Sud-Est Prévention

Société Renusol Europe GmbH
Piccolominstr. 2, 51063 Köln/Cologne,
Allemagne/Germany

A l'attention de Monsieur Serge Heidinger

Ecully, le 07 avril 2025

N/réf : MT/CS/L.21.06366av8
Projet : Système procédé RENUSOL VS+ - couvertures en petits éléments– vis à double filetage
Objet : Enquête de Technique Nouvelle visant l'insertion des modules photovoltaïques en surimposition de plan de couvertures par le biais de crochets de toit.

Monsieur,

Vous nous avez confié une mission en vue de l'établissement d'une Enquête de Technique Nouvelle pour le **procédé intégré simplifié au bâti** de couverture photovoltaïque « RENUSOL VS+ » pour les couvertures constituées de **petits éléments** dans sa déclinaison avec la pose avec **vis à double filetage**.

L'objet de cette enquête technique est de donner un avis technique sur l'intégration de divers modules photovoltaïques dans le cadre d'un montage en mode portrait ou paysage en surimposition sur un plan de couverture en tuiles canal (le procédé VS+ fait déjà l'objet d'une autre enquête pour les crochets).

L'objet du présent rapport consiste en des modifications des références de modules photovoltaïques - il s'agit des références suivantes :

Fabricant	Désignation	Référence fiche technique	Longueur [mm]	Largeur [mm]	Épaisseur [mm]	Retour cadre long côté (mm)	Retour cadre petit côté (mm)	Plage de puissance (Watts)
DAH SOLAR	DHM-T56X10 FS (BB)	DHM-T56X10/FS(BB) 420 W Full Screen	1766	1134	32	35	35	420
DAH SOLAR	DHT-M56X10/FS (BB)	DHT-M56X10/FS(BB) 420 W Full Screen	1766	1134	32	35	35	420
DAH SOLAR	DHT-M72X10/FS	DHT-M72X10/FS(BB) 545-555 W Full Screen	2279	1134	32	35	35	545 à 555
DAH SOLAR	DHN-U72R20/FS	DHN-U72R20-FS-595~630W (8.2)	2384	1134	32	35	35	595 à 630
DAH SOLAR	DHN-54Z16-DG (BB)	EN-DHN-54Z16-DG(BB)-480~510W-12.12	1962	1134	30	30	30	480 à 510
DAH SOLAR	DHN-54Z16-DG/FS (BB)	EN-DHN-54Z16-DG-FS(BB)-480~510W-12.12	1962	1134	30	30	30	480 à 510
DMEGC	DMxxxM10RT-B60HBT	EN_DS-M10RT-B60HBT-202312_2	1950	1134	30	30	15	485 à 500
I'M SOLAR	IM.S-BI-440M+80-BT10/54	I'M SOLAR 440M Bi-verre	1762	1134	30	30	15	440 à 520
I'M SOLAR	IM.S-BI-500M+100-BT10/54	I'M SOLAR 600M Bi-verre	1950	1134	30	30	15	500 à 600
LEDVANCE	MxxxN54LM-BB-F3	M410~430N54LM-BB-F3	1722	1134	30	33	22	410 à 430
LEDVANCE	MxxxN48RB-BB-F7	M435~440N48RB-BB-F7	1762	1134	30	28	11	435 à 440
LEDVANCE	MxxxN48RB-BF-F7	M440~445N48RB-BF-F7	1762	1134	30	28	11	440 à 445
LEDVANCE	MxxxN60LM-BF-F3	M460~480N60LM-BF-F3	1909	1134	30	33	22	460 à 480
LEDVANCE	MxxxN60LB-BB-F7	M470~490N60LB-BB-F7	1909	1134	30	30	14,5	470 à 490

Fabricant	Désignation	Référence fiche technique	Longueur [mm]	Largeur [mm]	Épaisseur [mm]	Retour cadre long côté (mm)	Retour cadre petit côté (mm)	Plage de puissance (Watts)
MYLIGHT150	*MYL-HT120N-R3-500*	*FTE-0087-Fiche technique mylight150 Black Crystal 500Wc-V2*	*1950*	*1134*	*30*	*33*	*18*	*500*
MYLIGHT150	*MYL-210R-B96DSN450*	*FT - mylight150 - HTJ 450Wc*	*1762*	*1134*	*30*	*28,5*	*18*	*450*
MYLIGHT150	*MYL-210R-B108DSN500*	*FTE-0086-Fiche technique mylight150 Quartz 500Wc HJT-V4*	*1960*	*1134*	*30*	*30*	*15*	*500*
SUNPOWER	*SPR-P7-XXX-BLK-P*	*553635 REV A / A4_EN 24.08.2024*	*1996*	*1134*	*30*	*32*	*32*	*495 à 510*
SUNPOWER	*SPR-P7-XXX-COM-S*	*550245 REV C / A4_EN 24.05.2024*	*2156*	*1134*	*35*	*30*	*16*	*535 à 555*

Les justifications fournies relatives aux éléments complémentaires nous permettent de conclure favorablement sur le procédé avec l'incorporation des panneaux référencés dans le présent rapport d'enquête technique.

La période de validité du rapport est inchangée, soit, jusqu'au 20 septembre 2025.

Restant à votre disposition pour tout renseignement complémentaire, nous vous prions d'agréer, Monsieur, l'expression de nos sincères salutations.

Marc TERRANOVA

Responsable Technique

SUD EST PREVENTION
17, chemin Louis Chirpaz
69134 ECULLY cedex
Tél. 04 72 19 21 30 - lyon@sudestprevention.com
RCS LYON 432 753 911 - SIRET 432 753 911 000 44

Sud-Est Prévention

RAPPORT D'ENQUETE DE TECHNIQUE NOUVELLE

ETN n° L.21.06366av8

REFERENCE	:	**L.21.06366av8**
NOM DU PROCEDE	:	**Procédé « RENUSOL VS+ - petits éléments -vis double filetage avec certains modules photovoltaïques de marques AEG, AIRSOLAR, BOURGEOIS GLOBAL, DAH Solar, DMEGC, DUALSUN, FHE, I'M SOLAR, JA SOLAR, KOPP, LEDVANCE, MYLIGHT 150, Q CELLS, RECOM, SERAPHIM, SOLARDAY, SOLAREDGE, SOLARSPACE, SOLUTIUM, SUNPOWER, ULICA, VIESSMANN, VOLTEC et VOXERY**
TYPE DE PROCEDE	:	**Procédé de champ photovoltaïque en surimposition sur plan de couvertures en tuiles canal avec vis à double filetage**
DESTINATION	:	**Travaux neufs ou travaux d'adaptation dans l'existant : Couvertures en petits éléments**
DEMANDEUR	:	**Société Société Renusol Europe GmbH Piccolominstr. 2, 51063 Köln/Cologne, Allemagne/Germany**
PERIODE DE VALIDITE		**Du 20 septembre 2022 Au 20 septembre 2025**

Le présent rapport comporte 29 pages.
Il porte la référence L.21.06366av8 rappelée sur chacune d'entre elles.
Il ne doit être communiqué que dans son intégralité.

SOMMAIRE

1. PREAMBULE 3

2. OBJET DU PRESENT RAPPORT 3

3. QUALIFICATION DES INSTALLATEURS 3

4. DESCRIPTION DU PROCEDE VS+ 4
4.1. DESCRIPTION DES CONSTITUANTS SPECIFIQUES AU PROCEDE 4
4.2. DESCRIPTION DES CONSTITUANTS COMMUNS AU PROCEDE – RAILS SUPPORTS, ... 8
4.3. DESCRIPTION DES CONSTITUANTS DU PROCEDE – BRIDES 10
4.4. CARACTERISTIQUES DES MODULES VISES PAR LE PROCEDE 11

5. PRE REQUIS CONCERNANT LES COUVERTURES POUR LA POSE DU PROCEDE AVEC LES SYSTEMES DE FIXATIONS DOUBLE-FILET DESTINES AUX COUVERTURES EN TUILES CANAL ... 11

6. 11

7. DOMAINE D'EMPLOI 12

8. TENUE AUX SURCHARGES CLIMATIQUES 13

9. PRE-REQUIS LIES AUX MODULES PHOTOVOLTAÏQUES 14

10. MONTAGE DU PROCEDE RENUSOL VS+ 15

11. TENUE MECANIQUE DU SYSTEME 15
11.1. Vérification du système : l'accroche des rails courts aux éléments de couverture – utilisation du logiciel 16

12. SECURITE INCENDIE 21

13. SECURITE ELECTRIQUE DU CHAMP PHOTOVOLTAÏQUE 21

14. DURABILITE 21

15. CONTRÔLES 21

16. CONCOMMITANCE VENT PLUIE 22

17. AVIS TECHNIQUE DE SUD EST PREVENTION 22

DOCUMENTS DU DOSSIER TECHNIQUE 23
I. Plans des pièces constitutives du système « RENUSOL VS+ » - petits éléments - caractéristiques 23
II. Notice d'instruction de montage 23
III. Résultats expérimentaux 23
IV. Caractéristiques des modules – certificats 23
V. Caractéristiques des fixations associées au système 29

1. PREAMBULE

L'Enquête de Technique Nouvelle est une évaluation technique privée

Elle complète la gamme d'offres d'évaluation technique publique constituée par l'Avis Technique, et l'Appréciation Technique d'Expérimentation (ATEX) afin de prendre en compte les différents stades de développement de l'innovation.

Un rapport d'enquête de technique nouvelle ne constitue en aucun cas une certification, et le demandeur ne peut se prévaloir d'une telle qualification dans sa documentation commerciale.

2. OBJET DU PRESENT RAPPORT

La société **Renusol Europe GmbH** a confié à SUD EST PREVENTION une mission d'évaluation technique de son procédé RENUSOL VS+ - petits éléments donnant lieu à la rédaction d'un Rapport d'Enquête de Technique Nouvelle.

La mission confiée à SUD EST PREVENTION concerne uniquement les éléments constitutifs assurant la fonction « solidité, clos et couvert » au sens des articles 1792 et suivants du Code Civil et dans l'optique de permettre une prévention des aléas techniques relatifs à la solidité dans les constructions achevées (mission L selon la norme NFP 03-100) à l'exclusion de toute autre fonction (sécurité incendie, isolation thermique, isolation acoustique,...).

Cette enquête ne vise pas la partie électrique de l'installation, ni les onduleurs associés aux panneaux.

3. QUALIFICATION DES INSTALLATEURS

La pose des panneaux photovoltaïques et plus généralement, les interventions sur la couverture doivent être effectuées par un installateur ayant une qualification adéquate, répondant aux cahiers des charges de qualification suivants (d'une part pour la compétence requise pour intervenir sur des ouvrages de couverture, et d'autre part pour la compétence nécessaire pour être habilité dans le domaine électrique (installation de basse tension en courant continu)

- QUALIPV BAT
- QUALIBAT 318.
- Qualibat : 8111 / 8112 / 8113 / 8121 /8122 / 8123 / 8133 et 8621 (1 des 7 premiers modules + le 8621)
- Qualifelec : 40 SPV Installations électriques E1 – E3 – E2 – EC avec la mention « Solaire photovoltaïque » ou 43 Solaire photovoltaïque avec la mention RGE
- Qualit'ENR : QualiPV BAT ou QualiPV ELEC

Les intervenants disposent d'une habilitation électrique dans le domaine de la basse tension (<1500V CC).

Tout installateur devra avoir suivi une formation spécifique de la part du demandeur et posséder sur chantier :

- Le dossier Technique dans son intégralité
- Les Notices de Montage établies par le demandeur
- La présente Enquête de Technique Nouvelle

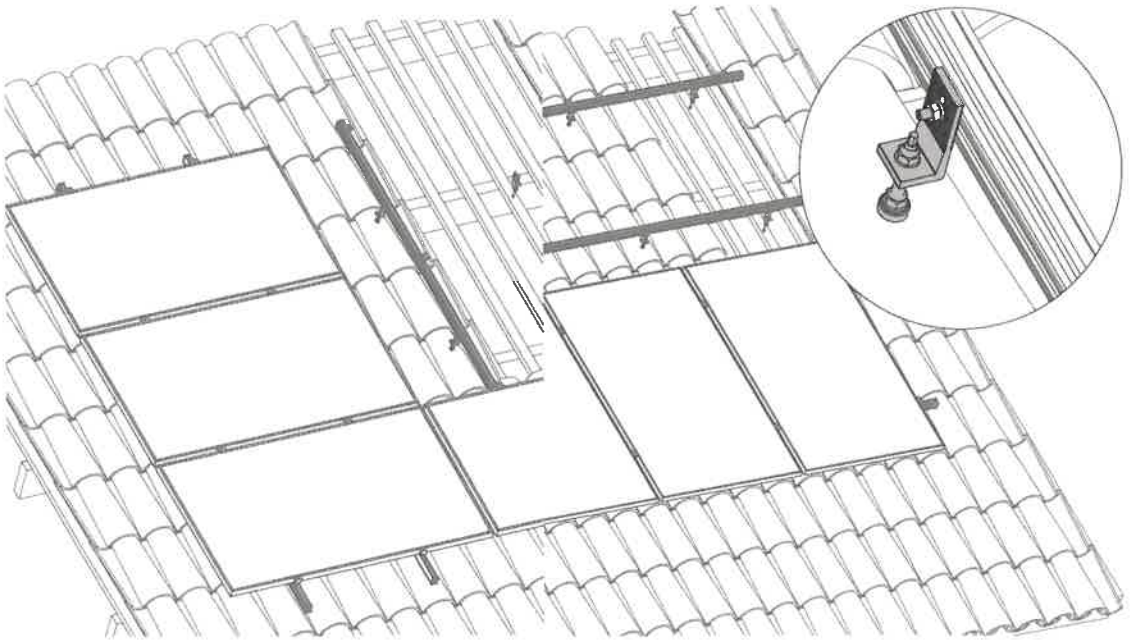
4. DESCRIPTION DU PROCEDE VS+ - Petits éléments – double filetage

La dénomination commerciale du système est « RENUSOL VS+ - petits éléments » avec vis à double filetage

Le système permet une mise en œuvre en toiture, des modules en surimposition du plan de couverture, à l'aide d'une vis à double filetage qui reporte les efforts du champ dans la sous-structure en bois.

Ce procédé permet la pose des modules en mode portrait ou paysage.

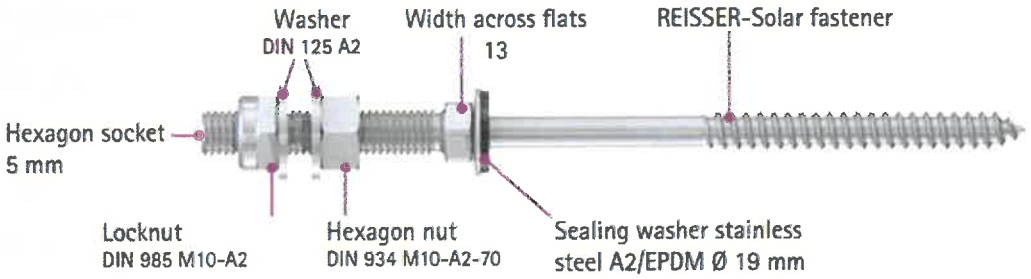
L'implantation de ces pièces fait l'objet d'une étude au cas par cas, à l'aide du « Configurateur 3.0 »



4.1. DESCRIPTION DES CONSTITUANTS SPECIFIQUES AU PROCEDE - PIECES dédiées aux COUVERTURES en petits éléments avec vis à double filetage (diamètre 10mm ou 12mm).

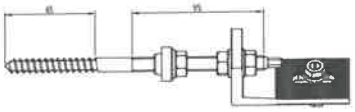
Seul est visé le cas des charpentes en structure en bois :

La vis comprend : 1 Vis à double filetage REISSER (type A), acier inox A2¬ 3 Ecrou à embase avec cran d'arrêt, acier inox A2¬ 1 patte de liaison¬ 1 joint d'étanchéité caoutchouc, EPDM ¬ 1 rondelle, acier inox A2¬ 1 plaque d'adaptation avec trou oblong 11x39 mm, acier inox A2

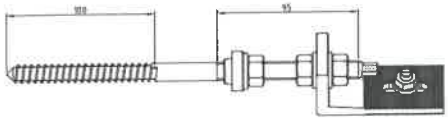


Les vis à double filetage sont disponibles en différentes longueurs et différents diamètres. Elles sont adaptées aussi bien pour les toitures en fibrociment à profil ondulé, que pour les couvertures en tôles d'acier nervuré, posées sur une ossature porteuse en bois.

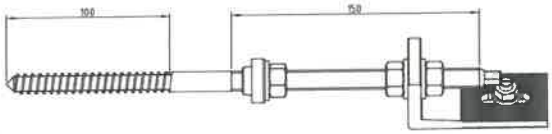
S M10x200



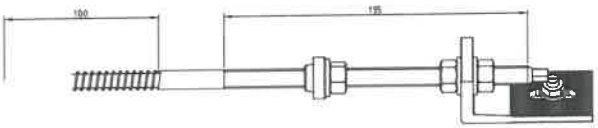
S M12x250



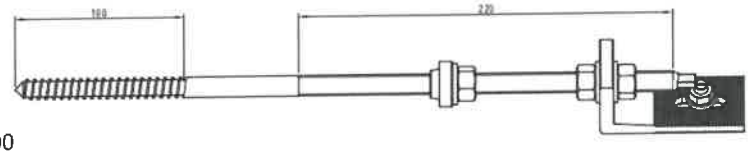
S M12x300

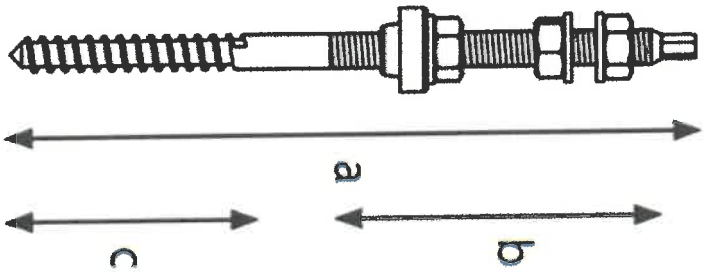


S M12x350



S M12x400





Pour mémoire, la vis à double filetage ne peut se mettre en œuvre que sur des éléments en bois massif de classe C24 minimum

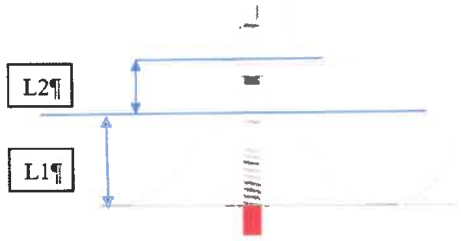
Référence commerciale vis à double filetage type A	Valeurs a – b – c (en mm)	Description de la vis pré-montée, pour couverture fibrociment ou TAN	Support	Zone de fixation
920187	136 – 50- 80	Vis à double filetage REISSER type A - M10x136,	BOIS (C24)	0 à 40mm
920188	156 – 50- 100	Vis à double filetage REISSER type A M10x156,	BOIS (C24)	20 à 60mm
920189	186 – 50- 130	Vis à double filetage REISSER type A M10x186,	BOIS (C24)	55 à 90mm
920190	206 – 50- 150	Vis à double filetage REISSER type A M10x206,	BOIS (C24)	75 à 110mm
920191	236 – 50- 180	Vis à double filetage REISSER type A M10x236,	BOIS (C24)	105 à 140mm
920192	256 – 50- 200	Vis à double filetage REISSER type A M10x256,	BOIS (C24)	125 à 160mm

Référence commerciale vis à double filetage type A	Valeurs a – b – c (en mm)	Description de la vis pré-montée, pour couverture fibrociment ou TAN	Support	spécification
920159	160 – 71- 65	Vis à double filetage REISSER type A M10x160,	BOIS (C24)	Raccordement décalé
860020	180 – 81- 65	Vis à double filetage REISSER type A M10x180,	BOIS (C24)	
920008	200 – 81- 65	Vis à double filetage REISSER type A M10x200,	BOIS (C24)	Raccordement décalé
860006	200 – 81- 65	Vis à double filetage REISSER type A M10x200,	BOIS (C24)	
860022	250 – 81- 65	Vis à double filetage REISSER type A M10x250,	BOIS (C24)	Raccordement décalé
860021	250 – 81- 65	Vis à double filetage REISSER type A M12x250,	BOIS (C24)	
920002	250 – 91- 100	Vis à double filetage REISSER type A M12x250,	BOIS (C24)	Raccordement décalé
860007	250 – 91- 100	Vis à double filetage REISSER type A M12x250	BOIS (C24)	
860017	300 – 141- 100	Vis à double filetage REISSER type A M12x300	BOIS (C24)	
920136	350 – 191- 100	Vis à double filetage REISSER type A M12x350	BOIS (C24)	
920137	400 – 211- 100	Vis à double filetage REISSER type A M12x400	BOIS (C24)	

Cette vis à double filet est visée par 2 rapports d'essais du DIBt

- L'un daté du 14 janvier 2014 (n°Z14.4.602)
- L' autre daté 20 décembre 2017 (n°Z14.4.555)

Le rapport Z14.4.555 spécifie la capacité résistante de cette vis comme suit (selon le diamètre et la profondeur de vissage) :



Le rapport Z14.4.602 spécifie la capacité résistante de cette vis comme suit :

Kmod = 0,7	Vis à bois M10xL									
Profondeur de vissage réelle (l_{ef}) en mm	34	38	42	46	50	54	58	62	66	70
$N_{R,k}$ (KN)	1,71	1,92	2,12	2,32	2,52	2,72	2,92	3,12	3,33	3,53

Kmod = 0,7	Vis à bois **M12xL**									
Profondeur de vissage réelle (l_{ef}) en mm	48	54	60	65	71	77	83	89	95	100
$N_{R,k}$ (KN)	3,46	3,89	4,32	4,68	5,11	5,55	5,98	6,41	6,84	7,20

$$V_{R,k} = \min\left\{V'_{R,k} * \frac{L_1}{L_1 + L_2}; 1,2 * \frac{M_{y,R,k}}{L_2}\right\}$$

Avec

- **$V'_{R,k}$ = 0,74 kN**
- **$M_{y,R,k\ (kN.cm)}$= 4,20 kN.cm**

Le rapport Z14.4.602 spécifie la capacité résistante de cette vis comme suit :

$V_{R,k}$ = min {0,84 • $F_{b,R,k}$; 1,2 • $M_{y,R,k}$ / L_2}

Vis à double filetage BOIS	$M_{y,R,k\ (kN.cm)}$	$F_{b,R,k\ (kN)}$
VIS diamètre M10	5,80	0,31
VIS diamètre M12	10,50	0,36

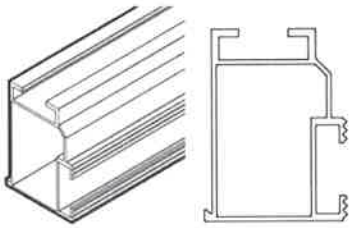
Quelle que soit la vis retenue, en cohérence avec la sous-structure (bois, ou acier), le logiciel « Configurateur 3.0 » de la société Renusol permet de renseigner les paramètres en fonction du projet (sur la base des valeurs de résistance stipulées ci-avant), et de déterminer la vis adaptée au projet.

Concernant l'interface entre le plan de couverture et la vis à double filetage, les accessoires suivants sont à utiliser :

La mise en œuvre des cavaliers suivants est nécessaire pour assurer l'étanchéité au voisinage de la vis :

4.2. DESCRIPTION DES CONSTITUANTS SPECIFIQUES AU PROCEDE – RAILS SUPPORTS.

- **Des rails de montage en aluminium EN AW 6063T66 de référence (désignation commerciale «4005xx – 4005xx-B ») – longueurs disponibles : de 2,25m à 6,20m**

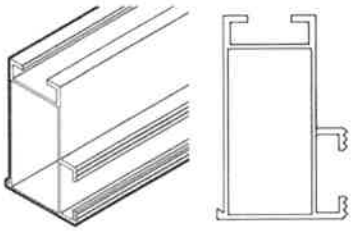


Largeur 37mm – Hauteur 50mm

Caractéristiques :

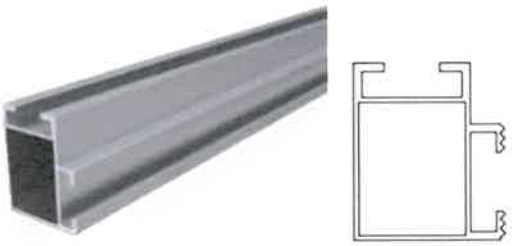
- Ix (mm^4) = 85025.226
- Iy (mm^4) = 41424.391
- Wx (mm^3) = 3247.813
- Wy (mm^3) = 2238.986

- **Des rails de montage en aluminium EN AW 6063T66 de référence (désignation commerciale «400535») – longueurs disponibles : de 3,30m**



Largeur 38mm – Hauteur 60mm

- **Des rails de montage en aluminium EN AW 6063T66 de référence (désignation commerciale «4005xx – 4005xx-B ») – longueurs disponibles : de 2,25m à 6,20m**

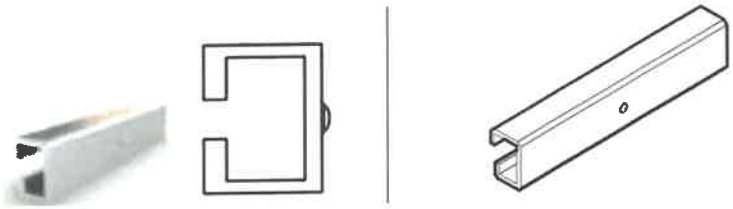


Largeur 35mm – Hauteur 41mm

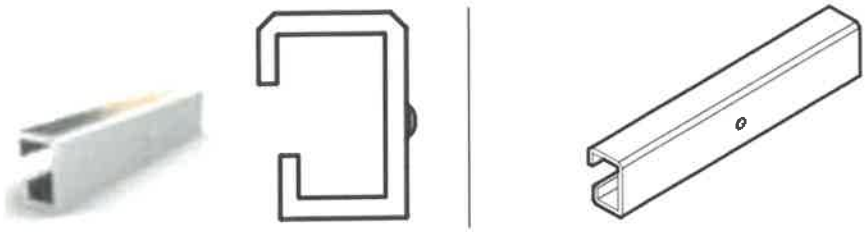
Caractéristiques :

- Ix (mm4) = 46301
- Iy (mm4) = 32756
- Wx (mm3) = 2205.5
- Wy (mm3) = 1820.4

- **Des éclisses de rails (raccords de rails) en aluminium EN AW 6063T66 - 41mm x 35mm - de référence (désignation commerciale «400531») – de longueur L=195 mm**
  Ces connecteurs correspondent au rail 41x 35

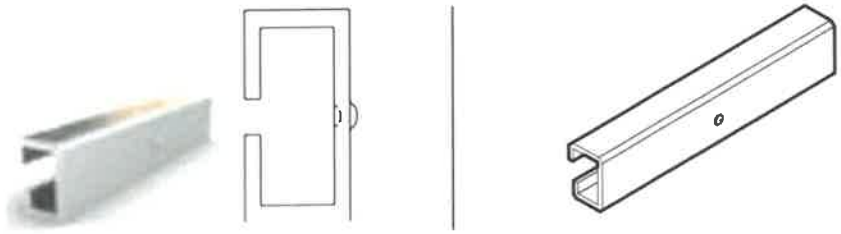


- **Des éclisses de rails (raccords de rails) en aluminium EN AW 6063T66 – 50mm x 37mm - de référence (désignation commerciale «400532») –** ces connecteurs diffèrent selon le rail
  Ces connecteurs correspondent au rail 50x 37



- Ix (mm^4) = 75949,5
- Iy (mm^4) = 31836.4
- Wx (mm^3) = 3802.1
- Wy (mm^3) = 1908.7

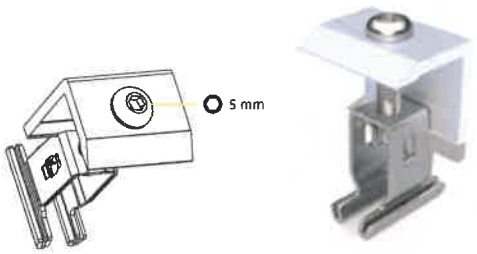
- **Des éclisses de rails (raccords de rails) en aluminium EN AW 6063T66 – 60mm x 38mm - de référence (désignation commerciale «400533») –** ces connecteurs diffèrent selon le rail
  Ces connecteurs correspondent au rail 50x 37



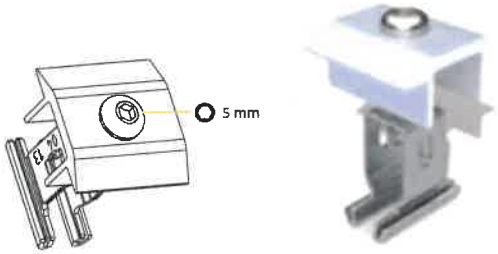
4.3. DESCRIPTION DES CONSTITUANTS DU PROCEDE - BRIDES

Les brides suivantes sont utilisées :

- ***Les brides d'extrémité*** → *il s'agit de clamps (ou brides) qui sont fixés en rive de champ, sur les rails - Matériau : Acier avec un « enrobage » de Zinc/Nickel - référence commerciale 420081 –420081-BE*

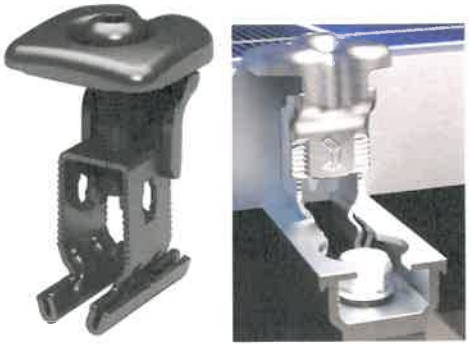


- ***Les brides centrales*** → *il s'agit de clamps (ou brides) qui sont fixés dans l'emprise du champ, entre deux modules, sur les rails sur les rails - Matériau : Acier avec un « enrobage » de Zinc/Nickel - référence commerciale 420082 –420082-BE*



- ***Les brides universelles RS1*** → *il s'agit de clamps (ou brides) qui sont fixés dans l'emprise ou en rive du champ, sur les rails sur les rails - Matériau : Acier avec un « enrobage » de Zinc/Nickel – référence commerciale 420080 - 420080-BE*

Cette bride s'adapte à toutes les hauteurs de modules cadrés de 30 à 50 mm et toutes les fonctions (serrage central et d'extrémité avec rotation de la tête à 90°). Disponible en noir et argent. Le pied à clipser est compatible avec tous les rails Renusol.



L'implantation de ces pièces fait l'objet d'une étude au cas par cas, à l'aide du logiciel « Configurateur 3.0 » de la société Renusol

L'installateur doit faire en sorte que l'espacement entre les modules voisins soit au minimum

- De 24mm entre les longs côtés adjacents
- De 24mm entre les côtés courts adjacents

- **Des dispositifs de mise à la terre des modules (réalisation des liaisons équipotentielles des cadres) de référence « P-CLIP »**

- **Des dispositifs de mise à la terre des modules (réalisation des liaisons équipotentielles des cadres) de référence (KIT de connecteur de terre 18mm) – option**

4.4. CARACTERISTIQUES DES MODULES VISES PAR LE PROCEDE :

Se référer à la liste des modules photovoltaïques en annexe au présent rapport.

5. PRE REQUIS CONCERNANT LES COUVERTURES POUR LA POSE DU PROCEDE AVEC LES SYSTEMES DE FIXATIONS DOUBLE-FILET DESTINES AUX COUVERTURES EN TUILES CANAL

Le procédé de pose en intégration simplifiée au bâti est prévu pour une mise en œuvre sur bâtiments neufs ou en rénovation, fermés ou ouverts et ne présentant pas de pénétration autre que les vis à double filetage dans la zone couverte par les modules.

Le procédé se décline suivant le type de couverture : **seules sont visées les couvertures dont la référence au DTU est spécifiée ci-après** :

La pente de toiture est limitée à 30° (60%) maximum et doit respecter les règles de mise en œuvre de couvertures en tuiles. En complément des dispositions du DTU40.22, **l'ensemble des tuiles devra être fixé, même en deçà d'une pente de 30%**

Pour les pentes de toits admissibles avec ce montage, il convient de se reporter au tableau 1 du §3.1 du DTU 40.22, en rajoutant un minimum de 6% en fonction du cas visé dans le DTU correspondant, à savoir, ceux des DTU (ou DTA) suivants :

- DTU 40.22 (NF P31-201-1) : Couverture en tuiles canal de terre cuite - (Indice de classement : P31-201-1)
- Le document technique d'application, le cas échéant.

La longueur maximale du rampant autorisée est de 12m (conformément aux dispositions des DTU et DTA applicables).

Avant de débuter l'assemblage du système, l'installateur devra s'assurer de la conformité de la structure porteuse et en particulier de son empannage.

Dans le cas de la **réalisation d'un champ PV sur un bâtiment existant**, le maître d'œuvre devra s'assurer de l'adéquation de la structure existante avec les nouveaux cas de chargement appliqués au bâtiment, et prévoir les renforcements de structure si nécessaire, ces ouvrages étant totalement indépendants du champ PV.

Avant la mise en œuvre du procédé, l'installateur devra vérifier notamment l'équerrage, et la planéité de la charpente ou de la couverture (s'il intervient sur l'existant), et toute anomalie qui pourrait porter préjudice à l'installation du champ PV lui-même.

6. DOMAINE D'EMPLOI

Le domaine d'emploi du procédé est précisé dans la notice de montage « VS+ double filetage PE|V6 | 20250125» et précisé comme suit dans la présente Enquête de Technique Nouvelle.

Mise en œuvre en France métropolitaine :

- Procédé réservé aux couvertures visées par les DTU
- Utilisation pour les types de bâtiments suivants : bâtiments d'habitation (collectifs ou individuels), bâtiments industriels, tertiaire ou agricoles
- Pose en mode portrait ou en mode paysage avec le montage spécifique (voir § mise en œuvre)
- Mise en œuvre en toitures neuves de bâtiments neufs ou existants exclusivement sur charpentes bois.
- Atmosphère extérieure rurale non polluée, industrielle normale, sévère ou marine
- Sur bâtiments isolés ou non, en toiture froide exclusivement
- Hors climat de montagne caractérisé.
- Zone de vent maximum : 4
- Uniquement dans les locaux à faible et moyenne hygrométrie, en ambiance saine.
- Zone sismique (jusqu'à zone 4 pour bâtiments de catégorie d'importance III)
- Réalisation de versants complets ou partiels
- Implantation sur des versants de pente, imposée par la toiture, avec une pente minimale visée dans le DTU visant les **couvertures tuiles** concernées (cf. §5 ci-avant), augmenté systématiquement de 6% et **pente limitée à 50°** quelle que soit l'exposition du site
- La longueur du rampant de la couverture ne peut excéder 12 m (toitures en petits éléments).
- La limite supérieure du champ PV ne doit dépasser le faîtage (la partie supérieure du panneau doit se trouver sous la tuile de faîtage.
- L'espace entre la rive de couverture et le bord du champ doit être tel qu'il n'y ait aucune fixation dans le chevron de rive (et le champ ne devant par ailleurs, pas dépasser le profil de rive)
- Possibilité de mise en œuvre sur des bâtiments type ERP (sous réserve de la prise en compte des dispositions évoquées dans les articles EL de l'arrêté du 25 juin 1980 modifié, et des dispositions validées par la commission centrale de sécurité)
- Le système peut être mis en œuvre sur des charpentes traditionnelles (avec voligeage intégral ou non) ainsi que sur des charpentes bois industrialisées type fermettes (conformément au DTU31.1) avec les restrictions dues à la tenue de la charpente et à la bonne mise en œuvre des vis et crochets sur celles-ci.
- Pour les pannes bois seront de type résineux la masse volumique sera au moins égale à 450kg/m³ - largeur d'appui de minimum 60 mm et hauteur minimale des pannes : 80mm – **vissage tel que la distance au bord par rapport aux vis utilisées à double filetage, soit supérieure à (3d) 3 fois le diamètre de celles-ci**
- L'installation PV ne pourra pas dépasser 25m au faîtage par rapport au niveau du sol environnant le plus bas.

Exclusions :

- Le système n'est pas compatible avec les couvertures cintrées
- Le procédé ne peut être mis en œuvre dans des cas où les éléments du champ PV seraient disposés sur une toiture isolée au sens de l'EN1991 §7

Il est précisé que dans les cas où la couverture existe déjà : il reviendra à l'installateur de juger de l'état des éléments de couverture, pour déterminer si le remplacement des tuiles ou des ardoises est requis.

7. TENUE AUX SURCHARGES CLIMATIQUES

L'ouvrage de couverture photovoltaïque ne participe pas à la stabilité du bâtiment.

La stabilité du procédé ne sera assurée que pour des structures porteuses sous-jacentes dimensionnées conformément aux Eurocodes (actions locales et globales) selon les hypothèses retenues ci-après :

RESISTANCE AUX SOLLICITATIONS EXTRÊMES SELON REGLES NV65 modifiées (valeur en Pa)		
	Surface module (S_{module}) < 1,64m²	Surface module (S_{module}) < 2 m²
Résistance sous sollicitations extrêmes ascendantes	**1400**	**1150**
Résistance sous sollicitations extrêmes descendantes	**1860**	**1520**
Ces valeurs sont issues des essais de résistance mécanique sur la base de 4 vis à double filetage – • Entraxe perpendiculaire à la pente 495mm • 2 rails (hauteur 41mm – largeur 35mm – longueur 3200mm – porte-à-faux 280mm – entraxe 1160mm • 2 modules avec grands côtés parallèles à la pente Pour mémoire, ces limitations en pression et en dépression sont identiques à celles découlant des essais effectués avec les crochets (système VS+ avec crochets), du fait que le mode de rupture est identique.		

- **Le zonage est conforme à celui indiqué dans les Eurocode (EN 1990 et EN1991 ainsi qu'aux annexes nationales correspondantes) ou dans le modificatif n°4 des règles NV65**
- **S'agissant des effets de la neige - limitations d'emploi du système :**
  - Le système ne peut être mis en œuvre que pour des projets localisés en plaine, pour des altitudes inférieures à 900 m.
  - Mise en œuvre possible pour toutes les régions de Neige (A1, A2, B1, B2, C, D et E en référence aux Tableaux A1 et A2 de la NF EN 1991-1-3 AN).
  - Le bâtiment n'est pas abrité du vent par une construction voisine pouvant empêcher la redistribution de la neige (Ce =1.00 en référence au §5.2 de la NF EN 1991-1-3)
  - Il n'existe pas d'effet thermique accélérant la fonte de la neige (Ct = 1.00 en référence au §5.2 de la NF EN 1991-1-3)
  - Il n'existe pas d'effets d'accumulation de neige particuliers sur le générateur PV engendrés par la géométrie de la toiture et de celles environnantes, ou engendrés par des équipements de toiture particuliers.
  - Ce=1 (site normal) et Ct=1
  - Il n'y a pas d'accumulation de neige en bord de toiture.
  - μ 1 =0.8 (μ 2 est à utiliser pour des toitures à versant multiples) et altitude inférieure à 900m

- **S'agissant des effets du vent - limitations d'emploi du système :**
  - Mise en œuvre possible dans les zones de vent 1 à 4 (en référence à la figure 4.3(NA), et aux Tableaux 4.3(NA) et 4.4(NA) de la NF EN 1991-1-4 NA)
  - Mise en œuvre possible pour les bâtiments localisés en catégorie de terrain II, IIIa, IIIb et IV (voir Tableau 4.1(NA) et figures 4.6(NA) à 4.14(NA) de la NF EN 1991-1-4 NA).
  - La mise en œuvre en catégorie de terrain 0 n'est pas visée.
  - Mise en œuvre possible pour des projets non soumis à des augmentations de vitesses de vent liées à l'orographie du terrain (telle que définie au §4.3.3 de la NF EN 1991-1-4 et dans les clauses 4.3.3(1) et (2) de la NF EN 1991-1-4 AN)
  - Mise en œuvre possible pour des projets non soumis à des augmentations de vitesses de vent liées à la présence de constructions avoisinantes de grandes dimensions (telle que définie au §4.3.4 de la NF EN 1991-1-4 et dans la clause 4.3.4(1) de la NF EN 1991-1-4 AN)
  - cdir=1 et cseason=1 (valeurs recommandées dans l'annexe nationale)
  - Vb=Vb, 0
  - Les vérifications sont menées dans le cas d'une hauteur de 10m
  - c s c d =1
  - Cf. coefficient de force =1

- La flèche limite des chevrons et supports associés doivent être conformes aux règles de calculs en vigueur

- Les pannes de charpente (pannes ou chevrons) supportant les crochets devront respecter les préconisations suivantes :
  - Dimensionnement conforme aux dispositions de l'EN1995 (et de son annexe nationale)
  - Pannes bois de type résineux et de masse volumique minimum égale à 450kg/m³
  - Tout autre bois non résineux d'une résistance au moins égale à celle d'un bois de classe C24

- Pour chacun des modules, des conditions particulières liées aux zones de fixations des profilés cadrés sont données par le fabricant (instructions de montage propres à chacun des modules) : ces contraintes sont à prendre en considération par l'installateur pour la mise en œuvre des fixations.

- La toiture du bâtiment doit être de type à un ou deux versants (les toitures en sheds sont admises et assimilées aux toitures à un versant), tels que définis aux §7.2.4 et §7.2.5 de la NF EN 1991-1-4.

En pratique, le calcul est établi à l'aide du logiciel de calcul interne à la société : il s'agit du logiciel « Configurateur 3.0 »

Cet outil de calcul permet d'éditer une analyse statique pour le dimensionnement du système selon les paramètres définis dans les Eurocodes avec les éléments correspondant au projet, de déterminer les rails et les crochets adéquats et leur nombre en fonction de l'environnement (localisation, altitude, rugosité, orographie....etc).

Ce logiciel de calcul n'a pour seul objet que le dimensionnement des crochets de fixation à la structure, et qu'il précise également :
- Le positionnement des vis à double filetage
- La nature des vis à double filetage sur la charpente

Ce logiciel ne permet pas la vérification statique de la prise au vent dans le cas des structures « ouvertes ».

Toute modification de cas de chargement pour les projets en réhabilitation devra faire l'objet d'une étude par un bureau d'études spécialisé, et ce au regard des règles de calculs actuelles.

En tout état de cause un diagnostic de la solidité des structures existantes devra être effectué par un organisme de contrôle agréé ou par un bureau d'études spécialisé.

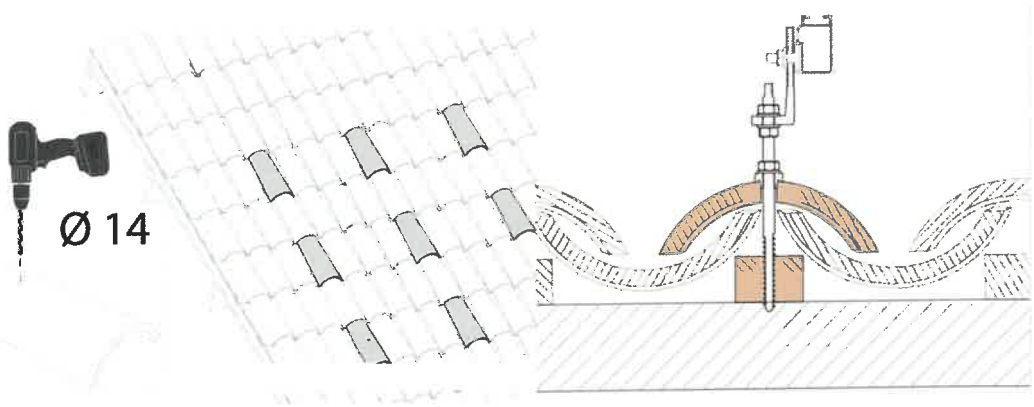
8. PRE-REQUIS LIES AUX MODULES PHOTOVOLTAÏQUES

Les charges admissibles pour chacun des modules sont celles visées dans les certificats IEC 61 730, minorées d'un coefficient de 1,5, sous réserve du respect des zones de serrage autorisées sur les modules cadrés (l'installateur devra respecter les zones d'accrochage définies dans les prescriptions de montage propres aux modules eux-mêmes).

9. MONTAGE DU PROCEDE RENUSOL VS+ - Petits éléments

Le montage suppose que la couverture soit intégralement fixée sur la structure et que la fonction clos/couvert soit déjà assurée.

La pose se fait en mode PORTRAIT ou PAYSAGE, à l'exclusion de toute autre orientation, conformément à la notice de montage « VS+ double filetage PE|V5 | 20240125»



Diamètre de pré-perçage		
	Vis double filetage M10	Vis double filetage M12
Perçage tuile	**14mm**	**16mm**
Perçage panne ou chevron	**7mm**	**8,5mm**

L'espace entre modules est toujours de 10mm minimum **entre les côtés courts (petits côtés)** - cet espacement doit être bien respecté.
L'espace entre modules est toujours de 12mm **entre les côtés longs (grands côtés)** - cet espacement est nécessairement respecté par construction, puisqu'il correspond à la largeur des brides de serrage.

Dès lors que les rails sont posés et fixés, les modules photovoltaïques sont mis en place, fixés et raccordés.

Dès lors que les modules photovoltaïques sont positionnés selon le calepinage, le serrage de la bride se fait par le haut.

Le couple de serrage des attaches centrales (brides centrales) ou des attaches d'extrémité (brides de rives) est de 12 N.m

Raccorder électriquement les panneaux entre eux selon le plan de calepinage au fur et à mesure de la pose.
Cette intervention est conjointe avec la pose des panneaux de façon que la mise à la terre soit simultanée avec la pose des panneaux.

Raccorder électriquement les panneaux entre eux selon le plan de calepinage au fur et à mesure de la pose.
Cette intervention est conjointe avec la pose des panneaux de façon que la mise à la terre soit simultanée avec la pose des panneaux.

Cette liaison équipotentielle est assurée avec visserie par l'électricien

10. TENUE MECANIQUE DU SYSTEME

L'ouvrage de couverture photovoltaïque ne participe pas à la stabilité du bâtiment.

La stabilité du procédé ne sera assurée que pour des structures porteuses sous-jacentes dimensionnées conformément aux Eurocode (actions locales et globales).

L'ensemble des éléments structuraux sont vérifiés selon les règles de calculs européennes dénommés « Eurocodes », assorties des prescriptions normatives édictées par les annexes nationales françaises.

Certaines résistances caractéristiques ont été définies sur la base :

- Des agréments techniques délivrés par l'Institut allemand de technique du bâtiment DIBt à Berlin,
- des campagnes de tests réalisées en interne dans les locaux de la société RENUSOL à Cologne, ou par le laboratoire KIT (Karlsruher Institut für Technologie)
- des vérifications établies par le cabinet d'ingénieurs conseil *Peil, Ummenhofer mbH*
- *Rapport n°RC 1881/1114 du cabinet d'ingénieurs conseil Ruscheweyh Consult GmbH : détermination des coefficients cpe*
- *Rapport n°000 du diBt n° Z14.4.627 concernant la résistance caractéristique des clamps (valeur de Nr.k)*

	Valeur caractéristique Nr.k des clamps (KN)
Clamp de rive	1,86
Clamp intermédiaire	3,40

Par ailleurs, la méthode de calcul a fait l'objet d'une analyse par le laboratoire TÜV Rheinland concernant le respect des dispositions des règles eurocodes (EN 1991-1-3 et EN 1991-4-4 notamment)

L'objet de la justification de la tenue mécanique du système vise à vérifier que les valeurs limites de résistances découlant des campagnes d'essais, ne sont pas dépassées.

La justification mécanique s'établit sur la base **des vérifications suivantes (cf §8.1, §8.2 et §8.3 suivants)** :

10.1. Vérification du système : l'accroche des rails courts aux éléments de couverture – utilisation du logiciel

Après entrée des données de base du projet, le Configurateur 3.0 calcule les forces de pression et d'aspiration à prendre en compte pour les différentes zones de toiture afin de déterminer quels seront les zones soumises aux contraintes les plus importantes

Le logiciel liste toutes les combinaisons, et retient les plus défavorables
De ces combinaisons de sollicitations découle la justification des brides intermédiaires, des brides simples et des rails

Brides intermédiaires :
Le Configurateur calcule l'effort sollicitant sur les brides intermédiaires.

Leurs valeurs de résistances maximales (découlant des essais expérimentaux) sont comparées aux différentes contraintes issues des combinaisons d'actions.
Brides simples :
Le même calcul est ensuite effectué pour les brides simples (aussi appelées brides terminales).

Rail de fixation :
Le principe de calcul précédent est appliqué au rail de fixation afin de déterminer son pourcentage de sollicitation au regard de sa capacité.

Remarque : les sollicitations de traction combinées ainsi que les sollicitations transversales (cisaillement) combinées sont déterminantes dans le calcul de résistance du système.
Les sollicitations correspondant aux charges descendantes (pressions verticales) sont transmises directement au support par pression de contact, et ne sont généralement pas déterminantes pour le calcul.

L'objet de la justification de la tenue mécanique du système vise à vérifier que les valeurs limites de résistances découlant des campagnes d'essais, ne sont pas dépassées.

La justification mécanique s'établit sur la base **des dispositions suivantes**

Les combinaisons à l'Etat Limite Ultime de Résistance (ELUR) permettent de vérifier les brides en combinaison avec les rails en aluminium et ainsi la fixation des crochets.

Les combinaisons à l'Etat Limite Accidentel (ELA) sous charge de neige accidentelle ne sont pas dimensionnantes pour la résistance du système RENUSOL VS+, compte tenu du fait que les actions sont transmises directement du panneau photovoltaïque aux rails, et aux crochets (puis à la charpente).

Les combinaisons à l'Etat Limite de Service (ELS) ne sont pas dimensionnantes non plus, du fait que le niveau de charge en cas d'ELS est inférieur aux charges ELUR.

Charges :
- Gsup = charges permanentes dont l'action est défavorable
- Gint = charges permanentes dont l'action est favorable
- S = charge de neige
- Wp = charges de vent (pression)
- Ws = charges de vent (dépression)

Combinaisons ELUR prises en compte dans la vérification :
- kFI • (1,35 • Gsup + 1,5 • S + 1,5 • 0,6 • Wp)
- kFI • (1,35 • Gsup + 1,5 • Wp + 1,5 • 0,6 • S)
- kFI • (1,00 • Ginf + 1,5 • Ws)

Avec classe de conséquences CC1 (tableau B.2)
On retient que kFI = 0,9

Effets du vent
Les effets du vent sont déterminés en conformité avec la NF EN 1991-1-4 et la NF EN 1991- 1-4 NA (Annexe Nationale).
La valeur de pression retenue dans les calculs est appelée pression dynamique de pointe qp(z) à la cote z.
La pression sollicitant de calcul est donnée par :
- qw = qp • Cpe

Cpe étant le coefficient de pression extérieur agissant sur la demi-superficie du panneau photovoltaïque sélectionné.
Valeur habituelle →1,66 m² / 2 = 0,83 m² par exemple.

Pression dynamique de point qp(z)
Valeur de base de la vitesse de référence vb,0
Carte de la valeur de base de la vitesse de référence Vb,0 (z = 10 m / Catégories de rugosité = II / t = 10 min) en France selon NF EN 1991-1-4/NA, Figure 4.3(NA), dépendant de la région.

- **Coefficient de rugosité Cr**
  Le coefficient de rugosité est déterminé selon NF EN 1991-1-4/NA, Equation (4.4) :
  - Cr(z) = kr • ln(z/z0)

  avec Equation (4.5) :
  - kr = 0,19 (z0/z0,II)x0,07

  z0,II selon Tableau 4.1(NA) dépendant de la Catégorie de terrain (I, II, IIa, IIb ou IV)

- **Catégories de terrain**
  Pour les catégories et paramètres de terrain, voir Tableau 4.1(NA) et figures 4.6(NA) – 4.14(NA)
  z hauteur du bâtiment Clause 4.3.2 (1) avec considération de zmin de tableau 4.1(NA)

- **Coefficient de direction**
  Coefficient de direction selon NF EN 1991-1-4/NA Clause 4.2(2) P Note 2 :
  - Cdir = 1,0

- **Coefficient de saison**
  Coefficient de saison, voir Figure 4.5(NA) :
  - Cseason = 1,0

- **Coefficient de probabilité**
  Coefficient de probabilité selon Tableau 4.5(NA) pour une période de retour de 50 années
  - cprob = 1,0

- **Vitesse de référence vb**
  NF EN 1991-1-4 Equation (4.1) :
  - vb = cdir • cseason • vb,0

  Résultat pour la vitesse de réference:
  - vb = vb,0

- **Vitesse moyenne vm**
  Vitesse moyenne NF EN 1991-1-4 Equation (4.3) :
  - vm = c0(z) • cr(z) • vb

- **Coefficient orographique :**
  - c0(z) = 1,0

- **Pression dynamique de point qp(z)**
  Equation (4.8):
  - $qp(z) = [1+7 \bullet Iv(z)] \bullet ½ \bullet \rho\ vm^2$

  Equation (4.7):
  - $Iv(z) = (kI / (C0(z) \bullet \ln (z/z0)$ .....si zmin < z < zmax
  - Iv(z) = Iv(zmin) .....Si z < zmin

  ρ = masse volumique de l'air, selon NA Clause 4.5 (1) NOTE 2: 1,225 kg/m³
  Iv(z) = intensité des turbulences
  vm(z) = vitesse moyenne du vent
  kI = coefficient de turbulence
  c0(z) = coefficient orographique
  z = hauteur de référence du projet à laquelle la turbulence est déterminée, ici le faîtage du bâtiment dans notre cas.
  z0 = longueur de rugosité comme fonction de la catégorie de terrain, voir tableau 4.1(NA)

Détermination de cpe
La valeur de cpe (coefficient aérodynamique) diffère selon les paramètres suivants

- type de toiture
- zone de toiture concernée
- angle d'inclinaison
- direction du vent

- **Toiture à un seul versant:**
  voir § 7.2.4 de la NF EN 1991-1-4, avec prise en compte des zones courantes, des rives et de l'angle.

- **Toiture à deux versants:**
  voir §7.2.5 de la NF EN 1991-1-4, avec prise en compte des zones courantes, des rives et de l'angle.
- **Toiture plate (inclinaison < 5°) :**
  voir § 7.2.4 de la NF EN 1991-1-4

La valeur aérodynamique Cpe **dépend de la charge sur la surface A qui agit que sur une seule fixation**.

Dans notre cas cette surface « A » représente la moitié de la surface d'un panneau photovoltaïque.

La valeur Cpe pour la superficie A est extrapolée de manière logarithmique, conformément à la norme NF EN 1991-1-4 Figure 7.2 :

- Cpe = Cpe,1 - (Cpe,1 -Cpe,10) • log10(A) si 1 m² < A < 10 m²
- Cpe = Cpe,1 si A < 1 m²
- Cpe = Cpe,10 si A > 10 m²

Par ailleurs, il se produit une dépression au droit de la partie inférieure des panneaux photovoltaïques (dans l'interstice situé entre le plan de la couverture et l'intrados des panneaux) Cpi, qui correspond à une compensation partielle de la pression subie par le champ.

Compte tenu du fait qu'aucune valeur n'est spécifiée dans l'eurocode (ni dans les règles générales, ni dans l'Annexes nationale) pour la situation d'un champ générateur monté dans un plan parallèle à celui du toit, le bureau d'étude de la société RENUSOL a retenu la Clause 1.5 de NF EN 1991-1-4/NA et a fait réaliser des simulations en soufflerie.

Il en résulte des coefficients de diminution fdim pour considérer les effets de compensation de pression :

- Cpe,cal = cpe • fdim

Ces coefficients minorateurs sont utilisés dans le logiciel

Effets de la neige

Les effets de la neige sur le système sont déterminés conformément à la NF EN 1991-1-3 et la NF EN 1991-1-3 NA.
La clause 1.1(3) de la NF EN 1991-1-3 NA définit les conditions d'application des chutes normales ou exceptionnelles, ainsi que les conditions d'accumulation

Les charges de neige sont exprimées en projection horizontale de toiture et sont redistribuées selon le rampant pour les vérifications.

- **Charges de neige normale Equation (5.1) NF EN 1991-1-3 :**
  - $s = \mu i \bullet ce \bullet ct \bullet sk$

  $\mu 1$ [-] = Coefficient de forme exprimé au §5.3 de la NF EN 1991-1-3 en fonction du type de toiture à un versant, 2 versants
  $\mu 2$ [-] = Coefficient de forme exprimé au §5.3 de la NF EN 1991-1-3 avec l'accumulation exceptionnelle de neige
  Ce [-] = Coefficient d'exposition selon Clause 5.2(7) Tableau 5.1 NF EN 1991-1-3/NA
  Ct [-] = 1, Coefficient thermique selon Clause 5.2(8) NF EN 1991-1-3/NA
  sk [kN/m²] = Valeur caractéristique de la charge de neige sur le sol donnée par l'AN, calculé selon NF EN 1991-1-3/NA Figure AN.2 ‹Carte des valeurs des charges de neige›.

  Il est possible de choisir le coefficient de forme $\mu 2$ (NF EN 1991-1-3 tableau 5.2) pour considérer l'accumulation exceptionnelle de neige.
  Il est possible de choisir le coefficient d'exposition avec l'outil informatique « Configurateur 3.0 »

- **Les charges de neige en débord de toiture :**

  On peut calculer soi-même et introduire ces valeurs de charges de neige [kN/m²] avec l'outil informatique

  La chute exceptionnelle n'est pas prise en compte, mais il est possible de calculer soi-même ces éventuelles charges et introduire dans les paramètres d'entrée, ces valeurs de charges de neige [kN/m²] exceptionnelles avec l'outil informatique ‹« Configurateur 3.0 »

Vérification des éléments structuraux

- **Calculs de charges**

Pour la vérification des éléments structuraux, il est considéré que les charges appliquées sur les panneaux photovoltaïques sur rails sont réparties sur les crochets.

- Chaque panneau est fixé sur 4 appuis (les vis à double filet).
- Deux panneaux adjacents reposent sur le même appui (le même rail).
- Par conséquent, chaque profil supporte la charge d'un demi-panneau

Les charges permanentes G du système se décomposent de la manière suivante :

- G = poids propre des panneaux + système de montage
- L'usager du logiciel doit choisir un panneau ou entrer lui-même les chiffres dans la base de données (cf fiche technique du module) du panneau dans l'outil informatique « Configurateur 3.0 »
  - L Longueur [mm]
  - B Largeur [mm]
  - m Poids [kg]

Pour la prise en compte du poids propre du système de montage, l'outil informatique calcule systématiquement avec gSM = 0,01 [kN/m²]

Le poids propre qui agit sur chaque appui est calculé ainsi:
G [kN] = ½ • (m [kg] * 0,01 [kN/kg]) + gSM [kN/m²] • L [m] • B [m]

Les charges de la neige et les charges du vent sont calculées comme suit:
S [kN] = ½ • L [m] • B [m] • s [kN/m²]
V [kN] = ½ • L [m] • B [m] • qp [kN/m²] • Cpe,cal

Les charges de vent agissent de manière perpendiculaire au plan de la toiture, les charges sont décomposées comme suit :

La composante x agit en parallèle au plan toiture :

- Fx [kN] = (G [kN] + S [kN]) • sin α [rad]

La composante z (perpendiculairement au plan toiture):

α = inclination du panneau, c'est identique à l'inclination de la toiture)

- Fz [kN] = (G [kN] + S [kN]) • cos α [rad] + V [kN]

Les charges caractéristiques sont pondérées avec les facteurs de sécurité et avec les facteurs de combinaison pour obtenir les valeurs au niveau ELA:

- Fxd
- Fzd

Pour la vérification des vis et des brides on ne considère que les valeurs Fzd en dépression (et non pas en surpression).

Vérification du bridage

La charge admissible des brides est déterminée par l'agrément technique délivré par l'Institut allemand de technique du bâtiment DIBt No. Z-14.4-735 du 12 Mars 2015.

Pour les brides centrales (entre deux panneaux - attaches centrale),

- ZRd = 5,4 [kN] charge admissible en dépression (perpendiculairement au plan du toit)
- HRd =1,85 [kN] charge admissible (parallèlement au plan du toit)

Il faut conduire les deux vérifications:

- **Fzd [kN] / ZRd [kN] < 1**
- **Fxd [kN] / HRd [kN] < 1**

La vérification du bridage intègre également la capacité en traction de la fixation de la bride à la rainure du rail

Vérification des vis

Charge admissible en tension (perpendiculairement au plan du toit)

- **NRd [kN] = NRk [kN] / γM**

Charge admissible (parallèlement au plan du toit)

- **VRd [kN] = VRk [kN] / γM**

Les charges admissibles dépendent de la propriété du matériau

Facteur de sécurité du matériau:

- **γM = 1,33 selon les agréments**

Le nombre requis de vis est déduit du coefficient η résultant de la formule suivante :

- **η = Fxd [kN] / VRd [kN] + Fzd [kN] / NRd [kN]**

Ces vérifications sont menées avec le logiciel qui permet la détermination du nombre de vis.

Pour les projets de réhabilitation et/ou sur des ouvrages existants, l'installation d'un champ générateur implique des modifications de cas de chargements : **l'installateur devra impérativement missionner un bureau d'études spécialisé pour mener toutes les vérifications nécessaires**.

Dans les ouvrages existants, quel que soit le cas de figure, un diagnostic de la solidité des structures existantes devra être effectué par un organisme agréé ou par un bureau d'études spécialisé.

11. SECURITE INCENDIE

Le classement au feu du procédé est visé selon les termes de l'arrêté du 21 novembre 2002 (classement de réaction au feu) et de l'arrêté du 14 février 2003 (méthode d'essai n° 3 de la norme ENV 1187 - norme NF P92-800-5, NF EN 13501 - partie 5 - comportement au feu de toiture soumise à un incendie extérieur)

Les éléments constitutifs du procédé sont tous en matériaux incombustibles exceptés les modules cadrés, qui compte tenu du verre frontal (ép. 3,2mm) sont au moins classés M2 (ou C s1 d0)

12. SECURITE ELECTRIQUE DU CHAMP PHOTOVOLTAÏQUE

Les éléments communiqués pour les différents modules permettent de confirmer que ces derniers sont conformes aux normes EN61 215 et EN 61 730 (garantie des performances électriques et thermiques : classe A selon NF EN 61 730 jusqu'à 1000 V DC.)

Les modules photovoltaïques sont équipés de connecteurs débrochables, classés IP65 et de classe A.

Câbles de liaison équipotentielle des masses entre le champ photovoltaïque et la prise de terre
Ils se composent d'un câble jaune/vert de section 16mm²

Câbles de liaison entre les rangées des modules et Câbles de liaison entre les modules et l'onduleur

Câbles de liaison équipotentielle des masses entre les modules photovoltaïques.
Ils se composent d'un câble jaune/vert de section 6 mm² et de longueur adaptée aux dimensions des modules ou aux distances inter-rangées.
Par ailleurs, les TERRAGRIF doubles reliant les modules PV permettent d'assurer (du fait de la section qu'elles présentent, et du contact bride/cadres), une liaison équipotentielle entre les cadres métalliques voisins.

Les câbles ou câblettes de mise à la terre étant mis en œuvre avant la pose des panneaux, cela suppose une intervention conjointe de l'électricien et de l'installateur de la structure du champ.

13. DURABILITE

Les éléments constitutifs du procédé ont fait l'objet d'évaluations de vieillissement par le DiBt, et d'essais de chargement.

Ces investigations ont permis la définition du domaine d'emploi, permettant de considérer pour ce procédé, une durabilité satisfaisante.

14. CONTROLES

Les éléments remis par la société Renusol Europe GmbH liés au marquage des éléments et aux procédures de suivi qualité sont bien décrits.

Les usines de montage du groupe Renusol Europe GmbH sont certifiées ISO 9001 :2008

15. CONCOMMITANCE VENT - PLUIE

Le mode de fixation de la tige à double filet n'a pas d'incidence sur le recouvrement des tuiles utilisées.

La gestion de l'étanchéité à l'eau se réalise à la traversée des tuiles par les vis, avec un cavalier adapté :

Un mastic-colle vient assurer la cohésion entre la partie supérieure de la tuile et la partie inférieure du cavalier.

Par conséquent, l'essai de concomitance vent-pluie n'est pas nécessaire pour ce procédé : l'application du tableaux 1 du §3.1 du DTU 40.22 suffit à prévenir l'aléa lié au défaut d'étanchéité du fait de la nature de l'interface entre les tuiles et les vis.

16. AVIS TECHNIQUE DE SUD EST PREVENTION

Compte tenu de l'ensemble des éléments présentés ci avant, SUD EST PREVENTION émet un **AVIS FAVORABLE** sur le procédé « **Renusol VS+ - Petits éléments**» proposé par la société Renusol Europe GmbH et faisant l'objet de la présente Enquête de Technique Nouvelle, moyennant le respect des prescriptions de la notice de montage « VS+ double filetage PE|V6 | 20250125»

En cas d'utilisation de tuiles visées par un DTA, l'avis favorable est également conditionné à la validité du DTA visé.

Le présent rapport d'Enquête Technique constitue un ensemble indissociable du Dossier Technique et de la notice de montage précités.

Notre avis est accordé pour une période de trois ans à compter de la date d'émission du rapport initial d'évaluation, soit jusqu'au 20 septembre 2025

Cet avis deviendrait caduque si :

a) un Avis Technique du CSTB était obtenu dans cet intervalle de temps
b) une modification non validée par nos soins était apportée au procédé
c) des évolutions réglementaires ayant une conséquence sur le procédé intervenaient
d) des désordres suffisamment graves étaient portés à la connaissance de SUD EST PREVENTION.

La société Renusol Europe GmbH devra obligatoirement signaler à SUD EST PREVENTION :

a) toute modification apportée dans le Dossier Technique et/ou la notice de montage examinée,
b) tout problème technique rencontré
c) toute mise en cause relative à ce procédé dont elle ferait l'objet.

Fait à LYON, le 07 avril 2025

Marc TERRANOVA

SUD EST PREVENTION
17, chemin Louis Chirpaz
69134 ECULLY cedex
Tél. 04 72 19 21 30 - lyon@sudestprevention.com
RCS LYON 432 753 911 - SIRET 432 753 911 000 44

Documents du dossier technique

I. Plans des pièces constitutives du système « Renusol VS+ Petits éléments - caractéristiques

- *Vues en plans et en élévation et coupes détaillées des profilés*

II. Notice d'instruction de montage « VS+ double filetage PE|V6 | 20250125 »

III. Résultats expérimentaux

- Notes de calculs
- Compte-rendus d'essais de chargement statique
- Documentation complète des vis des fixations
- Rapport d'essais du DIBt du 14 janvier 2014 (n°Z14.4.602)
- Rapport d'essais du DIBt du 20 décembre 2017 (n°Z14.4.555)

- *Essai à l'arrachement de la vis serreur*

Certaines résistances caractéristiques ont été définies sur la base :

- Des agréments techniques délivrés par l'Institut allemand de technique du bâtiment DIBt à Berlin,
- des campagnes de tests réalisées en interne dans les locaux de la société RENUSOL à Cologne, ou par le laboratoire KIT (Karlsruher Institut für Technologie)
- des vérifications établies par le cabinet d'ingénieurs conseil *Peil, Ummenhofer mbH*

- *Rapport n°000 du diBt n° Z14.4.627 concernant la résistance caractéristique des clamps (valeur de Nr.k)*

	Valeur caractéristique Nr,k des clamps (KN)
Clamp de rive	1,86
Clamp intermédiaire	3,40

Par ailleurs, la méthode de calcul a fait l'objet d'une analyse par le laboratoire TÜV Rheinland concernant le respect des dispositions des règles eurocodes (EN 1991-1-3 et EN 1991-4-4 notamment)

L'objet de la justification de la tenue mécanique du système vise à vérifier que les valeurs limites de résistances découlant des campagnes d'essais, ne sont pas dépassées.

IV. Caractéristiques des modules - certificats

Fabricant	Désignation	Référence fiche technique	Longueur [mm]	Largeur [mm]	Épaisseur [mm]	Retour cadre long côté	Retour cadre petit côté	Plage de puissance (Watts)	Certificat(s) IEC 61215 et 61730
AEG	AS-M3057-S(G12)	(Version AS-M3057-S(G12) / SHINGLED PHOTOVOLTAIC MODULE - Version 2022.08.01.EN)	1812	1096	30	20	20	415-425	TUV NORD - 44 780 21 406749 - 162R1M1 du 02/09/2022
AEG	AS-M3057U-S(G12)	(Version AS-M3057U-S(G12) / ULTRA BLACK SHINGLED PHOTOVOLTAIC MODULE - Version 2022.08.01.EN)	1812	1096	30	20	20	410-420	TUV NORD - 44 780 21 406749 - 162R1M1 du 02/09/2022
AEG	AS-M1202B-H(M6)	Version 2022.10V1 FR	1755	1038	35	-	-	365 à 375	TÜV SÜD n° Z2 118409 0002 Rev. 01 du 01.03.2023
AEG	AS-M1083-H(M10)-xxx/HV	Version 2023.05.V1.FR	1722	1134	30	-	-	405 à 415	TÜV SÜD n° Z2 118409 0002 Rev. 01 du 25.11.2022
AEG	AS-M1322B-H(M10)	Version 2023.10.01.FR_ext30	2094	1134	35	-	-	495 à 505	TÜV SÜD n° Z2 118409 0002 Rev. 01 du 01.03.2023
AEG	AS-M1088B-BH(M10)-xxx/HV	Version 2023.09.V1.FR	1722	1134	30	-	-	420 à 430	TÜV NORD n° 44 780 24 406749 - 046 du 24.02.2024
AEG	AS-M1082W-BH(RM10)-xxx/HV	Version 2024.02.V2.EN	1762	1134	30	-	-	440 à 455	TÜV Rheinland n° PV50627771 001 du 19.04.2024
AEG	AS-M1082Y-BH(RM10)-xxx/HV	Version 2024.02.V2.EN	1762	1134	30	-	-	440 à 455	TÜV Rheinland n° PV50627771 001 du 19.04.2024
AEG	AS-M1082B-BH(RM10)-xxx/HV	Version 2023.12.V2.EN	1762	1134	30	-	-	435 à 450	TÜV Rheinland n° PV50627771 001 du 19.04.2024
AEG	AS-M1202B-BH(RM10)-xxx/HV	Version 2024.02.V1.FR	1950	1134	30	-	-	485 à 500	TÜV Rheinland n° PV50627771 001 du 19.04.2024
AIRWELL	Demi-cellules Silicium Monocristallines – full black « PVMW-xxxM-FB-xxx	(Fiche produit Europe -22-AW -Modules-FR-0322 - février 2022) – référence AMSO Solar : AS375S7B-120	1755	1038	35	35	35	375	Certificat de conformité n° Z2 110017 0001 Rev.01 du 06/07/2021 TÜV SUD –
AIRWELL	Demi-cellules Silicium Monocristallines – full black « PVMW-xxxM-FB-xxx	(Fiche produit Europe -22-AW -Modules-FR-0322 - février 2022) référence AMSO Solar : AS500S8B-132	2100	1134	35	35	35	500	Certificat de conformité n° Z2 110017 0001 Rev.01 du 06/07/2021 TÜV SUD
AIRWELL	PVMX-375M-FB	(Fiche produit Europe - PVMX Standard Solar Modules EN Juin 2023)	1755	1038	35	35	35	375	TUV SUD - Z2 121086 0001 rev00 du 02/06/2023
AIRWELL	PVMX-410M-FB	(Fiche produit Europe - PVMX Standard Solar Modules EN Juin 2023)	1722	1134	30	30	30	410	TUV SUD - Z2 121086 0001 rev00 du 02/06/2023
AIRWELL	PVMX-500M-FB	(Fiche produit Europe - PVMX Standard Solar Modules EN Juin 2023)	2094	1134	35	35	35	500	TUV SUD - Z2 121086 0001 rev00 du 02/06/2023
BOURGEOIS GLOBAL	BGPV (BK)-xxxM-MCSI - xxx		1755	1038	35	35	35	375	Certificat n°44 780 22 406749 - 013 du laboratoire TUV NORD
BOURGEOIS GLOBAL	BGPV xxxBK – demi-cellule type P « BGPV xxx BK - xxx	Version 2023	1708	1134	30	-	-	410-415	Certificat n° Z2 102656 0002 Rev.00 TÜV SUD
BOURGEOIS GLOBAL	BGPV xxxBIV – demi-cellule type P « BGPV xxx BK - xxx -	Version 2023	1755	1038	35	-	-	370	Certificat n° Z2 102656 0002 Rev.00 TÜV SUD
BOURGEOIS GLOBAL	BGPV xxx BK – demi-cellule type P « BGPV xxx BK - xxx	(version 2023 - Bourgeois Global BGPV 405 BK/Bourgeois Global BGPV 410 BK)	1724	1134	35	33	33	405-410	Certificat n° Z2 102656 0002 Rev.00 TÜV SUD
BOURGEOIS GLOBAL	BGPV xxx SL – demi-cellule type P « BGPV xxx SL - xxx	(version 2023 - Bourgeois Global BGPV 405 SL/Bourgeois Global BGPV 410 SL)	1724	1134	35	33	33	405-410	Z2 102656 0003 Rev.00 du 30/05/2023 TÜV SUD
BOURGEOIS GLOBAL	BGPV xxx SL TopCon – demi-cellule type N TopCon « BGPV xxx SL - xxx	(version 2023 - Bourgeois Global BGPV 425 SL)	1724	1134	35	33	33	425	Z2 102656 0003 Rev.00 du 30/05/2023 TÜV SUD
BOURGEOIS GLOBAL	BGPV60-xxxFB [BGPV(FB) xxx-MCSI]	BGPV (FB) 375-MCSI	1755	1038	35	35	35	350 à 375	TÜV SÜD n° Z2 102656 0002 Rev. 01 du 11.01.2023
BOURGEOIS GLOBAL	BGPV66-xxxFB [BGPV xxxFB]	BGPV 500 FB	2094	1134	35	35	35	480 à 505	TÜV SÜD n° Z2 102656 0002 Rev. 01 du 11.01.2023
BOURGEOIS GLOBAL	BGPV425BVBF-B	BFPV54M10T-425BVBFTBNB	1722	1134	30	50	30	425	TÜV Rheinland n° PV 50622373 0001 du 19.03.2024
BOURGEOIS GLOBAL	BGPV500BVBF COMPACT	BGPV60M10RT-500BVBFTBNB	1950	1134	30	30	15	500	TÜV Rheinland n° PV 50622373 0001 du 19.03.2024
BOURGEOIS GLOBAL	BGPV 500 FB-T	BGPV 500 FB-T Version 02/2004	1950	1134	35	35	35	500	TÜV SÜD n° Z2 102656 0005 Rev. 00 du 16.04.2024
DAH Solar	DHN-60R18/DG	EN-DHN-60R18-DG-500~520W	1994	1134	30	30	30	500 à 520	TÜV NORD n° PVP08085/23P-01 du 26.04.2024
DAH Solar	DHN-60R18/FS	EN-DHN-60R18-FS-500~525W	1994	1134	32	35	35	500 à 525	TÜV NORD n° PVP08085/23P-01 du 26.04.2024
DAH Solar	DHN-54R20/DG	EN-DHN-54R20-DG-450~470W	1762	1134	30	30	30	450 à 470	TÜV NORD n° PVP08085/23P-01 du 26.04.2024
DAH Solar	DHN-54R20/FS	EN-DHN-54R20-FS-450~470W	1762	1134	32	35	35	450 à 470	TÜV NORD n° PVP08085/23P-01 du 26.04.2024

Fabricant	Désignation	Référence fiche technique	Longueur [mm]	Largeur [mm]	Épaisseur [mm]	Retour cadre long côté	Retour cadre petit côté	Plage de puissance (Watts)	Certificat(s) IEC 61215 et 61730
DAH Solar	DHN-54X16/DG	EN-DHN-54X16-DG-430~435W	1722	1134	30	30	30	430 à 435	TÜV NORD n° PVP08085/23P-04 du 26.01.2024
DAH Solar	DHN-54X16/FS	EN-DHN-54X16-FS-425-435W	1722	1134	32	35	35	425 à 435	TÜV NORD n° PVP08085/23P-04 du 26.01.2024
DAH Solar	DHN-54R20-DG C	EN-DHN-54R20-DG(CC)-380~430W	1762	1134	30	30	30	380 à 430	TÜV NORD n° 4478024406749-165R1M1 du 16.08.2024
DAH Solar	DHN-54R20-FS C	EN-DHN-54R20-FS(CB)-380~430W	1762	1134	32	35	35	380 à 430	TÜV NORD n° 4478024406749-165R1M1 du 16.08.2024
DAH Solar	DHM-T60X10/FS	EN-DHM-T60X10-FS(BB)-445-460W	1903	1134	32	35	35	445 à 460	TÜV Rheinland n° PV 50593532 du 19.07.2023
DAH Solar	DHM-T72X10/FS	EN-DHM-T72X10-FS(BB)-545-560W	2279	1134	32	35	35	545 à 560	TÜV Rheinland n° PV 50593532 du 19.07.2023
DAH Solar	DHM-T56X10 FS (BB)	DHM-T56X10/FS(BB) 420 W Full Screen	1766	1134	32	35	35	420	TÜV NORD n° 44 780 24 406749-161R1M1 du 29.07.2024
DAH Solar	DHT-M56X10/FS (BB)	DHT-M56X10/FS(BB) 420 W Full Screen	1766	1134	32	35	35	420	TÜV NORD n° 44 780 24 406749-161R1M1 du 29.07.2024
DAH Solar	DHT-M72X10/FS	DHT-M72X10/FS(BB) 545-555 W Full Screen	2279	1134	32	35	35	545 à 555	TÜV NORD n° 44 780 24 406749-161R1M1 du 29.07.2024
DAH Solar	DHN-U72R20/FS	DHN-U72R20-FS-595~630W (8.2)	2384	1134	32	35	35	595 à 630	TÜV NORD n° 44 780 24 406749-161R1M1 du 29.07.2024
DAH Solar	DHN-54Z16-DG (BB)	EN-DHN-54Z16-DG(BB)-480~510W-12.12	1962	1134	30	30	30	480 à 510	TÜV NORD n° 44 780 24 406749-165R2A1M2 du 25.04.2024
DAH Solar	DHN-54Z16-DG/FS (BB)	EN-DHN-54Z16-DG-FS(BB)-480~510W-12.12	1962	1134	30	30	30	480 à 510	TÜV NORD n° 44 780 24 406749-165R2A1M2 du 25.04.2024
DMEGC	DMxxxM10RT-B60HBT	EN_DS-M10RT-B60HBT-202312_2	1950	1134	30	30	15	485 à 500	TÜV Rheinland n° PV506032750001 du 29.09.2024
DUALSUN	DSxxx-108M10-02	v1.1 - Novembre 2021 – F405HCW	1708	1134	30	30	30	395-415	TÜV SÜD Z2 103216 0008 REV.01 du 23/02/2022
DUALSUN	Spring DSTIxxx-M12-B320SBB7 -	(Version v1.0- mars 2023 - F425SB)	1899	1096	30	30	30	420 – 440	Certificat n°44 780 22 406749 - 172 du 27/07/2022 du laboratoire TUV NORD
DUALSUN	SPRING DSTNxxxM12-B320SBB7	(Version v1.0- mars 2023 - F425SB)	1899	1096	30	30	30	420-440	TÜV RHEINLAND PV n°DE 2-039244/DE 2-038845 - 17/05/23-04/05/23
DUALSUN	FLASH DSxxx-108M10B-02	(Version v1.1 - Novembre 2021 – F405HCW)	1722	1134	30	30	30	395-410	TÜV NORD 44 780 22 406749 – 172 Du 27/07/2022
DUALSUN	DSxxx-M12-B320SBB7	v1.0- juin 2022 -F425SB	1899	1096	30	30	30	420-440	TÜV NORD 44 780 20 406749 – 219R1M1 du 20/06/2022
DUALSUN	Flash Half Cut DS xxx108-M10-02	(Version v1.2 - Mars 2023)	1722	1134	30	30	30	395-415	TÜV SÜD Z2 103216 0008 Rev.01 du 23/02/2022
DUALSUN	Flash Half Cut DS xxx108-M10-02	(Version v1.2 - Mars 2023)	1708	1134	30	30	15	395-415	TÜV RHEINLAND PV 50599295 002 du 28/08/2023
DUALSUN	FLASH xxx half cut Glass-glass Top con DSxxx-108M10TB-03	V1.4- – December 2023 DS425-108M10TB-03	1722	1134	30	30	15	410-425	TUV Rheinland PV 50599295 du 28/08/2023
DUALSUN	FLASH xxx half cut DSxxx-132M10-01	v1.15- – November 2023 DS500-132M10-01	2094	1134	35	30	30	500	TUV Rheinland PV 50599295 du 28/08/2023
DUALSUN	SPRING DSTFxxx-108M10TB-03	Dec 2023	1722	1134	30	30	15	420 à 430	TUV Rheinland PV 50599295 du 28/08/2023
DUALSUN	SPRING DSTNxxx-108M10TB-03	V1.3 - December 2023 DSTN425-108M10TB-0	1722	1134	30	30	15	420-430	TUV Rheinland PV 50599295 du 28/08/2023
DUALSUN	SPRING DSTIxxx-108M10TB-03	V1.2 - December 2023 DSTI425-108M10TB-03	1722	1134	30	30	15	420-430	TUV Rheinland PV 50599295 du 28/08/2023
DUALSUN	DSxxx-108M10RTB-03	DSXXX-108M10RTB-03 V1.1-April 2024	1762	1134	30	-	-	440 à 450	TÜV Rheinland n° PV 50599295
DUALSUN	DSxxx-120M10TB-03	DS500-120M10TB-03 V1.0-Mars 2024	1950	1134	30	30	15	500	TÜV Rheinland n° PV 50599295
FHE	FHE-500W-BVN-MASTER	20240723_IMPRESSION_FHE-500W-TOPCON	1961	1134	30	28	11	500	TÜV NORD n° 4478021406749-063R10A6M10 du 20.06.2024
I'M SOLAR	IM.S-BI-440M+80-BT10/54	I'M SOLAR 440M Bi-verre	1762	1134	30	30	15	440 à 520	TÜV NORD n° 44 780 23 406749 - 004 du 09.01.2023
I'M SOLAR	IM.S-BI-500M+100-BT10/54	I'M SOLAR 600M Bi-verre	1950	1134	30	30	15	500 à 600	TÜV NORD n° 44 780 23 406749 - 004 du 09.01.2023
JA SOLAR	MBB - Half Cell « JAM 60S20-xxx/MR -	(Version No. : Global_EN_20201118A)	1769	1052	35	35	35	365 – 390	Certificat n°Z2 72092 295 Rev.30 - TÜV SUD (selon rapport n°704061604115-45)-monocristallins
JA SOLAR	MBB - Half Cell Black Module « JAM 60S21-xxx/MR -FB	(Version No. : Global_EN_20210326A)	1769	1052	35	35	35	355 – 375	Certificat n°Z2 72092 295 Rev.37 - TÜV SUD

Fabricant	Désignation	Référence fiche technique	Longueur [mm]	Largeur [mm]	Épaisseur [mm]	Retour cadre long côté	Retour cadre petit côté	Plage de puissance (Watts)	Certificat(s) IEC 61215 et 61730
JA SOLAR	MBB - Half Cell Black Module « JAM 60S21-xxx/MR	(Version No. : Global_EN_20200727A)	1776	1052	35	35	35	355 – 375	Certificat n°Z2 72092 295 Rev.37 - TÜV SUD
KOPP	KOPP-405Wp Black frame – 108 cellules monocristallines - PERC - « KOPP-J1.PV-Mod.HZ-405Wp-sw	(Photovoltaik Modul KOPP-405Wp Black frame)	1755	1038	30	-	-	405	TÜV SUD n° Z2 011102 0505 Rev.00 (selon rapport n°701262110301-00)
KOPP	KOPP-405Wp Black frame – 108 cellules monocristallines - 11BB PERC - HALF-CELL « KOPP-J1.PV-Mod.HZ- 410Wp	(Photovoltaic module KOPP 410Wp)	1755	1038	30	33	18	410	TÜV SUD n° Z2 011102 0505 Rev.00 (selon rapport n°701262110301-00)
LEDVANCE	MxxxN54LM-BB-F3	M410~430N54LM-BB-F3	1722	1134	30	33	22	410 à 430	TÜV Rheinland n° PV 50592552 du 04.07.2023
LEDVANCE	MxxxN48RB-BB-F7	M435~440N48RB-BB-F7	1762	1134	30	28	11	435 à 440	TÜV NORD n° 44 780 23 406749 - 323R1A1M1 du 10.05.2024
LEDVANCE	MxxxN48RB-BF-F7	M440~445N48RB-BF-F7	1762	1134	30	28	11	440 à 445	TÜV NORD n° 44 780 23 406749 - 323R1A1M1 du 10.05.2024
LEDVANCE	MxxxN60LM-BF-F3	M460~480N60LM-BF-F3	1909	1134	30	33	22	460 à 480	TÜV Rheinland n° PV 50592552 du 04.07.2023
LEDVANCE	MxxxN60LB-BB-F7	M470~490N60LB-BB-F7	1909	1134	30	30	14,5	470 à 490	TÜV NORD n° 44 780 23 406749 - 323R1A1M1 du 10.05.2024
MYLIGHT150	MYL-HT120N-R3-500	FTE-0087-Fiche technique mylight150 Black Crystal 500Wc-V2	1950	1134	30	33	18	500	TUV SUD n° Z2 111130 0007Rev 00 du 24.04.2024
MYLIGHT150	MYL-210R-B96DSN450	FT - mylight150 - HTJ 450Wc	1762	1134	30	28,5	18	450	TUV SUD n° Z2 111130 0006 Rev 00 du 16/05/2024
MYLIGHT150	MYL-210R-B108DSN500	FTE-0086-Fiche technique mylight150 Quartz 500Wc HJT-V4	1960	1134	30	30	15	500	TUV SUD n° Z2 111130 0006 Rev 00 du 16/05/2024
QCELLS	(Half Cell) « Q.PEAK DUO ML-G9 -	(Q.PEAK DUO ML-G9_375-395_2020-08_Rev01_FR)	1840	1030	32	32,8	22	375-395	Certificat n°PV60149904 031 - TÜV Rheinland
RECOM	Demi-cellules - série « Panther » « RCM-xxx-6ME -	(RCM-xxx-6ME (xxx=350-380) -9-M6-35-BB-015-2021-09-v1.1- FR)	1755	1038	35	30	30	350-380	Certificat n°Z2 104798 0029 Rev. 00 TUV SUD Certificat n° 44 780 20 406749-180 TÜV NORD
RECOM	RCM-xxx-7NG	RCM-xxx-7NG(xxx=410-430)-16-M10-30BB-15V-045-2023-01-v1.0-FR	1722	1134	30	-	-	410-430	TUV SUD - Z2 120870 0002 Rev00 du 05/05/2023
SERAPHIM	SIV SERIES –108 cellules PERC - 182mm - « SRP-xxx-BMD-BG-	(ref SRP-DS-EN-2023V1.0)	1722	1134	30	30	30	400-415	Certificat n°Z2 076729 0101 Rev. 24 TÜV SUD
SERAPHIM	SIV SERIES –108 cellules PERC - 182mm - « SRP-xxx-BMD-HV-	(ref SRP-DS-EN-2023V1.0)	1722	1134	30	30	24,5	400-415	Certificat n°Z2 076729 0101 Rev. 24 TÜV SUD
SERAPHIM	SIV SERIES –108 cellules PERC - 182mm Full Black- « SRP-xxx-BMD-HV-FB	((ref SRP-DS-EN-2023T0301)	1722	1134	30	28	24,5	400-415	Certificat n°Z2 076729 0101 Rev. 24 TÜV SUD
SOLARDAY	Demi-cellule –M6 - série « MPS HC 120» cadre noir ou argent « MPS HC 120 – xxx W -	(Solarday_MPS HC 120_360-380_24/01/2022_REV.0_FR)	1755	1038	35	30	30	360-380	Certificat n°40054665 VDE INSTITUT
SolarEdge	SPVxxx-R54PDTL	February 7, 2024 DS-000227-ROW	1722	1134	30	33	-	430 à 440	TÜV SÜD n° Z2 082496 0035 Rev. 00 du 27.10.2023
SolarEdge	SPVxxx-R54PGTL	February 7, 2024 DS-000227-ROW	1722	1134	30	33	-	430 à 440	TÜV SÜD n° Z2 082496 0035 Rev. 00 du 27.10.2023
SolarEdge	SPVxxx-R54PWML	30 janvier 2024, DS-000225-ROW-FR	1722	1134	30	33	-	410 - 415	TÜV SÜD n° Z2 082496 0035 Rev. 00 du 27.10.2023
SolarEdge	SPVxxx-R60DWMG-6M4Cxx	12/2021 DS-000023-3.1-ENG.	1755	1038	40	32	32	370 - 375	TÜV SÜD n° Z2 082496 0009 Rev. 00 du 30.09.2020
SolarEdge	SPVxxx-R60JWMG	09/2021 DS-000079-1.9-ENG	1755	1038	40	32	32	370 - 375	TÜV SÜD n° Z2 082496 0018 Rev. 01 du 11.04.2022
SolarSpace	SS8-54HD-xxxN	Version No : EU 202401	1722	1134	30	30	14,5	410 à 430	TÜV NORD n° 44 780 21 406749 - 063R9A5M9 du 06.02.2024
SolarSpace	SS8-54HDB-xxxN	Version No : EU 202401	1722	1134	30	30	14,5	410 à 430	TÜV NORD n° 44 780 21 406749 - 063R9A5M9 du 06.02.2024
SolarSpace	SS8-54HDT-xxxN	Version No : EU 202401	1722	1134	30	30	14,5	410 à 430	TÜV NORD n° 44 780 21 406749 - 063R9A5M9 du 06.02.2024

Fabricant	Désignation	Référence fiche technique	Longueur [mm]	Largeur [mm]	Épaisseur [mm]	Retour cadre long côté	Retour cadre petit côté	Plage de puissance (Watts)	Certificat(s) IEC 61215 et 61730
SolarSpace	SS8-66HDT-xxxN	Version No : EU 202402	2094	1134	30	28	11	500 à 535	TÜV NORD n° 44 780 21 406749 - 063R9A5M9 du 06.02.2024
SolarSpace	SS8-66HSB-xxxM	Version No : EU 202402	2094	1134	30	33	18	490 à 510	TÜV NORD n° 44 780 21 406749 - 062R8A4M9 du 26.09.2023
Solutium	SL500-M10R-BVT120	Solutium 500 WC BI-VERRE BIFACIAL SL500-M10R-BVT120	1950	1134	30	30	15	500	TÜV Rheinland n° PV 50623683 0001 du 25.03.2024
Solutium	SL500-M10-FB	Solutium 500Wc FULL BLACK SL500-M10-FB	2094	1137	35	35	15	500	TÜV SÜD n° Z2 087869 0004 Rev.00 du 18.01.2024
Solutium	SLXXX-M10-BVBB120	Solutium 500 WC BI-VERRE BIFACIAL SL500-M10-BVT	1950	1134	30	30	15	475 à 500	TÜV Rheinland n° PV 50582887 du 01.02.2024
Solutium	SLxxx-M10-BVT	Solutium 425 WC BI-VERRE BIFACIAL SL425-M10-BVT	1722	1134	30	30	15	405 à 440	TÜV Rheinland n° PV 50623683 0001 du 25.03.2024
Solutium	SLxxx-M10R-BVMW108	Solutium 450 Wc BI-VERRE Monofacial SL 450-M10R-BVMW108	1762	1134	30	30	15	450	TÜV Rheinland n° PV 50623683 0001 du 25.03.2024
SUNPOWER	Série PERFORMANCE 3 BLK – applications résidentielles « SPR-P3-xxx-BLK -	(538233 REV C / A4_EN - Mars 2021)	1690	1160	35	32	24	370-390	Certificat n°PV60131540TÜV Rheinland
SUNPOWER	SPR-P6-xxx-BLK	547495 REV A / A4_FR - Novembre 2022	1808	1086	30	33	24	395 à 415	TÜV Rheinland PV 50485103
SUNPOWER	SPR-P6-xxx-BLK-E9-AC	549393 REV A / A4_FR - Avril 2023	1808	1086	30	33	24	405 à 415	TÜV Rheinland PV 50485103
SUNPOWER	SPR-MAX3-xxx	544451 REV A / A4_FR - Mars 2022	1690	1046	40	32	24	390 à 400	TÜV Rheinland PV 60152450
SUNPOWER	SPR-MAX6-xxx-E4-AC	548942 REV A / A4_FR - Février 2023	1872	1032	40	32	24	420 à 445	TÜV Rheinland PV 60152450
SUNPOWER	SPR-P7-XXX-BLK-P	553635 REV A / A4_EN 24.08.2024	1996	1134	30	32	32	495 à 510	TÜV Rheinland n° 506309750002 du 20.09.2024
SUNPOWER	SPR-P7-XXX-COM-5	550245 REV C / A4_EN 24.05.2024	2156	1134	35	30	16	535 à 555	TÜV Rheinland n° 506309750001 du 16.05.2024
TENKA SOLAR	HC gamme ORION série I – 120 cellules (166 x 83 mm) PERC – TKA400M-120	-	1755	1038	30	30	30	400	Certificat n°Z2 111447 0008 Rev.00 du 19/12/2022 TÜV SUD
TENKA SOLAR	HC gamme ORION série III – 108 cellules (182 mm) PERC «TKAxxxM-108 –	-	1722	1134	30	30	30	430-455	Certificat n°Z2 111447 0008 Rev.00 du 19/12/2022 TÜV SUD
TENKA SOLAR	HC gamme ORION série IIIs – 144 cellules (166 x 83 mm) PERC «TKAxxxM-144	-	2094	1038	35	30	30	480-500	Certificat n°Z2 111447 0008 Rev.00 du 19/12/2022 TÜV SUD
TENKA SOLAR	Orion III-xxxM TKA425M-108	Orion Serie III-425W HC Mono TB - V. 10/2023	1722	1134	30	33	33	425	TUV SUD - Z2 112447 0008 rev00 du 19/12/2022
TENKA SOLAR	Orion III-xxxM TKAxxM-108B - Full Black	Orion Serie III - 430-450 W HC MONO TB - Version Octobre 2023	1724	1134	30	33	33	430 à 450	TUV SUD - Z2 112447 0008 rev00 du 19/12/2022
TENKA SOLAR	Orion III-xxxM TKA425M-108 - Bifacial	Orion Serie III-425W BF - V. 10/2023	1722	1134	30	33	33	425	TUV SUD - Z2 112447 0008 rev00 du 19/12/2022
TENKA SOLAR	Orion III-xxxM TKAxxxM-108	Orion Serie III - 430-455W HC MONO - Version Octobre 2023	1724	1134	30	33	33	430 à 455	TUV SUD - Z2 112447 0008 rev00 du 19/12/2022
TENKA SOLAR	Orion IIIs-xxxM TKAxxxM-144	Orion Serie IIIs-480-500W HC Mono - V. 10/2023	2094	1038	35	33	18	480 à 500	TUV SUD - Z2 112447 0008 rev00 du 19/12/2022
ULICA SOLAR	Half cut – 1500 V «UL-xxxM-144HV - xxx	UL-450M-455M-460M-144HV SF - notice 2020	2094	1038	35	35	35	450-460	TÜV SUD n°Z2 083334 0048 Rev.05
ULICA SOLAR	Half cut – MBB 182 Cell «UL-xxxM-144HV - xxx	Ulica Mono 182mm 10BB HC 545-555M-144HV	2279	1134	35	35	35	545-555	TÜV SUD n°Z2 083334 0048 Rev.05
ULICA SOLAR	Half cut – 1500 V- MBB 182 Cell «UL-xxxM-108HV - xxx	Ulica Mono 182mm 405M-108 Full Black-1100mm cable- notice 2020	1722	1134	30	30	30	400-410	TÜV SUD n°Z2 083334 0048 Rev.05
ULICA SOLAR	Half cut – 1500 V- MBB 182 Cell «UL-xxxM-108HV - xxx	Ulica Mono 182mm 415M-108 Silver frame-1100mm cable- notice 2020	1722	1134	30	30	30	410-420	TÜV SUD n°Z2 083334 0048 Rev.05
ULICA SOLAR	UL-XXXM-120BHVN	Ulica N type 1952mm_495-505W Monofacial+silver frame	1952	1134	30	30	15	495 à 505	TÜV SUD n° Z2 083334 0070 Rev.02 du 19.08.2024
ULICA SOLAR	UL-XXXM-120BHVN	Ulica N type 1952mm_490-500W Monofacial+Black Jade	1952	1134	30	30	15	490 à 500	TÜV SUD n° Z2 083334 0070 Rev.02 du 19.08.2024
ULICA SOLAR	UL-XXXM-120BDGN	Ulica N type 1952mm_495-505W Bifacial+silver frame	1952	1134	30	30	15	495 à 505	TÜV SUD n° Z2 083334 0068 Rev.01 du 19.08.2024
ULICA SOLAR	UL-XXXM-120BDGN	Ulica N type 1952mm_490-500W Bifacial+Black Jade Flow Transparent glass	1952	1134	30	30	15	490 à 500	TÜV SUD n° Z2 083334 0068 Rev.01 du 19.08.2024

Fabricant	Désignation	Référence fiche technique	Longueur [mm]	Largeur [mm]	Épaisseur [mm]	Retour cadre long côté	Retour cadre petit côté	Plage de puissance (Watts)	Certificat(s) IEC 61215 et 61730
ULICA SOLAR	UL-XXXM-108BDGN	Ulica N type 1762mm_445-455W Bifacial+Black Jade+Staubli MC4	1762	1134	30	30	15	445 à 455	TÜV SUD n° Z2 083334 0068 Rev.01 du 19.08.2024
ULICA SOLAR	UL-XXXM-108BDGN	Ulica N type 1762mm_445-460W Bifacial+silver frame	1762	1134	30	30	15	445 à 460	TÜV SUD n° Z2 083334 0068 Rev.01 du 19.08.2024
ULICA SOLAR	UL-XXXM-108BDGN	Ulica N type 1762mm_445-455W Bifacial+Black Jade Flow Transparent glass	1762	1134	30	30	15	445 à 455	TÜV SUD n° Z2 083334 0068 Rev.01 du 19.08.2024
ULICA SOLAR	UL-XXXM-108CDGN	Ulica N type QIN 1800mm_475-490W Bifacial+silver frame	1800	1134	30	33	15	475 à 490	TÜV SUD n° Z2 083334 0068 Rev.01 du 19.08.2024
VIESSMANN	VITOVOLT 300 MxxxAG – 120 cellules Half Cut - cellules PERC 166mm - Standard+Blackframe - « MxxxAG- xxx	ref 6175887 FR 6/2021	1755	1038	35	35	35	370-380	TÜV Rheinland PV 50518656 0001
VIESSMANN	VITOVOLT 300 MxxxAL All black – 108 cellules Half Cut – cellules PERC 182mm – All Black - « MxxxAL- xxx	ref 6195929 FR 5/2022)	1722	1134	30	32	32	390-395	TÜV Rheinland PV 50518656 0003
VIESSMANN	VITOVOLT 300 MxxxAL– 108 cellules Half Cut – cellules PERC 182mm « MxxxAL- xxx	ref 6195922 FR 5/2022	1722	1134	30	32	32	400-410	TÜV Rheinland PV 50518656 0003
VIESSMANN	VITOVOLT 300 MxxxWK– 340 cellules Schingled – cellules PERC 182mm - Standard+Blackframe « MxxxWK- xxx	ref 6196800 FR 6/2022)	1719	1140	30	30	30	400-410	TÜV NORD n° 44 780 19 406749 - 260R6A1M6
VIESSMANN	VITOVOLT 300 MxxxWK All black – 340 cellules Shingled – cellules PERC – All Black - « MxxxWK- xxx	ref 6196782 GB 6/2022)	1719	1140	30	30	30	395-415	TÜV NORD n° 44 780 19 406749 - 260R6A1M6
VIESSMANN	VITOVOLT 300 MxxxWM All black – 340 cellules Shingled – cellules PERC – All Black - « MxxxWM- xxx	(ref 6199071 GB 9/2022)	1812	1096	30	30	30	410-420	TÜV NORD n° 44 780 19 406749 - 260R6A1M6
VIESSMANN	VITOVOLT 300 MxxxWM black frame – 305 cellules Shingled – cellules PERC - « MxxxWM- xxx	ref 6199083 GB 9/2022)	1812	1096	30	30	30	415-420	TÜV NORD n° 44 780 19 406749 - 260R6A1M6
VIESSMANN	VITOVOLT 300 MxxxWM Standard – 305 cellules Shingled – cellules PERC - « MxxxWM- xxx	(ref 6199083 GB 9/2022)	1812	1096	30	30	30	415-420	TÜV NORD n° 44 780 19 406749 - 260R6A1M6
Voltec Solar	TARKA 126 VSMS Monofacial - (ref v2021.05.03)	tarka_126_vsms_fr_v2 - v2021.05.03	1835	1042	35	25	14,5	385-395	Certificat CERTISOLIS n°CC0070-20131022
Voltec Solar	TARKA 138 VSMD Monofacial - xxx	tarka_138_vsmd_fr_v2 - v2021.05.03	2005	1042	35	25	14,5	420-430	CERTISOLIS CC0127_1 du 19/05/2022
Voltec Solar	Tarka 110 VSMP 435-460 Wc	Fiche Technique TARKA 110 VSMP 435-460W 2024_v1	1868	1070	35	30	30	435 à 460	En cours
Voltec Solar	Tarka 110 VSBP 435-460 Wc	Fiche Technique TARKA 110 VSBP 435-460W 2024_v2	1868	1070	35	30	30	435 à 460	En cours
Voltec Solar	Tarka 120 VSMP 485-500 Wc	Fiche Technique TARKA 120 VSMP 485-500W 2024_v1	1868	1170	35	30	30	485 à 500	En cours
Voltec Solar	Tarka 120 VSBP 485-500 Wc	Fiche Technique TARKA 120 VSBP 485-500W 2024_v1	1868	1170	35	30	30	485 à 500	En cours
VOXERY	série 166 – 120 demi-cellules 9BB « NE-S120/M6H-xxx -	Evosolar 355-380W - cellule de 166mm Half Cell Series NE Francais - S120	1756	1039	35	35	20	355-380	Certificat n°Z2 118390 0001 Rev.00 du 12/10/2022 TÜV SUD
VOXERY	série 182 – 108 demi-cellules 10BB « NE-S108/M10H-xxx- xxx	Evosolar 390-10W S108_M10H 182 MM Half cell series	1724	1134	30	30	20	390-410	Certificat n°Z2 118390 0001 Rev.00 du 12/10/2022 TÜV SUD
VOXERY	série 182 – 144 demi-cellules 10BB « NE-S144/M10H-xxx- xxx	Evosolar 530-550W NE 182mm Half Cell Series S144-M10H	2279	1134	35	35	35	530-550	Certificat n°Z2 118390 0001 Rev.00 du 12/10/2022 TÜV SUD
VOXERY	120 cellules de 210mm semi-coupées « NE-S120/M12H-xxx	Evosolar 590-605W NE 210mm Cell Series S120-M12H	2172	1303	35	30	20	590-605	Certificat n°Z2 118390 0001 Rev.00 du 12/10/2022 TÜV SUD

V. Caractéristiques des fixations associées au système.

- Notes de calculs
- Compte-rendu d'essais de chargement statique
- Documentation complète des vis des fixations
- Documentation complète des crochets, et des accessoires associés au procédé.
- Feuilles de données (incluant les data sheet, les certificats concernant les IEC 61 625 et 61 730, ainsi que les certificats de suivi de contrôle qualité des unités de fabrication conformément au référentiel EN ISO 9001 : 2008)
- Rapport d'essais du DIBt du 14 janvier 2014 (n°Z14.4.602)
- Rapport d'essais du DIBt du 20 décembre 2017 (n°Z14.4.555)