications professionnelles, être familiers avec les spécifications de fonctionnement des chariots élévateurs et les caractéristiques des modules photovoltaïques, et maintenir une grande concentration pendant les opérations.
2. Fixation de la cargaison et contrôle du centre de gravité : les boîtes d'emballage des modules PV doivent être solidement fixées sur le chariot élévateur pour éviter tout glissement, basculement ou chute lors du transport sur des bosses.

3. Planification de l'espace et limites de sécurité : Avant d'entrer dans un conteneur, planifiez l'espace à l'intérieur à l'avance pour garantir un espace suffisant pour la boîte d'emballage du module PV, afin d'éviter des difficultés opérationnelles ou des collisions avec les parois du conteneur ou d'autres objets en raison d'un espace insuffisant.
4. Chargement/Déchargement en douceur : Lors de la manipulation et du placement des cartons d'emballage des modules PV avec un chariot élévateur, les mouvements doivent être stables et lents, en évitant les freinages brusques ou les virages serrés afin de prévenir les dommages causés par de fortes vibrations.
5. Limite de poids : Soyez conscient des limites de charge du chariot élévateur et du conteneur, en vous assurant que le poids de la boîte d'emballage du module PV est dans la plage autorisée.

4.4 Exigences de transport secondaire

1. Principe de l'emballage d'origine : l'emballage extérieur d'usine d'origine doit être conservé et utilisé pour toute forme de transport secondaire longue distance ou de stockage en extérieur dépassant une semaine. Pour le transport terrestre, après le chargement, utilisez des cordes ou des sangles d'une résistance suffisante pour sécuriser l'emballage de la couche inférieure sur le plateau du camion. Pour le transport standard sur plateau, l'empilement maximum est de 2 couches de palettes standard. Il est interdit de couper les bandes de cerclage d'usine d'origine pour quelque raison que ce soit.
2. Interdictions de transfert sur site : Pour le transfert sur courte distance depuis l'entrepôt sur site jusqu'au lieu d'installation, il est également interdit de retirer l'emballage d'origine, et seul le transport en couche unique est autorisé. L'utilisation de tricycles électriques ou d'autres véhicules instables pour le transfert des modules est interdite. Il est interdit de simplement lier les modules avec une corde, de les porter seul sur le dos ou sur l'épaule, ou de traîner les modules en tirant sur les câbles de sortie ou les boîtes de jonction.

4.5 Spécifications de stockage

1. Exigences pour l'environnement de stockage : Les entrepôts doivent répondre aux exigences de base en matière de ventilation, de sécheresse et d'absence de gaz industriels corrosifs. Environnement de stockage recommandé : humidité relative < 70 %, température maintenue entre -20 °C et 50 °C, en évitant la condensation due aux différences extrêmes de température.
2. Restrictions de superposition : Dans les entrepôts avec un sol dur, des boîtes d'emballage de modules légers sont spécifiées uniquement pour un empilement statique, avec un maximum de 2 couches de palettes. Cela s'applique à la fois aux entrepôts des sites de projet et au stockage régulier. Toute forme d'empilement excessif, de compression des boîtes d'emballage ou d'impact d'équipement surélevé

sur l'emballage est interdite.

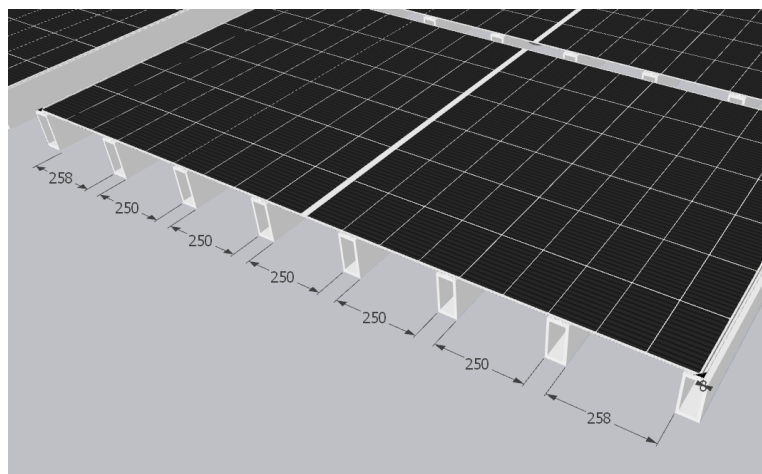
3. Précautions pour le stockage temporaire en extérieur : Lorsque le stockage temporaire en extérieur sans couverture est inévitable en raison du calendrier de construction, la période de stockage ne doit pas dépasser 7 jours. Toutes les boîtes d'emballage des modules doivent être placées sur un terrain élevé, bien drainé, plat, sans risque d'accumulation d'eau, complètement couvertes d'une bâche imperméable de taille adéquate et sécurisées avec des objets lourds. Pour le stockage à court terme sur le chantier, placer les modules dans une zone ventilée, sèche, sans accumulation d'eau, interdire le empilement, couvrir les modules avec une bâche et sécuriser avec des sangles en tissu ou en maille.

4.6 Exigences de progression des modules

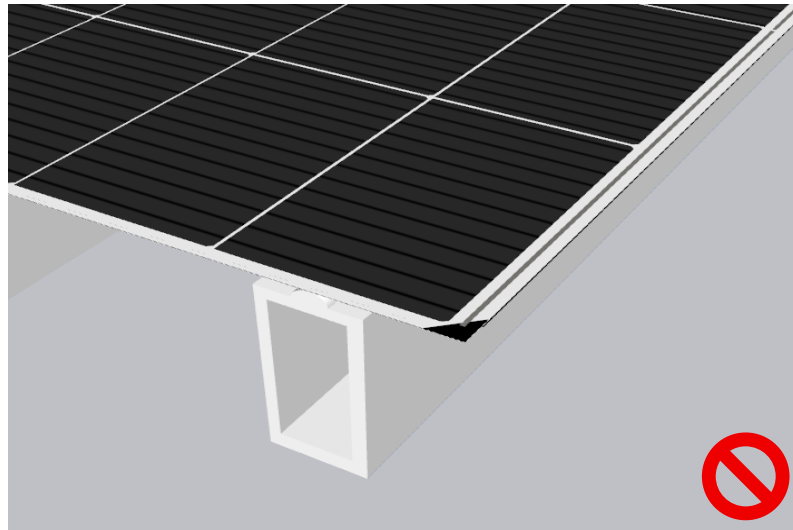
Les modules des séries ZKFN Solar SolarPega et SolarPegaF peuvent être piétinés dans certaines conditions sans causer de dommages aux modules. Si le piétinement est nécessaire, suivez strictement les exigences ci-dessous :

4.6.1 Exigences d'installation

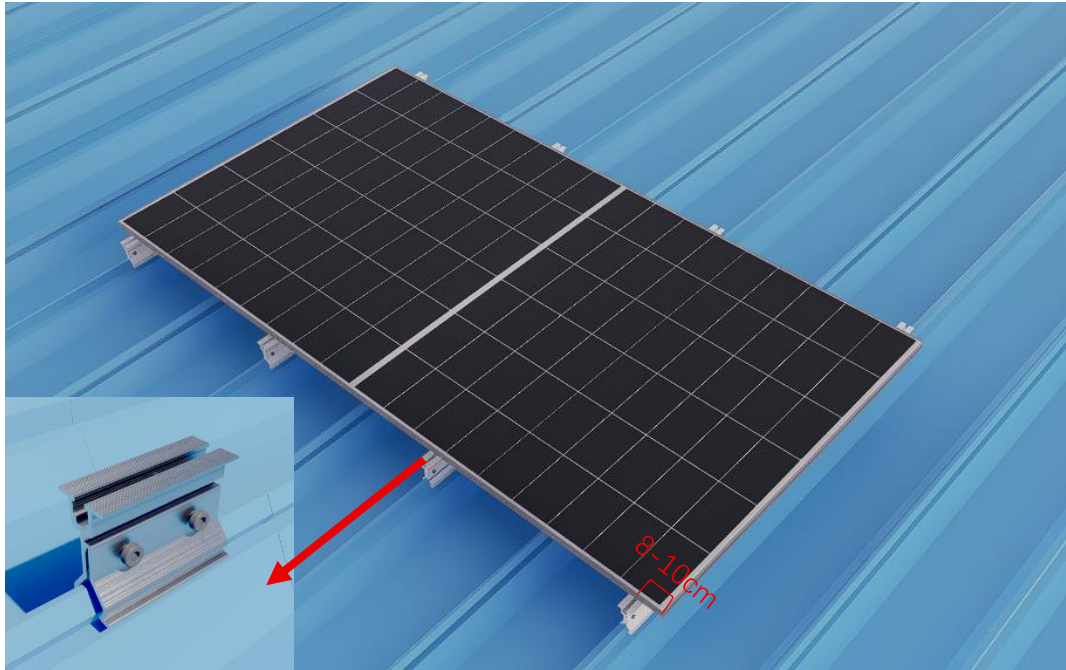
1. Exigences d'installation de la série SolarPega Stepping
 - 8 tubes carrés doivent être utilisés comme support central pour le module, espacés uniformément le long du côté long du module. La longueur de chaque tube carré doit correspondre à la dimension du côté court du module, et les extrémités des tubes doivent dépasser la largeur du module de 5 à 8 mm ;



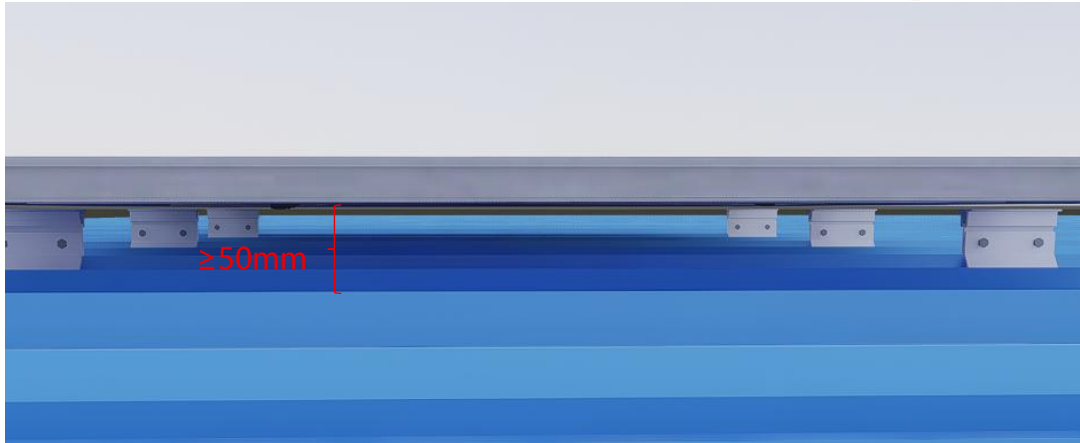
- Le bord court du module doit couvrir $1/2 \sim 2/3$ de la largeur du tube carré le plus extérieur. Il est strictement interdit que le bord du module dépasse le bord extérieur du tube carré, et il ne doit y avoir ni chevauchement insuffisant ni zones non supportées.



- Tous les tubes carrés de support doivent être entièrement collés et fixés au substrat d'installation en dessous à l'aide d'un adhésif structural spécialisé, avec une surface adhésive continue et complète, sans cavités, sans décollement. Après l'installation du module, la surface globale doit être plane, sans déformation ni zones suspendues localisées.
 - Le substrat d'installation sous le module doit être plat, stable, posséder une rigidité structurelle et une capacité de charge suffisantes, sans déformation ni affaissement lorsqu'on le foule. L'erreur de planéité du substrat doit être contrôlée dans une limite de ± 2 mm/m.
2. Exigences d'installation de la série SolarPegaF
- Chaque module doit avoir 8 points de fixation de support uniformément répartis, disposés symétriquement le long des deux grands côtés, avec 4 points par côté. Les points de support utilisent des pinces de rail Quick-clamp compatibles (comme montré) pour la fixation verrouillée.



- Pour les pinces aux extrémités les plus éloignées du côté long du module, la distance centrale par rapport au bord du côté court du module doit être de 8 à 10 cm. Les pinces restantes sur le même côté long doivent être espacées uniformément entre les deux pinces d'extrémité, assurant une répartition uniforme de la force sur l'ensemble du module.
- Toutes les pinces doivent être solidement fixées au substrat d'installation, avec les structures de verrouillage complètement serrées, sans jeu, décalage ou déformation. Après l'installation du module, la surface globale doit être horizontale, sans gauchissement ni zones suspendues supportant une charge.
- La distance suspendue sous le module doit être ≥ 50 mm, c'est-à-dire que le point le plus bas du module doit se trouver à ≥ 50 mm du point le plus haut de la nervure de la tuile en acier.
- La surface d'installation sous le module doit être plane et stable, possédant une rigidité structurelle et une capacité portante suffisantes, sans déformation ni affaissement lorsqu'on la marche dessus. L'erreur de planéité de la surface de support de la pince doit être contrôlée dans les limites de ± 2 mm/m.

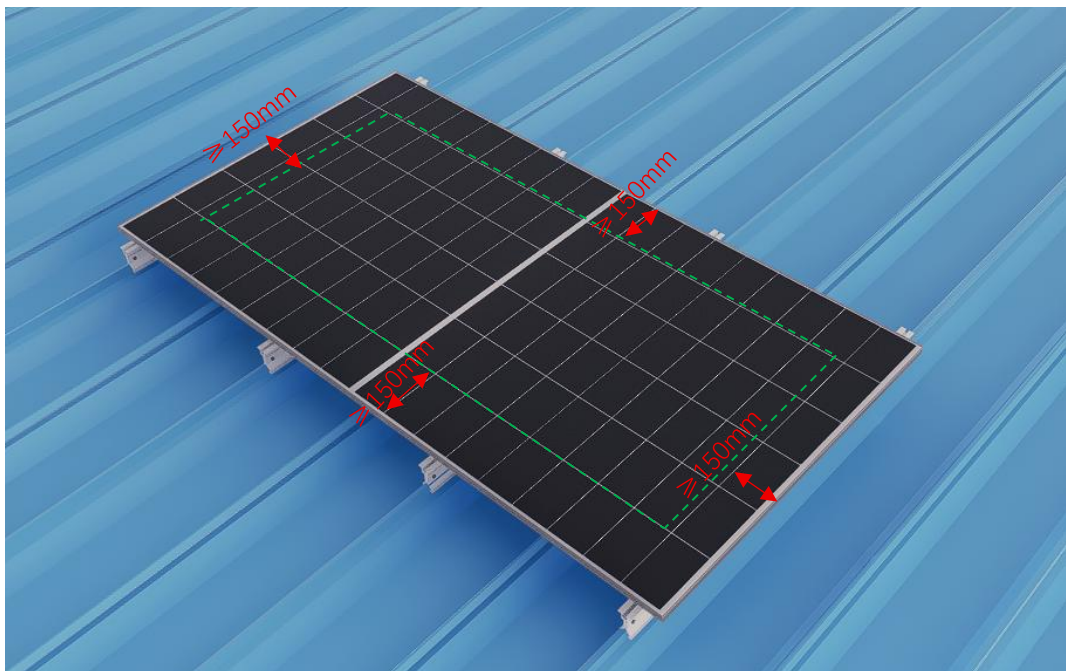


4.6.2 Exigences en matière de personnel

- Le personnel marchant sur les modules doit peser < 80 kg.
- Il faut porter des chaussures de sécurité à semelles en caoutchouc ou des chaussures isolantes à semelles souples. Les chaussures suivantes sont strictement interdites : talons hauts, chaussures en cuir à semelles dures, chaussures à pointes ou tout autre type de chaussure pouvant endommager la surface du module.

4.6.3 Exigences relatives à la position de marche

- Zone de marche autorisée : zone centrale du module, à une distance ≥ 150 mm des bords du module.



- Zones de marche strictement interdites : les bords du périmètre du module, les points de connexion/support du module avec la structure de montage, et les joints du module.

4.6.4 Exigences de spécification opérationnelle

- Avant d'appuyer, le système doit être mis hors tension pour prévenir les accidents.

- Permis : marche lente, station debout.
- Interdit : sauter, rebondir, piétiner, marcher avec force, courir.
- Il est strictement interdit que plusieurs personnes se tiennent sur le même module en même temps. Une seule personne est autorisée à monter sur chaque module à la fois. La durée du séjour doit être minimisée ; quittez immédiatement la surface du module après avoir terminé la tâche.

4.6.5 Autres exigences

- Il est strictement interdit de marcher sur les modules pendant les jours de pluie ou de neige, ou lorsque la surface du module est humide.
- Inspectez visuellement les modules pour des fissures ou des dommages avant de monter ; si des anomalies sont trouvées, il est interdit de monter.
- Les travailleurs doivent porter des harnais de sécurité et d'autres équipements de protection contre les chutes pour le travail en hauteur.
- Lors du transport d'outils, utilisez des sacs à outils. Il est strictement interdit de placer des outils directement sur la surface du module.

Avertissement : SolarPegaL et SolarPegaFL, en raison de l'épaisseur de leur verre avant qui n'est que de 1,1 mm, ne doivent pas être marchés dessus, même si les résultats des tests internes de ZKFN Solar montrent que marcher dessus ne provoque pas de microfissures des cellules ni de défaillance du module.

5. Guide d'opération de déballage

5.1 Déballage des exigences de sécurité

Avertissement - Seuil météorologique pour le déballage : le déballage en extérieur est interdit sous la pluie, la neige ou le brouillard. L'humidité ramollira rapidement les cartons et entraînera une perte de résistance structurelle, pouvant provoquer un glissement des modules ou des blessures pour le personnel. Lorsque la vitesse instantanée du vent sur site atteint ou dépasse le niveau 4 (>7,9 m/s), toutes les opérations de déballage et de manipulation des modules doivent cesser immédiatement.

- Déballage dans les conditions de l'espace : Sélectionnez une zone de sol complètement plane et ferme comme zone de déballage. Assurez-vous que la boîte d'emballage peut être placée horizontalement et de manière stable, avec les quatre coins bien au sol, sans risque de basculement. Lors du retrait des panneaux d'emballage, utilisez des outils de levier appropriés plutôt que de tirer à la main pour éviter que les modules ne se renversent.
- Protection des mains et opérations propres : Tout le personnel doit porter des gants de travail résistants aux coupures et antidérapants lors du déballage et de la manipulation des modules. Cela protège les travailleurs contre les coupures causées par les panneaux d'emballage et les bandes de cerclage, et empêche que l'huile et la sueur des mains contaminent le dos du module (affectant la performance de collage) ou laissent des empreintes digitales sur la face avant.

- Conservation des documents et des informations : Les étiquettes logistiques et d'information sur le produit sont souvent attachées aux cartons d'emballage extérieurs. Enregistrez ou photographiez ces informations avant de déballer. Après l'ouverture, trouvez et conservez en lieu sûr le bon de livraison, le certificat de qualité et le tableau correspondant des numéros de série à l'intérieur de la boîte.
- Principe « Ouvrir et Installer » : Tous les modules déballés doivent être entièrement installés. Aucun empilement sur le site du projet.

5.2 Procédure de déballage standard

1. Retirez l'emballage extérieur : utilisez des outils pour couper et retirer toutes les sangles longitudinales et transversales de l'extérieur de la boîte d'emballage, puis coupez et retirez le film étirable de haut en bas.
2. Vérification des informations : avant de déballer, vérifiez la liste de colisage par rapport au contenu à l'intérieur et à l'extérieur de la boîte selon les informations de l'étiquette externe, en confirmant le modèle, la puissance, la quantité et la cohérence du lot.
3. Ouvrir la boîte et retirer le couvercle : ouvrez le scellé du dessus de la boîte d'emballage, soulevez verticalement toute la structure du couvercle de la boîte et la plaque supérieure anti-vibrations interne placée au-dessus des modules, en les mettant de côté.
4. Retirez les panneaux latéraux et les éléments de remplissage : retirez successivement le panneau d'emballage avant face aux modules, puis retirez les matériaux de remplissage tels que les bandes tampon EVA placées au-dessus des modules.
5. Retirez les modules individuellement : Par paires, tenez-vous du même côté ou de côtés opposés de la boîte, saisissez fermement la zone blanche du côté long du module supérieur, appliquez une force uniforme et tirez-le verticalement vers le haut de la boîte en douceur, puis transférez-le directement sur l'EPE ou la palette en bois désignée dans la zone de stockage de la construction.
6. Empilage temporaire : empilez les modules de manière séquentielle dans un endroit sûr adjacent au point d'installation. Lors du fonctionnement, les boîtiers de jonction doivent être orientés dans la même direction. Insérez les bandes de mousse EVA d'origine entre les modules supérieurs et inférieurs. En aucun cas, la hauteur de l'empilage ne doit dépasser 5 pièces.

Note spéciale pour la série SolarPegaF / SolarPegaFL : En raison du cadre arrière en composite intégré, l'épaisseur globale (25,5 mm) et la rigidité structurelle sont supérieures. Lors de la manipulation, deux personnes doivent coopérer pour tenir le bord vertical long du cadre arrière du module. Une attention particulière à la coordination et à la stabilité est nécessaire lors de la manipulation à deux personnes. Lors de l'empilage temporaire, assurez-vous que les points de contact du cadre arrière se trouvent exactement sur les bandes de mousse EPE en dessous. Le contact direct du cadre arrière avec la zone des cellules du module en dessous est strictement interdit.

5.3 Procédure de Reconditionnement des Modules Restants

Si l'ensemble de la boîte de modules ne peut pas être entièrement utilisé le même jour en raison de modifications du plan de construction, ils doivent être strictement reconditionnés dans la boîte d'emballage d'origine en suivant la procédure standard ci-dessous. Il est interdit de les jeter ou de les laisser éparpillés :

1. Remettez les modules dans la boîte, les boîtes de jonction une en haut, une en bas, les dos des panneaux se faisant face.
2. Placez les bandes EVA supérieures sur les modules, avec un écart d'une bande EVA tenant deux modules.
3. Réinstallez l'emballage extérieur, la plaque de couverture et le couvercle supérieur de la boîte.
4. Rebander avec des bandes de strapping.
5. Couvrez la couche la plus externe avec une housse de pluie et indiquez clairement le statut « Ouvert - Non entièrement installé ».

Remarque : 1. La tension de la bande de cerclage ne doit pas être excessive : lors du re-cerclage avec un outil de cerclage, maintenez une tension modérée suffisante pour fixer solidement la boîte et le couvercle sans mouvement. Ne serrez pas trop les bandes de cerclage afin d'éviter que la pression ne se transmette à travers le couvercle aux cellules du module de la couche supérieure, ce qui pourrait provoquer des micro-fissures. 2. Si le stockage dépasse 3 jours, la boîte d'emballage doit être déplacée dans un environnement intérieur sec et à l'abri de la pluie.

6. Sélection du scénario d'application et solutions d'installation de modules

6.1 Exigences générales d'installation

1. Préparation à l'installation et contrôle de l'environnement du site
 - Exigences de base du site : la zone de travail pour l'installation des modules doit être maintenue sèche, sûre et dégagée d'obstacles, respectant les conditions spatiales et de sécurité pour une construction standardisée.
 - Gestion du stockage et du déballage des modules : Pour les boîtes complètes de modules n'entrant pas encore officiellement dans le processus d'installation, l'emballage scellé d'origine doit rester intact et non ouvert. Une fois les modules retirés de la boîte, ils doivent immédiatement subir des opérations d'installation standardisées, en appliquant strictement le principe « ouvrir et installer » afin d'éviter la dégradation des performances ou les dommages esthétiques causés par une exposition prolongée des modules.
 - Contrôle des conditions météorologiques et environnementales pour la construction : Les opérations d'installation des modules doivent être effectuées pendant des journées ensoleillées et claires de manière continue. Les processus principaux impliquant le collage structurel avec adhésif ou le serrage d'attaches à pince doivent être réalisés par temps clair. Pendant toute l'opération, les modules ne doivent pas être manipulés, et les connecteurs électriques ne doivent pas être

réalisés sous la pluie, le brouillard, une humidité élevée ou des environnements de condensation afin d'éliminer les risques pour la sécurité et les défauts de qualité d'installation.

2. Conception structurelle et exigences de sécurité de charge

- Règles de calcul des charges : Les paramètres de charge fournis dans ce manuel sont des charges de test standard. La charge de conception réelle doit être déterminée de manière globale en fonction de la structure du bâtiment d'installation, des normes d'application du projet, des conditions géographiques et météorologiques du site d'installation, ainsi que des lois et réglementations locales. La vérification de la charge mécanique doit respecter un facteur de sécurité d'au moins 1,5. La formule de calcul est : Charge mécanique = Charge de conception × Facteur de sécurité 1,5.
- Déclaration de limite de responsabilité : La vérification et la confirmation de la charge de conception du projet doivent être effectuées par un fournisseur professionnel qualifié ou un ingénieur inscrit afin de garantir que la conception de la charge est conforme aux réglementations locales et aux conditions réelles du projet.
- Vérification des charges extrêmes : le système d'installation des modules doit passer une vérification spécifique pour les conditions locales de vent extrême et de charge de neige. Lors de l'utilisation d'installations de type colonne, les colonnes et structures de support sélectionnées doivent subir une vérification de charge de manière synchronisée afin de garantir que les charges de vent et de neige sur les modules ne dépassent pas les valeurs maximales autorisées pour le produit, tout en évitant également le stress supplémentaire causé par l'expansion thermique de la structure de support qui pourrait endommager les modules.

3. Exigences techniques pour le système de support et d'installation

- Exigences en matière de matériaux et d'accès : Les structures de support des modules doivent être fabriquées à partir de matériaux durables, résistants à la corrosion et aux UV. Des produits de structures de support testés par des tiers certifiés et répondant aux exigences de conception du projet doivent être utilisés. Les supports et matériaux de soutien non standard et non certifiés sont strictement interdits.
- Exigences de résistance structurelle : La méthode d'installation du module et le système de montage doivent avoir une rigidité et une résistance structurelle suffisantes pour répondre aux exigences d'utilisation dans toutes les conditions de charge de conception prédéfinies, garantissant la sécurité structurelle à long terme des modules en service.
- Spécifications d'installation des pinces : Lors de l'utilisation de dispositifs de type pince, les exigences techniques du fournisseur de pinces doivent être strictement respectées. La pression maximale appliquée par une seule pince ne doit pas dépasser 20 MPa, afin de prévenir des dommages irréversibles tels que la déformation du cadre du module ou la fissuration du verre due à une pression excessive.
- Spécifications d'installation du module
 - ✧ Les modules doivent être installés en toute sécurité sur la structure de support. Il

est strictement interdit que le cadre subisse une tension et une pression latérales afin de prévenir le détachement du cadre, l'écrasement du verre et d'autres défaillances.

- ✧ Un écart d'installation d'au moins 20 mm doit être réservé entre les modules adjacents afin d'éviter les dommages causés par la contrainte de compression due à l'expansion thermique des modules.
 - ✧ Les modules peuvent être installés horizontalement ou verticalement. Pendant tout le processus d'installation, assurez-vous que les trous de drainage du cadre du module ne sont pas obstrués.
 - ✧ Un espace de sécurité doit être réservé entre l'arrière du module et la structure de montage/bâtiment afin d'empêcher que les composants arrière n'entrent en contact avec le dos du module et les circuits internes ou ne les compressent lorsque la surface du module est soumise à une pression externe.
- Exigences d'installation anti-ombrage : Dans les zones où les chutes de neige hivernales sont importantes, la hauteur d'installation du système de support doit être conçue de manière raisonnable afin de garantir que le bord le plus bas du module ne soit pas couvert par la neige dans toutes les conditions. De plus, la hauteur minimale d'installation du module doit être assurée pour éviter l'ombrage causé par les plantes ou les arbres environnants.
4. Spécifications techniques pour l'installation de toits spécialisés
- Exigences générales d'installation de toiture
- ✧ Examen structurel et contrôle de sécurité : Avant l'installation du module, un examen spécialisé de la capacité portante de la structure du toit doit être réalisé pour confirmer que la structure du toit est raisonnable et que la redondance de sécurité répond aux exigences de charge d'installation. La surface du toit désignée pour l'installation des modules doit avoir subi un traitement d'étanchéité complet afin d'éliminer les risques de fuite. Le chevauchement des modules ou le dépassement des limites du toit est strictement interdit.
 - ✧ Exigences relatives aux espaces de ventilation : Un espace suffisant pour la ventilation et la dissipation de la chaleur doit être prévu entre le plan du toit et le plan du module. Dans des conditions normales, la distance libre minimale ne doit pas être inférieure à 30 mm. Une valeur plus élevée peut être adoptée conformément aux réglementations locales en vigueur pour des zones particulières, mais ne doit pas être inférieure au minimum réglementaire obligatoire.
 - ✧ Protection du cycle de vie complet du système de drainage : Tout au long du processus d'installation des modules, de nettoyage et d'exploitation et maintenance (O&M), l'adhésif structurel, les matériaux d'installation et autres objets étrangers ne doivent pas obstruer les trous de drainage du toit ou les trous de drainage du cadre du module, garantissant des systèmes de drainage dégagés.
- Exigences spécialisées pour l'installation de toitures en tuiles d'acier

- ✧ Contrôle de la zone d'exclusion d'installation : les modules PV sont strictement interdits d'installation sur les zones de puits de lumière des toits en tuiles métalliques.
- ✧ Spécifications de prétraitement de la surface d'installation : (i) Lors de l'utilisation de l'installation par collage adhésif structurel, la qualité du prétraitement de la surface d'installation détermine directement le taux de réussite du collage et la durée de vie à long terme du module, représentant un point de contrôle de qualité clé dont l'impact représente au moins 85 %. (ii) Avant l'installation, vérifier de manière exhaustive l'intégrité du support de toit, en confirmant qu'il n'y a ni vieillissement, ni rouille, ni farinage, ni décollement, ni cloques, ni autres défauts. Les zones présentant de la rouille doivent d'abord subir un traitement de décapage de la rouille. (iii) Utiliser les nettoyeurs spécifiés dans l'annexe 1 de ce manuel pour dégraisser et décontaminer soigneusement la surface d'installation, en s'assurant que la surface des tuiles est propre, ordonnée et exempte de corps étrangers, fournissant un support qualifié pour le collage adhésif structurel et garantissant que la résistance du collage respecte les normes.
- ✧ Gestion des obstacles sur la surface des carreaux : Si des rivets se trouvent sur les crêtes de la tôle ondulée en acier et affectent l'ajustement de l'installation du module, ils doivent être meulés ou retirés à l'avance afin de garantir que le module soit installé correctement avec une répartition uniforme de la force.

6.2 Guide de sélection de produit pour scénario complet

La sélection correcte des produits est la base du succès du projet. Veuillez suivre le type de produit préféré en fonction des caractéristiques du scénario.

1. Scénarios préférant la série SolarPega / SolarPegaL (Solution de collage adhésif structurel)

Lorsque les conditions suivantes sont simultanément remplies, la solution de collage structurel direct de la série SolarPega sans cadre arrière est le choix le plus économique et efficace :

- Le substrat du toit est en tôle d'acier de type T ou ondulée avec un pas de corrugation ≤ 350 mm, surface lisse, sans saillies de rivets sur les crêtes et sans piqûres de corrosion irréparables.
- Le toit est un toit plat avec une membrane imperméable, avec un substrat intact et sans cloques ni décollements.



2. Scénarios préférant la série SolarPegaF / SolarPegaFL (Solution de montage par pince/installation rapide) Lorsque l'une des situations suivantes se produit, l'installation par fixation rapide avec pince de la série SolarPegaF avec cadre arrière est la solution privilégiée :

- Le toit est en joint debout, de type faîtage d'angle, ou d'autres profils de tuiles qui peuvent accueillir des pinces mais ne peuvent pas fournir une surface plane continue pour le collage structurel.
- Le projet a une exigence future claire pour le démontage non destructif des modules, comme le besoin d'inspection ou de remplacement périodique du toit.
- Scénarios de toit plat en béton ou avec membrane imperméable utilisant l'installation du système de pince de montage.
- Des calendriers de construction serrés nécessitant une installation rapide par lots et une maintenance flexible par la suite.

3. Sélection entre les types ultra-fins (L/FL) et standard

- SolarPegaL / SolarPegaFL (verre trempé ultra-fin de 1,1 mm) : Poids plus léger (10,0 kg / 13,0 kg), adapté aux scénarios sensibles à la capacité portante des toits et avec des exigences de grande légèreté (par exemple, anciennes usines industrielles/commerciales, bâtiments agricoles, projets nécessitant une grande commodité de transport).
- SolarPega / SolarPegaF (verre semi-trempé revêtu de 1,6 mm) : charge statique frontale plus élevée (3600 Pa), adapté aux zones à fortes charges mécaniques telles que le vent fort ou la neige abondante.

6.3 Précautions d'installation

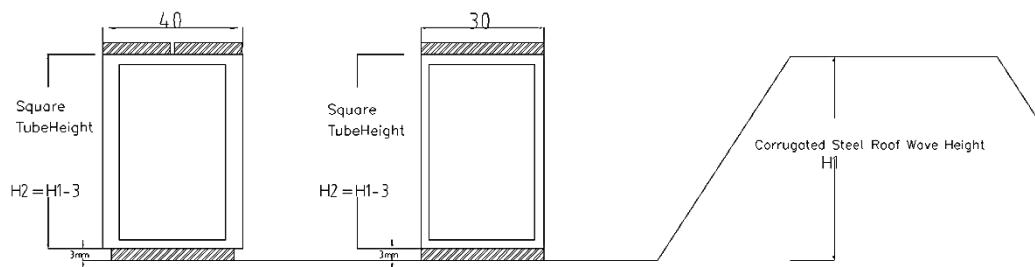
Cette section complète les points opérationnels clés non entièrement couverts dans les exigences générales d'installation ci-dessus. Le superviseur de l'installation doit vérifier chaque élément avant le début des travaux ; ne procéder que lorsque tous les éléments sont validés :

- Orientation d'installation des modules et évitement de l'ombre : Les modules des séries SolarPega et SolarPegaF permettent une installation horizontale ou verticale. Tout obstacle autour de la surface d'installation (comme les murs-rideaux, les ventilateurs, les toits de vérificateur, les tuyaux, les salles d'équipement, etc.) ne doit pas projeter d'ombre sur la surface du module.
- Pré-inspection du toit en tuiles d'acier : Lors de l'installation de la structure en tuiles d'acier, assurez-vous que la surface des tuiles est propre, soignée et exempte de corps étrangers. Traitez les zones rouillées avec un produit de décapage de la rouille pour garantir la résistance de l'adhésion structurelle.
- Travail en équipe de deux personnes : L'opération indépendante par une seule personne est strictement interdite pendant tout le processus d'installation du module. Les opérations doivent toujours être effectuées par une équipe de 2 personnes ou plus travaillant ensemble.
- Fixation des câbles et anti-âge : Après l'installation du module, tous les câbles de sortie et les cavaliers doivent être solidement fixés avec des clips de câble dédiés ou des colliers de serrage résistants aux UV. Aucun câblage ne doit ombrager la zone effective de réception de la lumière des cellules. Les câbles ne doivent pas s'affaisser, accumuler de l'eau ou être exposés directement au soleil pendant de longues périodes.
- Interdiction par temps de pluie et de vent fort : L'installation de modules ou les opérations électriques sont interdites lorsque la zone d'installation est humide ou que la vitesse du vent atteint un niveau affectant le fonctionnement sûr. Pour les modules installés avec collage adhésif structurel, assurez-vous que les processus d'application et de placement de l'adhésif sont entièrement réalisés par temps clair.
- Évitement des zones de soulèvement par le vent : les positions d'installation doivent être planifiées de manière professionnelle afin d'éviter activement les zones présentant des effets de soulèvement importants par le vent, telles que les coins de toit, les bords des avant-toits et les pourtours des lucarnes, empêchant les modules de subir des pressions négatives du vent dépassant les valeurs de conception en conditions météorologiques extrêmes.
- Mesures anti-desserrage et protection des câbles : La friction de surface seule ne doit pas être considérée comme la seule mesure pour empêcher le desserrage des connexions électriques ou mécaniques. La zone autour des bornes de connexion doit être maintenue propre et exempte de débris pour éviter l'usure mécanique ou le stress sur l'isolation du conducteur.
- Fixation des cavaliers : les câbles de bornier du module et les cavaliers ajoutés doivent être protégés mécaniquement à l'aide de conduits flexibles ou de tubes en PVC résistants aux UV. Lors de la connexion des cavaliers, utilisez des outils de

sertissage dédiés pour la fixation. Les connexions doivent être complètement et solidement assemblées. Les connexions lâches ou défectueuses sont strictement interdites.

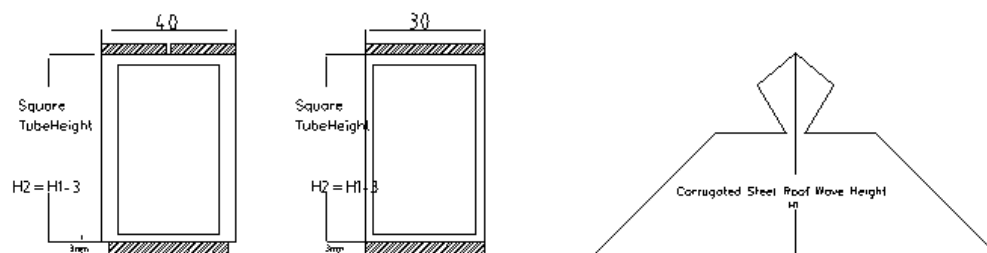
- Prévention du détachement du cadre du module : Pour la série SolarPegaF / SolarPegaFL avec cadre arrière, afin de prévenir le détachement du module après l'installation, il faut sélectionner les pinces correspondantes fournies par ZKFN Solar.
- Correspondance des spécifications des connecteurs : Les câbles de prolongation de champ ou les câbles de raccordement connectés aux câbles de module doivent utiliser des connecteurs du même fabricant, du même modèle et présentant des spécifications équivalentes à celles du connecteur du module. Il est interdit de mélanger des marques ou des séries différentes.
- Détermination des dimensions du tube carré de nivellement

Type T:



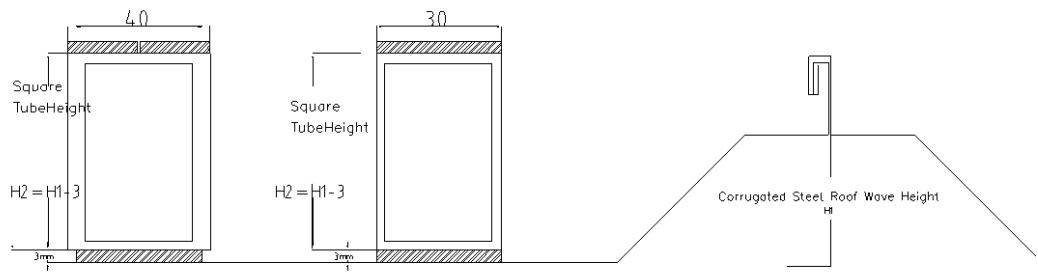
Dimensions Above: $B = 30\text{mm}$, $H2 = (H1 - 3\text{mm}) \pm 2\text{mm}$

arête de l'angle:



Dimensions Above: $B = 30\text{mm}$, $H2 = (H1 - 3\text{mm}) \pm 2\text{mm}$

joint debout







Dimensions Above: $B = 30\text{mm}$, $H2 = (H1 - 3\text{mm}) \pm 2\text{mm}$

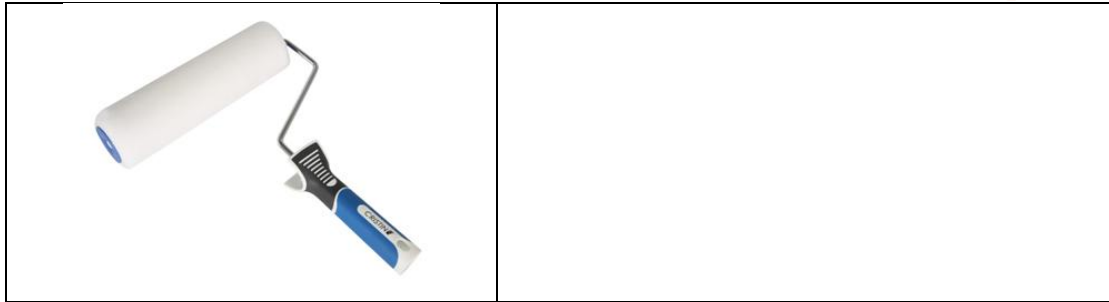
6.4 Solutions d'installation des modules des séries SolarPega / SolarPegaL

La méthode d'installation principale pour la série SolarPega / SolarPegaL est l'installation par collage adhésif structural direct, ne nécessitant pas de cadre de montage ni de rails, adaptée aux tuiles en acier de type T, aux tuiles en acier ondulé, aux membranes d'étanchéité de toiture plate et à d'autres scénarios. Les instructions détaillées d'installation sont les suivantes.

6.4.1 Préparation avant l'installation

1. Consommables et préparation des outils : adhésif structural, pistolet à colle, chiffon sans peluche, nettoyant pour substrat spécifié, corde à tracer, ligne de niveau de construction, rouleau en plastique, tube carré (pour les scénarios de surplomb), outils de construction, outils isolés, équipement de protection individuelle.

<p>Pistolet à colle électrique</p> 	<p>Adhésif structural</p> 
<p>Ligne d'encre</p> 	<p>Chiffon non pelucheux</p> 
<p>Tambour doux</p>	<p>Tube carré rembourré</p>



2. Exigence générale de la zone de liaison :

La zone de liaison du module doit être : $\geq 800 \text{ cm}^2$ (Dans cette condition, la résistance maximale typique à la traction d'un seul module est de 1771 kg (17,4 kN)).

3. Précautions générales d'installation :

- L'installation de modules est interdite lorsque la force du vent \geq niveau 4.
- L'installation de modules est interdite par temps de pluie ou de neige.
- La surface d'installation doit être maintenue sèche, exempte de corps étrangers.
- Après l'application de l'adhésif, installez le module aussi rapidement que possible, dans les 5 minutes, afin d'éviter que la formation d'une pellicule en surface de l'adhésif structurel n'affecte la résistance du collage.

6.4.2 Solution d'installation de membrane d'étanchéité pour toit plat

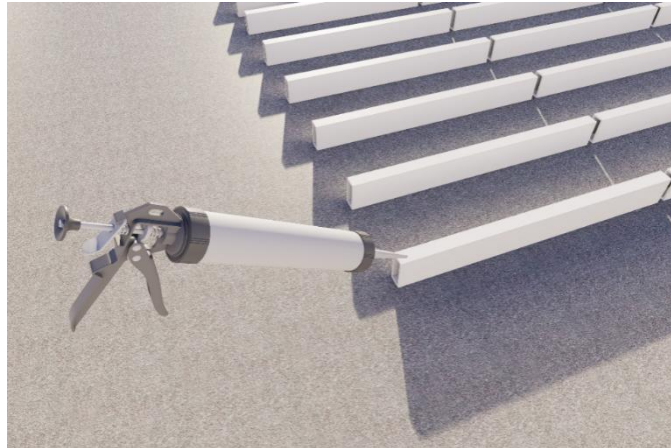
(1) Conditions préalables à l'installation

- La membrane d'étanchéité du toit n'a ni vieillissement, ni décollement, ni écaillage, ni cloquement. Le support est plat.
- Adhésion à un point unique sur la base $\geq 40 \text{ kg}$ (surface à point unique : $4 \times 4 \text{ cm}^2$).
- Zone d'installation dégagée de tout ombrage permanent provenant des murs de parapet, des locaux techniques, des bâtiments environnants, etc.

(2) Procédure d'installation

1. Positionnement et disposition : Sur la base des plans de conception et des résultats de vérification des ombres sur site, marquer les lignes de référence pour le collage des tubes carrés sur le toit. S'assurer que les tubes carrés sur le même toit sont placés parallèlement avec un espacement uniforme. Après le collage, les surfaces supérieures de tous les tubes carrés doivent se situer sur le même plan horizontal. (i) Chaque module utilise au moins 6 supports en tube carré, répartis de manière uniforme le long de la longueur du module.
2. Traitement de nettoyage : Essuyez les tubes carrés et les zones de liaison du toit avec un chiffon non pelucheux imbibé de nettoyant pour enlever la poussière, l'huile et les débris. Assurez-vous que les surfaces sont sèches et propres.
3. Collage de tube carré : Selon le positionnement du design, coupez la buse de colle en angle. Extrudez des bandes adhésives triangulaires (environ 10 mm de large, 8 mm de

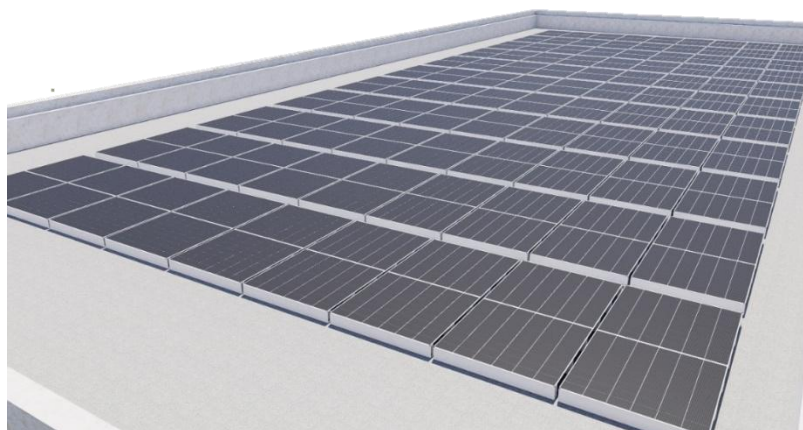
haut) le long des positions de collage du tube carré à une vitesse uniforme d'environ 10 cm/s. Ensuite, appuyez fermement le tube carré sur les bandes adhésives.



4. Application de l'adhésif sur le dessus des tubes carrés : Après que les tubes carrés sont positionnés et collés, appliquez une autre bande adhésive triangulaire continue (d'environ 10 mm de large, 8 mm de haut) le long de la ligne médiane sur le dessus des tubes carrés, en utilisant une vitesse d'application d'environ 10 cm/s.
5. Placement du module (5 minutes d'or) : le placement du module doit être effectué dans les 5 minutes suivant l'application de l'adhésif. Deux personnes se font face, saisissent les bords blancs du module avec les deux mains, abaissent leur centre de gravité et placent précisément le module dans la zone de collage en utilisant la méthode « positionner d'abord le bord de référence, puis abaisser lentement à plat », en s'assurant qu'il est parfaitement horizontal et niveau. Ne pas soulever et repositionner après le placement.



6. Protection de durcissement : Après la liaison, ne pas toucher pendant 24 heures (se référer à l'annexe 2 pour le temps de durcissement spécifique).



6.4.3 Solution d'installation de toiture en tuiles d'acier

(1) Compatibilité du type de carreau et sélection de la méthode de liaison

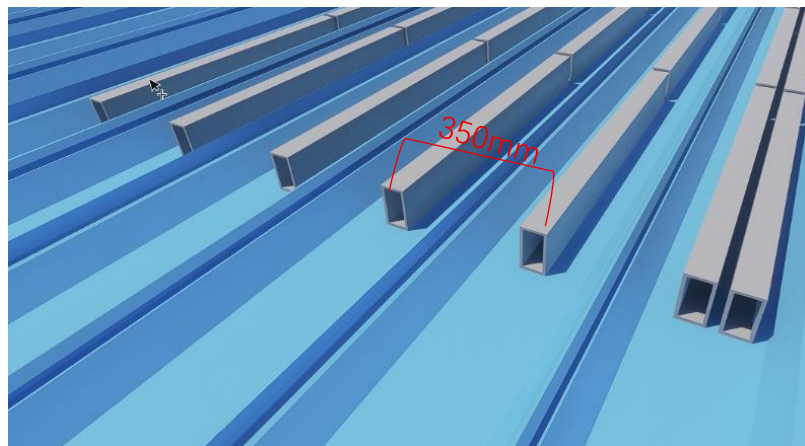
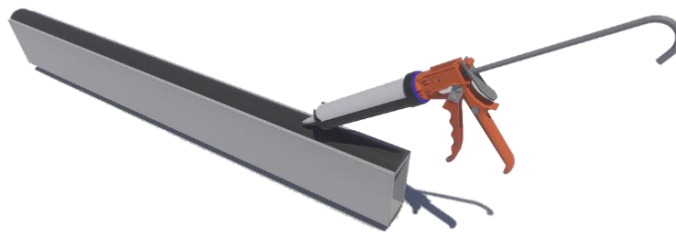
Type de tuile en acier	Méthode de liaison recommandée	Orientation d'installation du module (côté long)
Tuile en acier de type T	Support de tube carré à liaison directe	Perpendiculaire à la ondulation
Tuile en acier ondulé	Collage direct	Perpendiculaire à la ondulation
Tuile en acier à arête d'angle	Doit utiliser le collage de tube carré	Perpendiculaire à la ondulation
Tuile en acier à joint debout	Doit utiliser le collage de tube carré	Perpendiculaire à la ondulation

Remarque : la zone de collage du module doit être $\geq 800 \text{ cm}^2$. Dans des conditions de zone de collage satisfaisantes, la résistance maximale typique à la traction est de 1771 kg (17,4 kN).

(2) Procédure générale de construction

1. Prétraitement du toit : Utilisez le nettoyant spécifié pour nettoyer soigneusement la zone de liaison du toit, en éliminant la poussière, l'huile, la rouille et les débris. Assurez-vous que la surface de liaison soit sèche, propre et plane. Les tuiles en acier présentant de la rouille doivent d'abord subir un traitement antirouille et une remise en état. L'installation sur des toits avec de la peinture écaillée, ramollie ou effondrée est interdite.
2. Mise en page et positionnement : Sur la base des dessins de conception et des résultats de vérification des ombres sur site, marquer les lignes de référence de liaison des tubes carrés dans les vallées des tuiles en acier. S'assurer que les tubes carrés sur le même toit sont placés parallèlement avec un espacement uniforme. Après la liaison, les surfaces supérieures de tous les tubes carrés doivent se trouver sur le même plan horizontal.

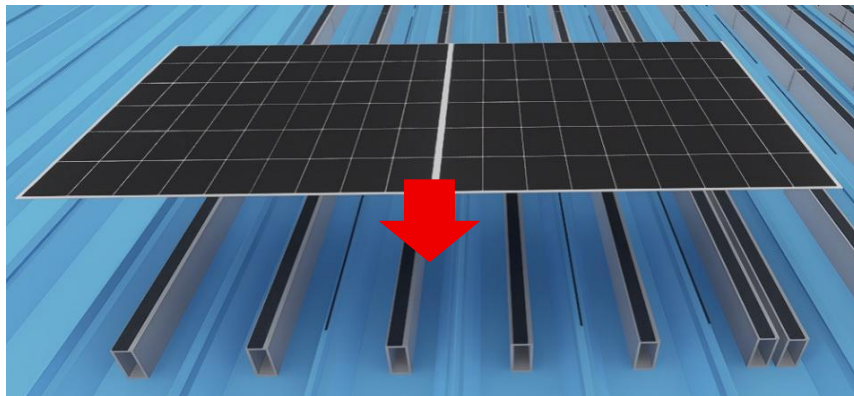
- (i) Chaque module utilise au moins 6 supports en tube carré, répartis uniformément le long de la longueur du module.
 - (ii) Si la position du tube carré interfère avec une crête de ondulation, la position du tube peut être ajustée de manière appropriée.
 - (iii) S'il y a des joints de la crête à l'avant-toit, le joint doit se situer entre les modules. Un seul module ne doit pas s'étendre sur un joint.
3. Collage de tube carré (Applicable aux scénarios angle-crête, joint debout et T auxiliaire) : (i) Appliquer un adhésif continu et uniforme dans les vallées des tuiles en acier. L'application ponctuelle ou segmentée de l'adhésif est interdite. (ii) Coller les tubes carrés : largeur du tube ≥ 30 mm. (iii) La longueur de l'adhésif structural L₂ est égale à la largeur du module. (iv) Appliquer l'adhésif uniformément sur la surface supérieure des tubes carrés.



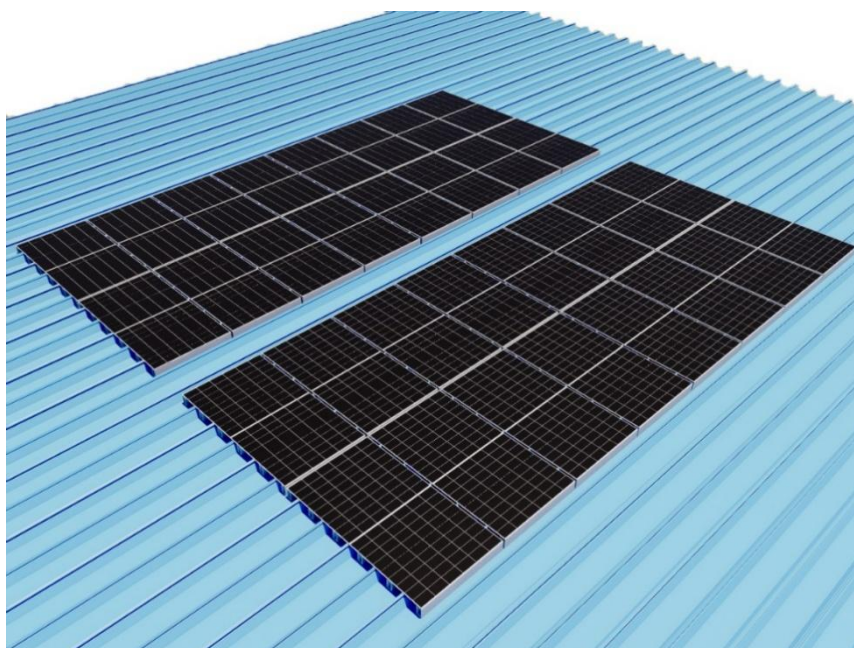
4. Application d'adhésif sur le dessus des tubes carrés : Coupez la buse de colle en biais. Extrudez des bandes d'adhésif triangulaires (environ 10 mm de large, 8 mm de haut) à une vitesse uniforme d'environ 10 cm/s le long du dessus des tubes carrés.



5. Installation du module : Placez le module SolarPega / SolarPegaL sur les tubes carrés. Utilisez un rouleau souple pour appliquer une pression de roulement uniforme afin de garantir un contact complet des bandes adhésives.



6. Inspection post-installation Assurez-vous que les modules sont horizontaux et verticaux, sans bords suspendus, et qu'aucun excès d'adhésif ne contamine les cellules.



(3) Exigences spécifiques pour les tuiles en acier ondulé

- En raison de la surface courbée des tuiles ondulées, l'adhésif structural doit être appliqué à la ligne du point le plus haut de chaque crête.
- Positionnez pour éviter les zones d'ombre et les joints de toit. Les joints doivent être placés entre les modules.
- Les ondulations doivent être droites, sans protubérances de rivets sur les sommets. Les rivets existants sur les ondulations doivent être limés ou retirés au préalable.
- Une installation horizontale (le côté long du module perpendiculaire à la ondulation) ou une installation verticale (le côté long parallèle à la ondulation) peut être choisie.

(4) Avertissement spécifique pour arête d'angle / joint debout

Avertissement - Avis important : Les tuiles en acier à angle de crête présentent des défauts inhérents de déviation de hauteur de crête et de largeur de liaison effective insuffisante sur les ondulations. Les tuiles en acier à joint debout sont des structures de joint s'emboîtant, sans substrat de liaison plat continu de grande surface. Les deux types de tuiles sont strictement interdits d'installation par collage direct. La solution de support de nivellement à tube carré SolarPega/PegaL doit être utilisée, ou il est conseillé de préférer la solution de pince SolarPegaF/PegaFL.

Solutions d'installation des modules de la série 6.5 SolarPegaF / SolarPegaFL

La méthode d'installation principale pour la série SolarPegaF / SolarPegaFL est le dispositif de fixation Quick-Clamp à cadre arrière pour une installation rapide, ne nécessitant pas de rails, permettant le retrait rapide des modules sans destruction, adaptée à tous les scénarios, y compris les toits en tuiles métalliques et les toits plats.

6.5.1 Préparation avant l'installation

- Inspection du substrat du toit : Vérifiez l'état du substrat du toit en acier/tuile plate. Les tuiles en acier ne doivent présenter aucun ramollissement, affaissement ou corrosion sévère. Le toit doit être nivelé sans différence de hauteur significative. L'installation de modules sur les puits de lumière est interdite.
- Étude du site et évaluation des ombres : Évaluer de manière exhaustive toutes les sources d'ombre, y compris les murs-rideaux, les ventilateurs, les toits monitors, les poteaux de caméra, les équipements, etc. Utiliser une simulation de l'ensoleillement pour confirmer que la zone d'installation des modules ne présente pas d'ombre fixe permanente tout au long de l'année.
- Vérification de la compatibilité des pinces et du toit : Assurez-vous que le modèle de pinces à utiliser correspond au profil de tuiles en acier sur site. Se référer à l'annexe 4.
- Étalonnage de l'outil : Un clé dynamométrique numérique étalonnée et dans sa période de validité doit être utilisée. Pour les boulons M8 utilisés pour le serrage des pinces, le couple de serrage final doit être strictement réglé entre 15 et 20 N·m (Référence : GB 50205-2020). Un couple insuffisant entraîne une fixation défaillante ;

un couple excessif peut écraser ou endommager le cadre arrière composite du module.

- Positionnement et disposition : Selon les plans de conception, utilisez un trait d'encre pour marquer les positions des pinces et des bases, en assurant une répartition uniforme, un alignement horizontal et vertical.
- Préparation des outils et consommables :

<p>Clé dynamométrique</p> 	<p>Serres-câbles PV</p> 
<p>Serre-joints à serrage rapide</p> 	<p>boulons hexagonaux</p> 
<p>ligne d'encre</p> 	

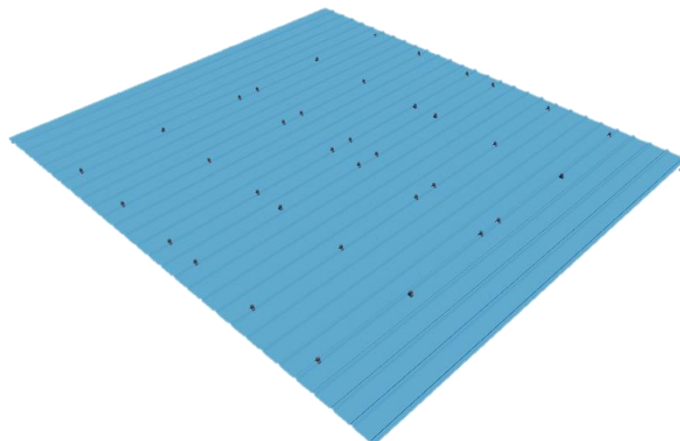
6.5.2 Solution d'installation de pince pour toit en tôle d'acier (Quick-Clamp)

(1) Conditions préalables à l'installation

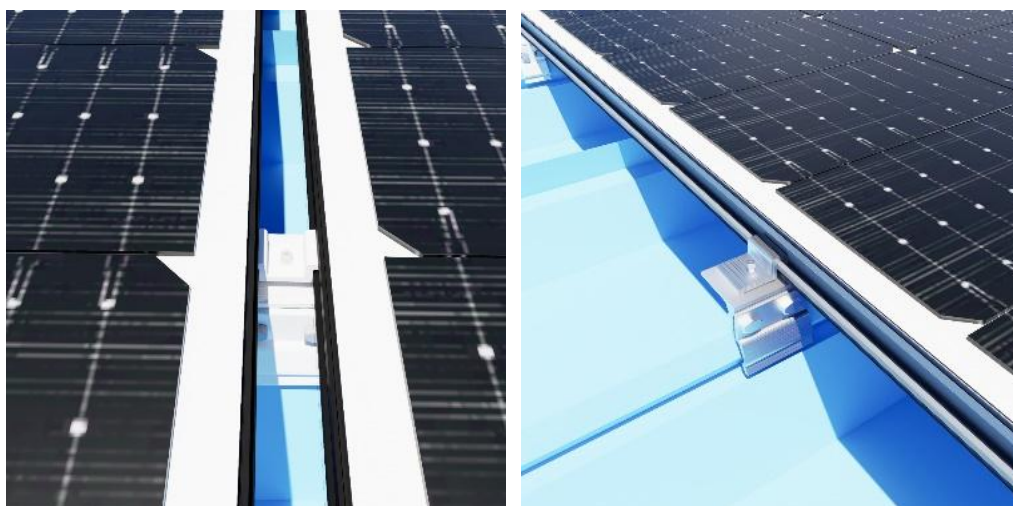
- Applicable à tous les types de tuiles courants (type T, ondulée, à angle de faîtage, à joint debout, à joint debout rond).
- L'environnement d'installation est propre, aucun débris n'affecte la stabilité de la pince.

(2) Procédure d'installation

1. Positionnement et fixation des pinces : Positionnez les pinces selon les dessins. L'espacement des pinces doit être uniformément réparti. Le point central des pinces à chaque extrémité doit se situer à environ 10 à 15 cm du bord du côté court du module.



2. Installation de la première pince : en respectant strictement l'espacement indiqué sur les plans de conception, placez et fixez la première pince dédiée. Pour les carreaux de type T, utilisez des vis autotaraudeuses ou un adhésif structural pour une fixation auxiliaire. Pour les types à angle de faîtage et à joint debout, utilisez des boulons de verrouillage pour serrer les nervures des tuiles.



3. Pose du premier module de référence : Deux personnes manipulent un module SolarPegaF / SolarPegaFL, le plaçant sur les pinces selon le positionnement des pinces.
4. Fixation par pince : Fixez les écrous du boulon de la pince et serrez à l'aide d'une clé dynamométrique, couple standard 15~20 N·m.
5. Installation par lot : Pour les modules suivants, utilisez le précédent comme référence, en répétant le processus : « Placer le module → Placer la pince → Serrer → Inspecter. »

6. Lors de l'installation des pinces centrales, utilisez un portique de construction PV ou des coussins en mousse de construction PV pour la protection.

(3) Points clés d'installation

- Deux personnes coordonnent la manipulation des modules, les plaçant doucement sur les pinces. Ne saisissez pas les boîtes de jonction ou les câbles pour la manipulation. Ne frappez pas et ne laissez pas tomber les modules.
- Utilisez une clé dynamométrique pour serrer les boulons, couple de serrage standard 15~20 N·m. Il est interdit de trop serrer ou de ne pas serrer suffisamment.
- L'installation du module doit être horizontale et verticale. L'espacement des modules suit les plans de conception, espacement standard de 20 mm, en s'assurant que les pinces peuvent correctement presser le cadre arrière du module.
- Avant d'installer le module suivant, connectez à l'avance les connecteurs du module précédent.
- Après l'installation d'un seul module, vérifiez l'état de la pince et le serrage de la pince pour vous assurer qu'il n'y a pas de desserrage ou de désalignement.

7. Spécifications des travaux de connexion et de câblage

7.1 Exigences de routage et de fixation des câbles

- Spécification des câbles du système : à l'exception des câbles de sortie des modules, tous les câbles principaux DC sur site doivent être des câbles spécifiques PV certifiés TÜV ou par une autorité équivalente, 1500V, conducteur en cuivre, section d'au moins 4 mm², indice de température d'au moins 90°C, avec une excellente résistance aux UV et des propriétés anti-vieillessement.
- Principe de routage anti-ombrage : La responsabilité principale du câblage est « Pas d'ombrage ». Tous les chemins de câbles doivent être planifiés avec précision et solidement fixés à l'aide de clips de câbles en acier inoxydable de type C dédiés ou de colliers de serrage en nylon résistants aux UV sur le châssis arrière du module, les tubes carrés ou les canaux de fixation des câbles sur la feuille arrière. Les câbles ne doivent pas être suspendus, balancés ou directement posés sur le toit formant des coudes de stagnation d'eau dans toutes les conditions de fonctionnement.
- Protection des connecteurs : Tous les connecteurs branchés dans les chaînes ou entre les chaînes ne doivent pas être posés à plat ni suspendus en contact avec les toits métalliques, les crêtes de tuiles en acier ou les surfaces où s'accumule la poussière/eau. Ils doivent être fixés à l'aide de manchons de protection pour connecteurs dédiés et de clips de câble élevés sur les poteaux derrière les modules.
- Rayon de courbure minimum : Lors du câblage autour des angles, l'exigence du rayon de courbure minimum doit être strictement respectée. En général, cette valeur est de 10 à 12 fois le diamètre extérieur (OD) du câble. Une fl

exion excessive peut endommager le noyau en cuivre interne, augmenter la résistance et créer des points chauds potentiels.

7.2 Spécifications de mise à la terre

1. Exemption de mise à la terre du module : Étant donné que la conception de tous les modules des séries SolarPega/PegaL et SolarPegaF/PegaFL n'utilise aucun cadre métallique externe non isolé (bordure), les modules eux-mêmes constituent une structure d'isolation complète de classe II. Par conséquent, aucun traitement de mise à la terre explicite n'est requis pour aucune partie du corps du module.
2. Conception de la mise à la terre du système : Cette exemption ne modifie pas les exigences de mise à la terre pour la protection contre la foudre du système PV.

8. Instructions de travail pour l'installation électrique

8.1 Exigences Générales pour l'Installation Électrique

1. Personnel certifié et fonctionnement hors tension : les travaux d'installation électrique et de câblage sont limités au personnel autorisé possédant une certification d'électricien. Avant de commencer les travaux, assurez-vous que les interrupteurs CC et CA sont en position OFF, mettez en œuvre une procédure efficace de consignation/étiquetage (LOTO) et vérifiez l'absence de tension avec un multimètre avant de continuer.
2. Application du facteur de correction de conception 1,25 : Un facteur de sécurité de conception doit être utilisé lors de la configuration des disjoncteurs du système, des fusibles, de l'ampacité des câbles et de la tension maximale d'entrée de l'onduleur. Tous les calculs doivent être basés sur les valeurs limites de V_{oc} multipliées par 1,25, I_{sc} multipliées par 1,25 à partir de la fiche technique du module.
3. Protection contre les arcs électriques (AFCI) : Pour prévenir les risques potentiels d'arcs et d'incendie en courant continu, l'onduleur ou le dispositif d'arrêt multifonction choisi pour la centrale électrique doit disposer et activer une fonction AFCI (Interrupteur de circuit en cas d'arc) disponible.

8.2 Spécifications de connexion en série/parallèle des modules

1. Principe d'homogénéité des chaînes : Dans un canal de suivi MPPT, seuls les modules totalement identiques sont autorisés : même modèle, même lot, même inclinaison et orientation d'installation. La violation de ce principe entraînera de lourdes pertes internes dues à un désaccord du point de fonctionnement.
2. Calcul de tension extrême : Lors de la connexion de modules en série, la tension en circuit ouvert doit être corrigée en utilisant la température historiquement la plus basse enregistrée par le bureau météorologique local, garantissant que la tension

totale en circuit ouvert de la chaîne à toute température minimale possible soit inférieure à la tension d'entrée maximale en courant continu de l'onduleur.

3. Avertissement de danger de polarité inversée : Si deux chaînes parallèles sont connectées avec une polarité inversée (positif à négatif), un courant de circulation forcée massive est immédiatement généré, ce qui peut brûler irréversiblement les diodes de dérivation du module et la boîte de jonction en quelques millisecondes.

8.3 Sélection et exigences d'installation des fusibles

1. Limites de protection contre les surintensités : les données techniques du module indiquent que le calibre maximum du fusible en série est de 25 A. Comme il s'agit d'une valeur limite pour ce module flexible, dans tout scénario avec plus de 2 chaînes en parallèle, chaque chaîne individuelle doit être connectée en série avec un fusible PV spécifique à courant continu de 25 A.
2. Protection de polarité indépendante : Les porte-fusibles doivent être configurés à la fois sur les fils positifs et négatifs. Une solution utilisant un seul fusible commun après la connexion de la barrette multi-circuits n'est pas recommandée.

8.4 Spécifications d'utilisation et de protection des connecteurs

1. Interdiction de mélanger différents fabricants et modèles :

Avertissement - Avis important : Sur tout le côté CC du système PV, depuis les câbles de sortie des modules, les liaisons réalisées sur le terrain (câbles d'extension de chaîne), jusqu'aux entrées du coffret de combinage et de l'onduleur, toute connexion doit garantir que les connecteurs mâle et femelle proviennent du même fabricant et appartiennent à la même série de modèles de produits. Les connecteurs de différents fabricants (y compris les marques dites « compatibles MC4 »), et même les différentes gammes de produits d'un même fabricant, diffèrent par la formulation du matériau d'isolation, la tolérance du diamètre extérieur des broches de contact en métal, le processus de placage, la force de serrage du ressort et le matériau du joint d'étanchéité. Mélanger des connecteurs de fabricants ou de modèles différents est une pratique non standard très dangereuse, entraînant les conséquences suivantes :

- Engagement incomplet : l'incompatibilité de tolérance entre les pièces mâle et femelle empêche un verrouillage et un scellement mécaniques complets, laissant des écarts microscopiques.
- Pénétration d'humidité et corrosion électrochimique : les micro-fissures dans les environnements extérieurs à forte humidité, sous pluie et condensation créent un « effet capillaire » attirant l'humidité, provoquant des réactions galvanique aux surfaces de contact de différents métaux, accélérant la corrosion des contacts.
- Augmentation anormale de la résistance de contact : la corrosion et un stress de contact insuffisant font que la résistance de contact se multiplie, entraînant un échauffement anormal au point de connexion. La chaleur accélère en outre le vieillissement des matériaux, créant un cercle vicieux.

- Arc et incendie en courant continu : en fin de compte, des points de connexion fortement dégradés ou presque desserrés, sous un courant continu haute tension, subiront un arc continu. La température élevée est suffisante pour faire fondre le boîtier du connecteur, enflammer les matériaux combustibles environnants, causant directement un incendie électrique catastrophique.

Par conséquent, le département de projet doit se procurer de manière centralisée des connecteurs du même lot, de la même marque et du même modèle pour tout le câblage sur site, et il est interdit de mélanger des connecteurs provenant de sources différentes pour des raisons d'économie ou de commodité.

2. Pas de substituts : Pendant la construction, l'utilisation de ruban isolant, de capuchons pour fils ou de connecteurs de séries ou de marques différentes pour le soi-disant « raccordement » ou « réparation » de tout connecteur dans ce système est interdite. En cas de présence, ils doivent tous être coupés et remplacés.
3. Vérification finale de l'engagement : Lors de l'engagement des connecteurs, un « clic » distinct doit être entendu, puis essayez de tirer dans la direction opposée avec force pour vous assurer qu'il ne peut pas être désengagé, indiquant que les contacts plaqués argent ont atteint un engagement complet et un verrouillage automatique.

9. Spécifications d'exploitation et de maintenance

Les modules nécessitent une inspection et un entretien réguliers, en particulier pendant la période de garantie. Pour assurer des performances optimales des modules, ZKFN Solar recommande les mesures d'entretien suivantes (Reportez-vous au « Manuel d'exploitation et de maintenance des modules solaires légers ZKFN Solar SolarPega & SolarPega F Series » pour plus de détails) :

9.1 Inspection de routine

1. Inspection visuelle du module : (i) Vérifier les dommages du module. (ii) Vérifier la présence d'objets tranchants en contact avec la surface du module.
2. Vérification de l'ombre : vérifiez si les modules sont ombragés par des obstacles ou des objets étrangers. Évitez l'ombrage provenant des arbres nouvellement poussés, des poteaux nouvellement érigés, etc.
3. Vérification de l'intégrité structurelle : Vérifiez le décollement de l'adhésif spécial entre les modules et le toit, ainsi que si les vis de serrage/fixation sont desserrées. Ajustez ou réparez rapidement.

9.2 Spécifications de nettoyage du module

1. Nettoyage régulier : L'accumulation de poussière ou de saleté sur les surfaces des modules réduit la production d'énergie. Nettoyez régulièrement pour maintenir la propreté des surfaces. En général, nettoyez au moins une fois par

mois, en augmentant la fréquence dans des conditions environnementales difficiles.

2. Chronométrage sûr et volume d'eau : Rincer d'abord à l'eau propre, puis sécher avec un chiffon doux. Ne pas utiliser de solvants corrosifs ou d'objets durs pour essuyer les modules photovoltaïques. Nettoyer les modules photovoltaïques sous un éclairage inférieur à 200 W/m². Ne pas nettoyer les modules photovoltaïques par vent supérieur au niveau 4, forte pluie ou forte neige.

Avertissement - Avis Important : Si vous devez marcher sur les modules pour une maintenance urgente, assurez-vous que l'installation a suivi le schéma d'installation piétonnier. Pour les modules non installés selon le schéma d'installation piétonnier, ne marchez absolument pas, ne vous tenez pas debout et ne vous asseyez pas sur les modules pour le nettoyage ou la maintenance.

4. Zones d'interdiction d'eau : Ne pas utiliser de jets d'eau à haute pression pour rincer directement les joints et les connecteurs des boîtes de jonction de près à tout moment.

9.3 Exigences relatives à l'inspection périodique du système électrique

Inspection des connecteurs et câbles du module :

(i) Inspection spéciale recommandée tous les six mois. (ii) Vérifier le câblage PV pour détecter des signes de vieillissement, y compris les dommages possibles causés par les rongeurs, le vieillissement dû aux intempéries, et vérifier que tous les connecteurs sont bien connectés et exempts de corrosion. (iii) Accorder une attention particulière à la température infrarouge thermique des connecteurs. Si un connecteur d'une paire est quelques degrés plus chaud que l'autre ou que le conducteur du circuit, c'est un signe d'augmentation de la résistance de contact. Couper l'alimentation, ouvrir et vérifier si les contacts à ressort ont perdu leur élasticité ou sont oxydés. Les paires de connecteurs défectueuses doivent être coupées et entièrement remplacées.

10. Annexes

Annexe 1 : Produits de nettoyage recommandés pour différents types de toitures

Type de toit	Nom de nettoyeur recommandé
Tubes carrés, PVC, asphalte, EPDM et autres toitures flexibles en plastique	Chine : RA-1033 Nettoyeur plastique professionnel ; À l'étranger : Utiliser un nettoyeur non corrosif recommandé par le fabricant de matériaux de toiture
Carreau en acier, toit en verre, types de toits métalliques	Alcool isopropylique à 90 % Eau déionisée à 10 %, bien mélanger avant utilisation. Ne pas utiliser de solvants contenant des cétones ou des hydrocarbures aromatiques

Utilisez les nettoyeurs ci-dessus ou ceux recommandés par le fournisseur du matériau de toiture.

Annexe 2 : Spécifications de construction des adhésifs structurels

Norme de coupe de buse : buse à coupe d'angle standard. À une vitesse d'extrusion de 10 cm/s, elle devrait former une bande standard complète de 10 mm de largeur et 8 mm de hauteur.



Interdictions d'application de l'adhésif : Sauf pour une opération continue, l'application segmentée, ponctuelle ou en zigzag de l'adhésif dans une zone de collage est interdite. La vitesse d'application de l'adhésif doit être uniforme avec l'actionnement de la gâchette du pistolet à colle.

Relation entre durcissement et charge : Les données suivantes servent de base à la conception de l'organisation de la construction. Lorsque la température ambiante est inférieure à 5°C, le temps de séchage en surface et le temps d'établissement de la résistance finale de l'adhésif structurel augmenteront de manière exponentielle. En général, au moins 48 heures de durcissement sans perturbation sont nécessaires.

Plage de température ambiante	Temps de durcissement minimum recommandé (non perturbé)
25°C - 40°C	24 heures
10°C - 25°C	48 heures
0°C - 10°C	72 heures
En dessous de 0°C	Installation non recommandée

Comparaison correcte vs incorrecte de l'opération de laminage :

Élément de comparaison	Opération correcte	Opération incorrecte
Hauteur de la bande adhésive	Hauteur > 8 mm (Correct)	Hauteur < 5 mm (Mauvaise mouillabilité de l'adhésif)
Méthode de roulage	Utilisez un rouleau en plastique pour un roulage uniforme	Roulage excessif / Pas de roulage / Module de torsion après roulage
Méthode de pressage	Rouler la zone non cellulaire du module	Appuyez directement sur les cellules à la main pour les stabiliser

Annexe 3 : Liste des articles corrosifs/endommagant les connecteurs PV

Gérer strictement les fiches de données de sécurité chimiques (FDS) de tous les matériaux auxiliaires d'installation. Avant d'utiliser un produit chimique non répertorié à proximité des connecteurs, effectuer des tests de compatibilité chimique en laboratoire.

Catégorie chimique	Articles de construction courants interdits près des connecteurs
Substances acides/basiques	Sel (brouillard salin), bicarbonate de soude, solution de soude caustique, ammoniac, agent de cure du béton (contenant des sels minéraux)
Agents oxydants	Peroxyde d'hydrogène (H ₂ O ₂), hypochlorite de sodium (eau de Javel), comprimés désinfectants de permanganate de potassium
Solvants organiques	Acétone, toluène, xylène, huile de banane (diluant pour peinture), isopropanol à haute concentration (>90%), dissolvant pour vernis à ongles, térébenthine

Annexe 4 : Profil de tuile en acier et référence des types de pinces compatibles

Classification des carreaux en acier	Type de pince compatible	Solution d'installation recommandée
Tuile en acier de type T	Serre-joint dédié en T	Installation de l'adhésif de la série SolarPega / Installation de la pince de la série SolarPegaF
Type à joint debout	Serre-joint dédié pour joint debout	Préférez l'installation de la pince de la série SolarPegaF / Certains cas permettent l'installation adhésive du tube carré SolarPega
Tuile en acier à arête d'angle	Serre-joint dédié pour arête d'angle	Préférez l'installation de la pince de la série SolarPegaF / Certains cas permettent l'installation adhésive du tube carré SolarPega
Tuile en acier ondulé	Serre-câble dédié ondulé	Installation de l'adhésif de la série SolarPega / Installation de la pince de la série SolarPegaF
Type de joint debout rond	Pince dédiée ronde	Préférez l'installation de la pince de la série SolarPegaF / Certains cas permettent l'installation adhésive du tube carré SolarPega

Les profils de carreaux et les pinces ci-dessus ne spécifient pas de modèles ou de spécifications particulières et sont à titre de référence uniquement. Contactez ZKFN Solar pour obtenir un support technique concernant les types de modèles de pinces spécifiques et d'autres paramètres.

Annexe 5 : Conditions anormales de surface d'installation et méthodes de traitement

Condition anormale	Description détaillée et risque	Traitement obligatoire et critères d'acceptation
Corrosion sévère des carreaux en acier	Le film de peinture de surface s'est largement fissuré, la plaque d'acier de base présentant un délaminage de rouille en couches	Installation directe interdite. Le toit doit être entièrement rénové (apprêt antirouille convertisseur de rouille en spray, couche de finition anti-corrosion) ou remplacer les tuiles en acier
Poussière fine de béton	Résistance de surface extrêmement faible, se désintègre lorsqu'on frotte avec le pied. L'adhésif se décollera avec la couche de ciment détachée	Installation directe interdite. Poncer la couche superficielle détachée, nettoyer la poussière, appliquer un primaire imperméable à haute perméabilité, laisser durcir 24 heures avant la construction.

Condition anormale	Description détaillée et risque	Traitement obligatoire et critères d'acceptation
Claquage de membrane étanche	La membrane s'est détachée de la couche structurelle. Un poids supplémentaire et l'aspiration du vent accéléreront la déchirure sur une grande surface	Installation directe interdite. Informez le fabricant de la membrane pour découper et ressouder les zones de cloques. Refaire le test d'arrachement sur les zones réparées

Avertissement - Note Importante : Les méthodes ci-dessus doivent être effectuées sous la supervision professionnelle d'autres fabricants. Les méthodes de traitement ici ne sont données qu'à titre de référence.

Annexe 6 : Tableau récapitulatif des méthodes de sélection et d'installation des modules pour différents toits

Type de toit	Sous-type de tuile	Série de produits recommandée	Exigences de base pour l'installation
Tuile en acier	T-type, Ondulé	Série SolarPega / Série SolarPegaF	Toutes les séries SolarPega recommandent une inclinaison $\geq 5^\circ$. Pas de nervures ≤ 350 mm, largeur de crête ≥ 1 cm ; surface de collage ≥ 800 cm ² , nivellement du tube carré
Tuile en acier	Joint debout, arête d'angle	Préférez la série SolarPegaF	SolarPegaF recommande une inclinaison $\geq 5^\circ$, utiliser une fixation par pince pour l'installation.
Toit plat	Membrane étanche, béton	Série SolarPega / Série SolarPegaF	SolarPega utilise l'installation de tubes carrés et toutes les séries recommandent une inclinaison $\geq 5^\circ$. Espacement des supports ≤ 350 mm, surface de collage ≥ 800 cm ² . La série SolarPegaF recommande une inclinaison $\geq 5^\circ$, utiliser le montage, installation par pince.

Ce tableau est un guide de référence rapide simplifié. Les exigences détaillées sont données dans le corps principal de ce manuel.

Annexe 7 : Description des paramètres électriques

Non.	Élément de paramètre	Valeur du paramètre
1	Coefficient de température de la tension en circuit ouvert α / Coefficient	$\alpha = -0,27 \text{ \%/}^\circ\text{C}$, $\beta = -0,33 \text{ \%/}^\circ\text{C}$, $\delta = 0,045 \text{ \%/}^\circ\text{C}$

Non.	Élément de paramètre	Valeur du paramètre
	de température de la puissance maximale γ / Coefficient de température du courant en circuit court δ	
2	Température de fonctionnement nominale de la cellule (NOCT)	45 ± 2 °C
3	Section minimale de câble pour le câblage sur le terrain des modules PV	1 x 4,0 mm ²
4	Exigences de couplage des connecteurs	Il faut utiliser des connecteurs de la même marque et du même modèle que les connecteurs du module. La prise doit être maintenue propre, exempte d'humidité ou de boue avant la connexion
5	Dimensions du connecteur, type, matériau et indice de température	EVO2, IP68, -40 °C ~ 85 °C
6	Type de borne pour le câblage de terrain	Cosse à sertir
7	Modèle et fabricant de connecteur recommandés	EVO2 Stäubli
8	Méthode de connexion	A : Collage structurant / B : Serre-joint
9	Type de diode de dérivation	GF5045
10	Plage de température d'installation et exigences de pente	Température d'installation de 5°C à 35°C ; lorsque la pente >25°, utilisez du ruban mousse pour aider au positionnement de l'adhésif et pour éviter le glissement
11	Méthode de fixation mécanique minimale	Utilisez des boulons M8, valeur de couple de serrage 15~20 N·m
12	Classement au feu	Classe C (norme UL790)
13	Conception de la charge mécanique et du facteur de sécurité	Installation de carreaux en acier : Pression positive 3600Pa/1.5, Pression négative 2400Pa/1.5 ; Fixation par vis : Pression positive 2400Pa/1.5, Pression négative 2400Pa/1.5
14	Déclaration en lumière	Ce module ne permet pas l'illumination par projecteur externe à l'avant ou à l'arrière. Les anomalies du module ou les dommages causés par

Non.	Élément de paramètre	Valeur du paramètre
		la concentration de lumière ne sont pas couverts par la garantie.

Shandong ZKFN Solaire Technologie Co., Ltd.

www.zkfn-solar.com

Service Hotline :(+86) 400 6768 100 (Office Hours: 8:30-17:30, Beijing Time)m