

ALPES CONTRÔLES

Construction & Exploitation

Bureau Alpes Contrôles

etn@alpes-contrôles.fr

Membre de la Coprec

CTC R440 V1

RAPPORT D'ENQUETE DE TECHNIQUE NOUVELLE

| | |
|---|---|
| <i>REFERENCE :</i> | 010T181E indice 04 |
| <i>NOM DU PROCEDE :</i> | S-DOME V 10° ET D-DOME V 10° |
| <i>MODULES PHOTOVOLTAIQUES ASSOCIES EN POSE PAYSAGE :</i> | LISTE COMPLETE AU CHAPITRE 5 MODULE OBJET DU PRESENT INDICE : - VOLTEC TARKA 120 VSMS de 310 à 335 W |
| <i>TYPE DE PROCEDE :</i> | Photovoltaïque lesté |
| <i>DESTINATION :</i> | Toitures-terrasses |
| <i>DEMANDEUR :</i> | K2 SYSTEMS GMBH Industriest. 18 71272 RENNINGEN (ALLEMAGNE) |
| <i>PERIODE DE VALIDITE :</i> | DU 01 OCTOBRE 2020 AU 09 OCTOBRE 2022 |

Le présent rapport porte la référence 010T181E indice 04 rappelée sur chacune des 19 pages. Il ne doit être utilisé que dans son intégralité.

Historique des indices :

| INDICE ETN | DATE DEBUT VALIDITE | OBJET |
|------------|---------------------|---|
| 0 | 10 octobre 2019 | Version initiale |
| 01 | 17 décembre 2019 | Ajout de 1 module SUNPOWER |
| 02 | 17 mars 2020 | Ajout de 5 modules ALEO SOLAR et suppression du module SUNPOWER |
| 03 | 19 août 2020 | Ajout de 4 modules DMEGC |
| 01 | 01 octobre 2020 | Ajout de 1 module VOLTEC |

Sommaire :

| | |
|--|----|
| PREAMBULE | 3 |
| 1. OBJET DE LA MISSION | 3 |
| 2. DESCRIPTION DU PROCEDE | 5 |
| 3. DOMAINE D'EMPLOI | 7 |
| 4. DOCUMENT DE REFERENCE | 10 |
| 5. MATERIAUX/COMPOSANTS | 11 |
| 6. FABRICATION ET CONTROLE | 16 |
| 7. JUSTIFICATIONS/ESSAIS | 17 |
| 8. MISE EN ŒUVRE | 17 |
| 9. REFERENCES | 17 |
| 10. ANALYSE TECHNIQUE DE L'APTITUDE A L'EMPLOI | 18 |
| 11. AVIS DE PRINCIPE DE BUREAU ALPES CONTROLES | 19 |

PREAMBULE

Cette Enquête de Technique Nouvelle (dénommée « ETN » dans la suite du présent document) est une évaluation des aléas techniques réalisée par BUREAU ALPES CONTROLES pour le demandeur la société K2 SYSTEMS GMBH, à qui elle appartient. Cette Enquête de Technique Nouvelle ne peut faire l'objet d'aucun complément ou ajout de la part d'une tierce partie, les seules parties autorisées à réaliser des ajouts/modifications d'un commun accord étant BUREAU ALPES CONTROLES et le demandeur.

Notamment, il n'est pas permis à une tierce partie d'émettre des évaluations complémentaires à cette ETN, qui feraient référence à cette ETN sans l'accord formel de BUREAU ALPES CONTROLES et du demandeur. Toutes évaluations complémentaires à cette ETN, et les conclusions associées, sont à considérer comme nulles et non avenues, et ne sauraient engager d'une quelconque façon BUREAU ALPES CONTROLES.

1. OBJET DE LA MISSION

La société K2 SYSTEMS GMBH nous a confié une mission d'évaluation technique du Cahier des Charges relatif au procédé S-DOME V 10° ET D-DOME V 10°. Cette mission est détaillée dans notre contrat référence 010-T-2018-001W et avenant(s) éventuel(s).

La mission confiée vise à donner un Avis de Principe sur le Cahier des Charges relatif au procédé S-DOME V 10° ET D-DOME V 10°, Avis de Principe préalable à la réalisation par BUREAU ALPES CONTROLES de missions de Contrôle Technique de type « L » sur des opérations de constructions particulières. Cet Avis de Principe préalable est matérialisé dans le présent rapport.

La mission confiée à la société BUREAU ALPES CONTROLES concerne uniquement les éléments constitutifs assurant la fonction « 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 relative à la solidité des ouvrages, selon la loi du 04 janvier 1978 et la norme NFP 03-100) par BUREAU ALPES CONTROLES, à l'exclusion :

- ✓ de tout autre fonction et/ou aléas au sens de la norme NFP 03-100 (solidité des équipements dissociables, solidité des existants, stabilité des ouvrages avoisinants, sécurité des personnes en cas d'incendie, stabilité en cas de séisme, isolation thermique, étanchéité à l'air, isolation acoustique, accessibilité des personnes à mobilité réduite, transport des brancards, fonctionnement des installations, gestion technique du bâtiment, hygiène et santé, démolition, risques naturels exceptionnels et technologiques, conformité au règlement de la construction,...),
- ✓ de toute garantie de performance ou de rendement, garantie contractuelle supplémentaire à la garantie décennale,.....
- ✓ ainsi que de tous labels (QUALITEL, HPE, BBC, Minergie, Effinergie, Passivhaus,...)....

Nota important :

- le présent contrat n'est pas un contrat de louage d'ouvrages.
- la présente mission n'est pas une mission de contrôle technique au sens de la norme NF P 03-100.

L'examen des dispositions liées à la sécurité électrique du champ photovoltaïque n'est notamment pas réalisé dans le cadre de la présente mission.

La présente Enquête vise l'utilisation du procédé S-DOME V 10° ET D-DOME V 10° dans son caractère non traditionnel. Les dispositions traditionnelles du procédé relèvent des documents de référence les concernant.

La présente Enquête ne vise pas les ouvrages qui ne seraient réalisés qu'avec une partie des matériaux/éléments constitutifs du procédé S-DOME V 10° ET D-DOME V 10°.

La présente Enquête ne vise pas les ouvrages relevant d'une étude spécifique.

La présente Enquête ne vise pas l'outil de calculs éventuel associé au procédé.

Pour mémoire, la présente Enquête de Technique Nouvelle ne vise pas la vérification de la tenue de la structure porteuse associée au procédé S-DOME V 10° ET D-DOME V 10° ; vérification sous poids propre, charges permanentes et sollicitations climatiques ; cette étude préalable de stabilité étant à réaliser systématiquement pour chaque chantier.

2. DESCRIPTION DU PROCEDE

Le procédé S-DOME V 10° ET D-DOME V 10° est un procédé associant des modules photovoltaïques cadrés à un système de montage lesté mis en œuvre sur toitures-terrasses. Les modules photovoltaïques sont inclinés à 10° et sont posés en mode paysage avec fixation par étriers sur leurs petits côtés. Le système de montage est constitué de composants et profilés en aluminium qui reposent sur des tapis de protection en EPDM posés sur la toiture-terrasse. La résistance au vent du système est assurée par l'ajout de blocs de lest sur le système de montage.

Le procédé S-DOME V 10° ET D-DOME V 10° existe sous deux versions différentes :

- Version S-DOME V 10° à simple orientation ;
- Version D-DOME V 10° à double orientation.



Figure 1 – Schéma global du procédé



Figure 2 – Schéma global du procédé

Le procédé se compose principalement de :

- Tapis de protection Mat V, en EPDM, qui permet de protéger la membrane d'étanchéité de couverture du procédé S-DOME V 10° ET D-DOME V 10° ;
- Rail Dome V Rail, en aluminium EN AW 6063 T66, qui repose sur les Mat V et qui supporte les éléments de maintien des modules photovoltaïques ainsi que les accessoires de réception du lestage.
- Support de base, en aluminium EN AW 6063 T66, fixé au Dome V Rail au moyen d'un écrou prisonnier MK2, qui est le support des supports de surélévation. Cette pièce existe sous deux versions :
 - S-Dome V Basis pour la version S-DOME V 10° ;
 - D-Dome V Basis pour la version D-DOME V 10°.
- Support de surélévation, en aluminium EN AW 6063 T66, clipsé sur un support de base au moyen de l'élément Dome V Clip, qui est le support des étriers situés en partie haute du module photovoltaïque. Cette pièce existe sous deux versions :
 - S-Dome V Peak pour la version S-DOME V 10° ;
 - D-Dome V Peak pour la version D-DOME V 10°.
- Support Dome V SD, en aluminium EN AW 6063 T66, inséré dans la rainure du Dome V Rail au moyen de son T métallique, qui est le support des étriers situés en partie basse du module photovoltaïque ;

- Kit étrier, constitué d'un écrou prisonnier, d'une vis à tête cylindrique crantée M8x35 mm et d'un étrier de fixation des modules. Deux versions d'étriers sont disponibles :
 - MiniClamp MC : étrier maintenant deux modules photovoltaïques voisins ;
 - MiniClamp EC : étrier maintenant les modules photovoltaïques en extrémité du champ.
- Plaque Windbreaker, en aluminium EN AW 5754, spécifique à la version S-DOME V 10°, fixée aux S-Dome V Peak et S-Dome V Basis au moyen d'une vis à tête marteau et assurant la fonction de déflecteur. Cette pièce existe sous trois versions :
 - Windbreaker 1600 mm, épaisseur 1 mm ;
 - Windbreaker 1757 mm, épaisseur 1 mm ;
 - Windbreaker 2080 mm, épaisseur 1,5 mm.
- Écrou prisonnier MK2 en acier inoxydable 1.4301 et polyamide avec vis à tête cylindrique crantée M8x20 mm, fixant les assemblages suivants :
 - Assemblage S-Dome V Basis / Dome V Rail ;
 - Assemblage D-Dome V Basis / Dome V Rail ;
 - Assemblage Dome V Porter / Plaque de support / Dome V Rail.
- Vis à tête marteau T-Bolt 20/12 M8x20 mm en acier inoxydable A2 avec rondelle Dome Washer et écrou de sécurité M8 pour les assemblages Windbreaker / S-Dome V Peak et Winbreaker / S-Dome V Basis.
- Dome V Clip, en acier inoxydable 1.4310, qui est clipsé sur le S-Dome V Basis ou le D-Dome V Basis et sur lequel est clipsé le S-Dome V Peak ou le D-Dome V Peak respectivement. Le Dome V Clip assure le positionnement du S-Dome V Peak et du D-Dome V Peak ;
- Dome V Porter, en aluminium EN AW 6063 T66, d'épaisseur 4 mm et de largeur 40 mm, qui permet de réceptionner des dalles de lest de dimensions 50 x 50 cm. Pour réceptionner les dalles de lest, deux Dome V Porter sont nécessaires et sont disposés sous les modules photovoltaïques, avec leurs extrémités fixées au Dome V Rail. Deux versions du Dome V Porter sont disponibles :
 - Dome V Porter longueur 1750 mm ;
 - Dome V Porter longueur 2050 mm.
- SpeedPorter, en aluminium EN AW 5754, qui permet de réceptionner des dalles de lest de dimensions 40 x 40 cm. Le SpeedPorter est emboîté dans le Dome V Rail. Deux SpeedPorters sont nécessaires pour réceptionner une dalle ;
- Blocs de lestage, en béton de densité > 2,4 avec caractéristiques minimales et géométrie à respecter définies au Chapitre 5 du présent rapport.
- Modules photovoltaïques cadrés de marques et de types référencés au Chapitre 5 du présent document, certifiés conformes à la norme IEC 61215, posés en mode paysage.

3. DOMAINE D'EMPLOI

Le Domaine d'Emploi du procédé est indiqué au Chapitre 2 du Cahier des Charges, et précisé comme suit dans le cadre de l'Enquête de Technique Nouvelle, l'ensemble des dispositions explicitées dans le Cahier des Charges s'appliquant par ailleurs :

- Utilisation en France Européenne :
 - ▶ En climat de plaine, caractérisé conventionnellement par une altitude inférieure à 900 m ;
 - ▶ En atmosphère extérieure rurale non polluée, urbaine ou industrielle normale ;
 - ▶ En atmosphère extérieure marine :
 - Pour le procédé hors modules :
 - A plus de 10 km du littoral sauf étude spécifique.
 - Pour les modules photovoltaïques :
 - A une distance inférieure à 10 km du littoral : emploi de modules référencés ayant subi des essais en brouillard salin selon la norme IEC 61701 ; faisant l'objet d'une étude spécifique de la part du fabricant de modules ; et bénéficiant de la garantie du fabricant de modules ;
 - A une distance comprise entre 10 et 20 km du littoral : emploi de modules référencés ayant subi des essais en brouillard salin selon la norme IEC 61701.
 - ▶ Au-dessus de locaux à faible ou moyenne hygrométrie au sens de l'annexe D du DTU 40.35 ;
 - ▶ En ambiance intérieure saine.
- Mise en œuvre en toitures-terrasses techniques ou à zone technique avec acrotères conformes aux DTU de la série 43 ;
- Mise en œuvre sur revêtement d'étanchéité autoprotégé apparent ;
- Mise en œuvre en toitures-terrasses de pente $\leq 5\%$ ($2,86^\circ$) ;
- Mise en œuvre sur les éléments porteurs suivants, en respectant les dispositions associées :

| Eléments porteurs | Conformité toitures-terrasses | Pente minimale | Pente maximale |
|---------------------------------|-------------------------------|--------------------|--------------------|
| Maçonnerie | DTU 20.12 et DTU 43.1 | 1 % / $0,57^\circ$ | 5 % / $2,86^\circ$ |
| Béton cellulaire autoclavé armé | Cahier du CSTB n°2192 | 1 % / $0,57^\circ$ | 5 % / $2,86^\circ$ |
| Tôles d'acier nervurées | DTU 43.3 | 3 % / $1,72^\circ$ | 5 % / $2,86^\circ$ |
| Bois | DTU 43.4 | 3 % / $1,72^\circ$ | 5 % / $2,86^\circ$ |

Nota : le procédé S-DOME V 10° ET D-DOME V 10° entraîne une application ponctuelle des charges permanentes et climatiques sur l'élément porteur qu'il convient de prendre en compte dans le dimensionnement de l'élément porteur.

Par conséquent, un dimensionnement spécifique de l'élément porteur devra être réalisé pour chaque chantier par un professionnel compétent selon les Règles de l'Art. Dans le cas des tôles d'acier nervurées, sera notamment pris en compte le sens des rails par rapport au sens des nervures des tôles d'acier nervurées.

- Mise en œuvre sur supports isolants non porteurs respectant les spécifications techniques suivantes :
 - ▶ Isolant autre que le polystyrène expansé :
 - Classe de compressibilité C à 80°C au minimum au sens du guide UEAtc e-Cahier du CSTB n° 2662-V2 de juillet 2010 ;
 - Résistance à la compression à 10 % d'écrasement, au sens de la norme EN 826, supérieure à 70 kPa ;
 - Résistance à la compression sous charges maintenues, au sens du Cahier du CSTB n° 3669-V2 de septembre 2015, qui dépend de l'épaisseur de l'isolant ; soit avec DTA visant la réalisation de toitures accessibles avec protection par dalles sur plots ; soit avec garantie explicite du fabricant pour cette application ;
 - En configuration de pose sur support discontinu en tôles d'acier nervurées : essai de poinçonnement spécifique fabricant ;
 - ▶ Polystyrène expansé (PSE) :
 - Classe de compressibilité B à 80°C au minimum au sens du guide UEAtc e-Cahier du CSTB n° 2662-V2 de juillet 2010 ;
 - Résistance à la compression à 10 % d'écrasement, au sens de la norme EN 826, supérieure à 70 kPa ;
 - Résistance à la compression sous charges maintenues, au sens du Cahier du CSTB n° 3669-V2 de septembre 2015, qui dépend de l'épaisseur de l'isolant ; soit avec DTA visant la réalisation de toitures accessibles avec protection par dalles sur plots ; soit avec garantie explicite du fabricant pour cette application ;
 - En configuration de pose sur support discontinu en tôles d'acier nervurées : essai de poinçonnement spécifique fabricant.

Nota : le procédé S-DOME V 10° ET D-DOME V 10° implique un dimensionnement spécifique en compression de l'isolant en lien avec l'application ponctuelle des charges descendantes.

- Mise en œuvre sur membranes d'étanchéité adaptées à la mise en œuvre en toitures-terrasses techniques de natures suivantes :
 - ▶ Membranes d'étanchéité bitumineuses ;
 - ▶ Membranes d'étanchéité PVC ;
 - ▶ Membranes d'étanchéité FPO.
- Pose des modules photovoltaïques cadrés référencés en mode paysage uniquement ;

- Valeurs de résistance de calcul aux sollicitations climatiques au sens de l'Eurocode 0 :

Nota : les valeurs de résistances aux sollicitations ascendantes et descendantes sont exprimées perpendiculairement à la surface des modules photovoltaïques ; les valeurs de résistances aux sollicitations tangentielles sont exprimées parallèlement à la surface des modules photovoltaïques.

VERSION S-DOME V 10° :

Résistances de calcul du procédé hors modules aux sollicitations ascendantes au sens de l'Eurocode 0 :

| Composant ou assemblage | | Résistance de calcul R_d ou caractéristiques géométriques |
|--------------------------------|--|---|
| Composant | MiniClamp MC | 3,30 kN |
| Composant | MiniClamp EC | 4,78 kN |
| Assemblage | MiniClamp MC + écrou prisonnier + vis M8x35 | 3,30 kN |
| Assemblage | Écrou prisonnier + S-Dome V-Peak | 4,31 kN |
| Composant | S-Dome V Peak | 4,31 kN |
| Assemblage | S-Dome V Peak + S-Dome V Basis | 4,31 kN |
| Composant | S-Dome V Basis | 4,31 kN |
| Assemblage | Écrou prisonnier MK2 + vis M8x20 + S-Dome V Rail | 6,64 kN |
| Composant | Dome V Rail | $I_x = 1,93 \text{ cm}^4$ $W_x = 1,25 \text{ cm}^3$ $I_y = 40,85 \text{ cm}^4$ $W_y = 6,65 \text{ cm}^3$ |
| Assemblage | Écrou prisonnier + vis M8x35 + Dome V SD | 3,30 kN |
| Composant | Dome V SD | 3,30 kN |
| Assemblage | Dome V SD + Dome V Rail | 3,30 kN |

Résistances de calcul du procédé hors modules aux sollicitations descendantes au sens de l'Eurocode 0 :

| Composant ou assemblage | | Résistance de calcul R_d ou caractéristiques géométriques |
|--------------------------------|-----------------------|---|
| Composant | S-Dome V Peak | 4,10 kN |
| Composant | S-Dome V Basis | 4,10 kN |
| Composant | Dome V SD | 4,24 kN |
| Composant | Dome V Rail | $I_x = 1,93 \text{ cm}^4$ $W_x = 1,25 \text{ cm}^3$ $I_y = 40,85 \text{ cm}^4$ $W_y = 6,65 \text{ cm}^3$ |
| Composant | Mat V | 1,14 kN |
| Composant | Speedporter | 20 kg par SpeedPorter, soit 40 kg par paire de SpeedPorter |
| Composant | Dome V Porter 1750 mm | 60 kg par Dome V Porter, soit 120 kg par paire de Dome V Porter |
| Composant | Dome V Porter 2050 mm | 60 kg par Dome V Porter, soit 120 kg par paire de Dome V Porter |

Résistances de calcul du procédé hors modules aux sollicitations tangentielles au sens de l'Eurocode 0 :

| Composant ou assemblage | | Résistance de calcul R_d ou caractéristiques géométriques |
|--------------------------------|---|---|
| Composant | Windbreaker longueur 1,600 m épaisseur 1 mm | 0,93 kN |
| Composant | Windbreaker longueur 1,757 m épaisseur 1 mm | 0,93 kN |
| Composant | Windbreaker longueur 2,080 m épaisseur 1,5 mm | 1,14 kN |
| Assemblage | Vis à tête marteau + S-Dome V Peak | 3,53 kN |
| Assemblage | Vis à tête marteau + S-Dome V Basis | 3,53 kN |
| Assemblage | Dome V SD + Dome V Rail | 0,97 kN |

VERSION D-DOME V 10° :

Résistances de calcul du procédé hors modules aux sollicitations ascendantes au sens de l'Eurocode 0 :

| Composant ou assemblage | | Résistance de calcul R_d ou caractéristiques géométriques |
|-------------------------|--|---|
| Composant | MiniClamp MC | 3,30 kN |
| Composant | MiniClamp EC | 4,78 kN |
| Assemblage | MiniClamp MC + écrou prisonnier + vis M8x35 | 3,30 kN |
| Assemblage | Ecrou prisonnier + D-Dome V-Peak | 4,40 kN |
| Composant | D-Dome V Peak | 4,40 kN |
| Assemblage | D-Dome V Peak + D-Dome V Basis | 4,40 kN |
| Composant | D-Dome V Basis | 4,40 kN |
| Assemblage | Ecrou prisonnier MK2 + vis M8x20 + S-Dome V Rail | 6,64 kN |
| Composant | Dome V Rail | $I_x = 1,93 \text{ cm}^4$ $W_x = 1,25 \text{ cm}^3$ $I_y = 40,85 \text{ cm}^4$ $W_y = 6,65 \text{ cm}^3$ |
| Assemblage | Ecrou prisonnier + vis M8x35 + Dome V SD | 3,30 kN |
| Composant | Dome V SD | 3,30 kN |
| Assemblage | Dome V SD + Dome V Rail | 3,30 kN |

Résistances de calcul du procédé hors modules aux sollicitations descendantes au sens de l'Eurocode 0 :

| Composant ou assemblage | | Résistance de calcul R_d ou caractéristiques géométriques |
|-------------------------|-----------------------|---|
| Composant | D-Dome V Peak | 4,08 kN |
| Composant | D-Dome V Basis | 4,08 kN |
| Composant | Dome V SD | 4,24 kN |
| Composant | Dome V Rail | $I_x = 1,93 \text{ cm}^4$ $W_x = 1,25 \text{ cm}^3$ $I_y = 40,85 \text{ cm}^4$ $W_y = 6,65 \text{ cm}^3$ |
| Composant | Mat V | 1,14 kN |
| Composant | Speedporter | 20 kg par SpeedPorter, soit 40 kg par paire de SpeedPorter |
| Composant | Dome V Porter 1750 mm | 60 kg par Dome V Porter, soit 120 kg par paire de Dome V Porter |
| Composant | Dome V Porter 2050 mm | 60 kg par Dome V Porter, soit 120 kg par paire de Dome V Porter |

Résistances de calcul du procédé hors modules aux sollicitations tangentielles au sens de l'Eurocode 0 :

| Composant ou assemblage | | Résistance de calcul R_d ou caractéristiques géométriques |
|-------------------------|-------------------------|---|
| Assemblage | Dome V SD + Dome V Rail | 0,97 kN |

4. DOCUMENT DE REFERENCE

La société K2 SYSTEMS GMBH a rédigé un Cahier des Charges, Version 05 du 18/09/2020, intitulé « Procédé S-DOME V 10° ET D-DOME V 10° », et comportant 195 pages ;

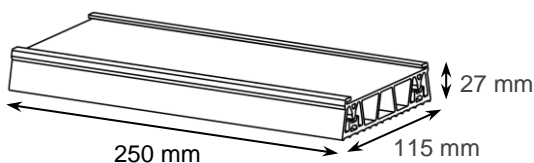
Ce document a été examiné par BUREAU ALPES CONTROLES dans le cadre de la présente Enquête.

5. MATERIAUX/COMPOSANTS

Les matériaux/composants entrant dans le procédé S-DOME V 10° ET D-DOME V 10° sont définis au Chapitre 3 du Cahier des Charges.

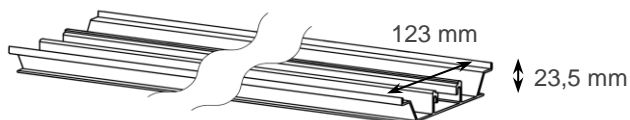
La version S-DOME V 10° du procédé se compose principalement des matériaux/composants suivants :

- Tapis de protection Mat V, en EPDM de dureté Shore A 70, qui permet de protéger la membrane d'étanchéité de couverture du procédé ;



- Rail Dome V Rail, en aluminium EN AW 6063 T66, qui repose sur les Mat V et qui supporte les éléments de maintien des modules photovoltaïques ainsi que les accessoires de réception du lestage. Pour la version S-DOME V 10°, deux longueurs du Dome V Rail sont disponibles :

- Dome V Rail 1850, de longueur 1850 mm ;
- Dome V Rail 900, de longueur 900 mm.



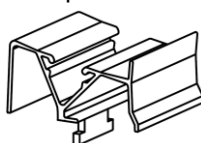
- Support de base S-Dome V Basis, en aluminium EN AW 6063 T66, qui est fixé au Dome V Rail au moyen d'un écrou prisonnier MK2, et qui est le support du S-Dome V Peak ;



- Support de surélévation S-Dome V Peak, en aluminium EN AW 6063 T66, qui est clipsé sur le S-Dome V Basis au moyen de l'élément Dome V Clip, et qui est le support des étriers situés en partie haute du module photovoltaïque ;



- Support Dome V SD, en aluminium EN AW 6063 T66, inséré dans la rainure du Dome V Rail au moyen de son T métallique, qui est le support des étriers situés en partie basse du module photovoltaïque ;



- Kit étrier, constitué d'un écrou prisonnier, d'une vis à tête cylindrique crantée M8x35 mm et d'un étrier de fixation des modules.

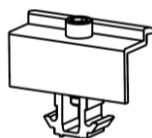
La résistance caractéristique à l'arrachement de la vis M8x35 mm dans l'assemblage constitué du MiniClamp MC, de l'écrou prisonnier, du Dome V SD et du Dome V Rail est ≥ 516 daN.

Deux versions d'étriers sont disponibles :

- MiniClamp MC : étrier maintenant deux modules photovoltaïques voisins ;
- MiniClamp EC : étrier maintenant les modules photovoltaïques en extrémité du champ.



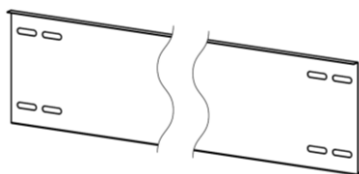
MiniClamp MC



MiniClamp EC

- Plaque Windbreaker, en aluminium EN AW 5754, qui est fixée aux S-Dome V Peak et S-Dome V Basis au moyen d'une vis à tête marteau, assurant la fonction de déflecteur. Cette pièce existe sous trois versions :

- Windbreaker 1600 mm, épaisseur 1 mm ;
- Windbreaker 1757 mm, épaisseur 1 mm ;
- Windbreaker 2080 mm, épaisseur 1,5 mm.



- Écrou prisonnier MK2, en acier inoxydable 1.4301 et polyamide et vis à tête cylindrique crantée M8x20 mm respectant les normes DIN 912 et EN ISO 4762.

La résistance caractéristique à l'arrachement de la vis M8x20 mm dans l'assemblage constitué de l'écrou prisonnier MK2 et du Dome V Rail est ≥ 949 daN.

Pour la version S-DOME V 10°, l'écrou prisonnier assure la fixation des assemblages suivants :

- Assemblage S-Dome V Basis / Dome V Rail ;
- Assemblage Dome V Porter / Plaque de support / Dome V Rail.



- Vis à tête marteau T-Bolt 20/12 M8x20 mm en acier inoxydable A2, avec rondelle Dome Washer – en acier inoxydable A2 de diamètres intérieur et extérieur respectifs 8,4 et 30 mm, et d'épaisseur 1,5 mm – et écrou de sécurité M8 en acier inoxydable A2.

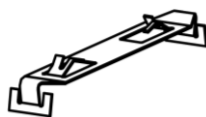
La résistance caractéristique à l'arrachement de la vis à tête marteau dans le S-Dome V Peak est ≥ 441 daN.

La vis à tête marteau assure la fixation des assemblages suivants :

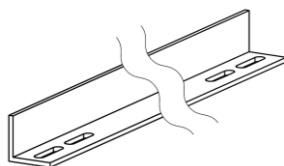
- Assemblage S-Dome V Peak / Windbreaker ;
- Assemblage S-Dome V Basis / Windbreaker.



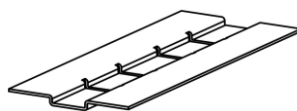
- Dome V Clip, en acier inoxydable 1.4310. Pour la version S-DOME V 10°, le Dome V Clip est clipsé sur le S-Dome V Basis et assure le positionnement du S-Dome V Peak ;



- Dome V Porter, en aluminium EN AW 6063 T66, d'épaisseur 4 mm et de largeur 40 mm, qui permet de réceptionner des dalles de leste de dimensions 50 x 50 cm. Deux versions du Dome V Porter sont disponibles :
 - Dome V Porter longueur 1750 mm ;
 - Dome V Porter longueur 2050 mm.



- SpeedPorter, en aluminium EN AW 5754, qui permet de réceptionner des dalles de leste de dimensions 40 x 40 cm. Le SpeedPorter est emboîté dans le Dome V Rail ;



- Blocs de lestage, en béton de densité > 2,4 avec les caractéristiques minimales suivantes à respecter :
 - Climats gel faible ou modéré selon NF EN 206-1 : béton de résistance à la compression $\geq 13,79$ MPa ; de classe XF1 C20/25 ; coulé, mouillé traité ou traité à sec ;
 - Climats gel modéré ou sévère selon NF EN 206-1 : béton de résistance à la compression $\geq 13,79$ MPa ; de classe XF1 C30/37 ; compressé au séchage avec une pression d'au moins 55,16 MPa ;
 - Climats gel sévère selon NF EN 206-1 : béton de résistance à la compression $\geq 27,58$ MPa ; de classe XF3 C30/37 ; compressé au séchage avec une pression d'au moins 55,16 MPa.

La géométrie des blocs de lestage dépend de son positionnement et est définie comme suit :

| Position du bloc | Type de bloc | Epaisseur | Largeur | Longueur |
|------------------|--------------|-----------|---------|----------|
| Dome V Rail | Pavé | 10 cm | 12 cm | 20 cm |
| SpeedPorter | Dalle | 4 cm | 40 cm | 40 cm |
| Dome V Porter | Dalle | 4 cm | 50 cm | 50 cm |

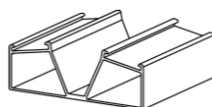
Nota : l'ensemble des arêtes des blocs de lestage doivent être chanfreinées

- Modules photovoltaïques cadrés de marques et de types référencés ci-après, certifiés conformes à la norme IEC 61215, posés en mode paysage :

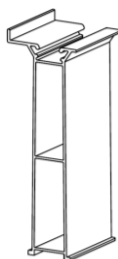
| MODULES PHOTOVOLTAÏQUES REFERENCES | | | | |
|---|---------------------|------------------------|-----------------------------------|-----------------|
| FABRICANT | DESIGNATION | PLAGE DE PUISSANCE [W] | CERTIFICAT IEC 61215 | DIMENSIONS [mm] |
| JA SOLAR | JAM60S01-XXX/PR | 300 - 320 | TÜV SÜD Z2 0720920295 Rev.07 | 1650x991x35 |
| ALEO SOLAR | X59Lxxx | 300 - 320 | VDE 40048086 | 1660x990x42 |
| REC | RECxxxTP2M | 300 - 335 | VDE 40046983 | 1675x997x38 |
| SUNTECH | STPXXX-20/Wfw | 305 - 315 | VDE 40047891 | 1650x992x35 |
| TRINA SOLAR | TSM-xxxDE06M.08(II) | 330 - 340 | TÜV RHEINLAND PV 50397214 | 1698x1004x35 |
| ALEO SOLAR | P23LXXX | 320 - 340 | VDE 40048086 | 1716x1023x35 |
| | X59LXXX | 315 - 325 | VDE 40048086 | 1660x990x42 |
| | X79LXXX | 300 - 315 | VDE 40048086 | 1660x990x42 |
| | X63LXXX | 325 - 340 | VDE 40048086 | 1716x1023x42 |
| | X83LXXX | 325 - 340 | VDE 40048086 | 1716x1023x42 |
| DMEGC | DMxxxG1-60HBB | 320 - 330 | TÜV SÜD Z2 076043 0089 Rev. 05 | 1684x1002x35 |
| | DMxxxG1-60HBW | 325 - 335 | TÜV SÜD Z2 076043 0089 Rev. 05 | 1684x1002x35 |
| | DMxxxM6-60HBB | 345 - 360 | TÜV SÜD Z2 076043 0089 Rev. 05 | 1776x1052x35 |
| | DMxxxM6-60HSW | 360 - 370 | TÜV SÜD Z2 076043 0089 Rev. 05 | 1776x1052x35 |
| VOLTEC | TARKA 120 VSMS | 310 - 335 | ELIOSYS ELIOCERT ID 20200702 | 1685x1000x42 |

La version D-DOME V 10° du procédé se compose principalement des matériaux/composants suivants :

- Tapis de protection Mat V : identique à la version S-DOME V 10° ;
- Rail Dome V Rail : identique à la version S-DOME V 10°. Pour la version D-DOME V 10°, deux longueurs du Dome V Rail sont disponibles :
 - Dome V Rail 2650, de longueur 2650 mm ;
 - Dome V Rail 1500, de longueur 1500 mm.
- Support de base D-Dome V Basis, en aluminium EN AW 6063 T66, qui est fixé au Dome V Rail au moyen d'un écrou prisonnier MK2, et qui est le support du D-Dome V Peak ;



- Support de surélévation D-Dome V Peak, en aluminium EN AW 6063 T66, qui est clipsé sur le D-Dome V Basis au moyen de l'élément Dome V Clip, et qui est le support des étriers situés en partie haute du module photovoltaïque ;



- Support Dome V SD : identique à la version S-DOME V 10° ;
- Kit étriers : identique à la version S-DOME V 10° ;
- Écrou prisonnier MK2 : identique à la version S-DOME V 10°. Pour la version D-DOME V 10°, l'écrou prisonnier assure la fixation des assemblages suivants :
 - Assemblage D-Dome V Basis / Dome V Rail ;
 - Assemblage Dome V Porter / Plaque de support / Dome V Rail.
- Dome V Clip : identique à la version S-DOME V 10°. Pour la version D-DOME V 10°, le Dome V Clip est clipsé sur le D-Dome V Basis et assure le positionnement du D-Dome V Peak ;
- Dome V Porter : identique à la version S-DOME V 10° ;
- SpeedPorter : identique à la version S-DOME V 10° ;
- Blocs de lestage : identiques à la version S-DOME V 10° ;
- Modules photovoltaïques cadrés : identiques à la version S-DOME V 10°.

6. FABRICATION ET CONTROLE

La fabrication des matériaux/composants du procédé S-DOME V 10° ET D-DOME V 10° est assurée par diverses sociétés sous-traitantes de la société K2 SYSTEMS GMBH.

Toutes les pièces constituant le procédé S-DOME V 10° ET D-DOME V 10° sont contrôlées régulièrement par le service qualité interne de la société K2 SYSTEMS GMBH. Sur chaque livraison, un certain nombre de pièces sont contrôlées. Les fréquences de contrôle dépendent de chaque pièce et sont réparties en niveaux, comme indiqué dans le tableau suivant :

| Pièce | Niveau de contrôle |
|---|--------------------|
| Dome V Rail 1850 | 2 |
| Dome V Rail 900 | 2 |
| S-Dome V Basis | 2 |
| S-Dome V Peak | 2 |
| Windbreaker 1600 mm | 1 |
| Windbreaker 1757 mm | 1 |
| Windbreaker 2080 mm | 1 |
| Kit S-Dome V Windbreaker Screw | 1 |
| Vis à tête marteau T-bolt 20/12 DIN ISO 3506 | 1 |
| Rondelle Dome Washer 8,4x30x1,5 DIN 9240 | 1 |
| Ecrou autobloquant à embase avec cran d'arrêt M8 DIN 985 | 1 |
| Dome V Rail 2650 | 2 |
| Dome V Rail 1500 | 2 |
| D-Dome V Basis | 2 |
| D-Dome V Peak | 2 |
| Tapis de protection Mat V | 2 |
| Dome V SD | 2 |
| Dome V Clip | 2 |
| Kit MiniClamp MC 30-50 mm, SILVER | 1 |
| Kit MiniClamp EC 30-50 mm, SILVER | 1 |
| Kit MiniClamp MC 30-50 mm, NOIR | 1 |
| Kit MiniClamp EC 30-50 mm, NOIR | 1 |
| Ecrou prisonnier MK2 acier vace clip de montage | 2 |
| SpeedPorter | 2 |
| Dome V Porter 1750 mm | 2 |
| Dome V Porter 2050 mm | 2 |
| Plaque de support | 1 |
| Vis à tête cylindrique DIN 912 / ISO 4762 M8x20 crantée | 1 |
| Vis à tête cylindrique DIN 912 / ISO 4762 M8x35 crantée | 1 |
| Cable Manager | 1 |
| Terragrif K2MI | 1 |
| <u>Niveaux de contrôles des pièces</u> <ul style="list-style-type: none">• Niveau 1 : 1 pièce par livraison• Niveau 2 : 3 à 5 pièces par livraison• Niveau 3 : 5 pièce ou 1% de la livraison• Niveau 4 : 3 % de la livraison• Niveau 5 : 10 % de la livraison | |

La société K2 SYSTEMS GMBH fait par ailleurs l'objet de certifications externes (TÜV RHEINLAND selon ISO 9001:2015).

7. JUSTIFICATIONS/ESSAIS

Pour la mise au point et la justification du procédé S-DOME V 10° ET D-DOME V 10°, des essais mécaniques et notes de calcul ont été réalisés.

Ces justifications sont référencées dans le Cahier des Charges au Chapitre 7.

8. MISE EN ŒUVRE

La mise en œuvre est décrite dans le Cahier des Charges au Chapitre 4.

La mise en œuvre doit notamment respecter les dispositions suivantes (liste non exhaustive) :

- Pour les membranes PVC et FPO, soudage ou collage de bandes de membrane interposées entre la membrane de couverture et les tapis de protection Mat V de façon à éviter le contact direct entre le tapis de protection Mat V et la membrane d'étanchéité de couverture ;
- Positionnement équilibré et centré des blocs de lestage pour éviter toute chute sur la membrane d'étanchéité.

9. REFERENCES

D'après les informations fournies par la société K2 SYSTEMS GMBH, environ 1365 m² de la version D-DOME V 10° et 4475 m² de la version S-DOME V 10° ont été mis en œuvre en France depuis 2018.

10. ANALYSE TECHNIQUE DE L'APTITUDE A L'EMPLOI

a. Tenue aux charges climatiques

La tenue aux sollicitations climatiques dans le Domaine d'Emploi du procédé peut être considérée comme convenablement assurée compte tenu des justifications apportées.

b. Etanchéité à l'eau

La fonction « étanchéité à l'eau » de la membrane sous-jacente peut être considérée comme maintenue, compte tenu des justifications apportées.

c. Condensation

La maîtrise des risques de condensation peut être considérée comme convenablement assurée dans le Domaine d'Emploi visé.

d. Résistance à la corrosion

Les protections anti-corrosion retenues pour les différents constituants du système, en fonction des atmosphères permises, permettent d'escompter une durabilité satisfaisante du procédé en termes de résistance à la corrosion, dans le cadre du Domaine d'Emploi.

e. Maintien des caractéristiques initiales

L'ensemble des contrôles internes et externes réalisés par les fournisseurs et sous-traitants de la société K2 SYSTEMS GMBH, ainsi que les contrôles de réception réalisés par cette société elle-même, permettent d'escompter une constance de qualité des éléments du procédé, et donc un maintien satisfaisant des caractéristiques initiales du procédé.

11. AVIS DE PRINCIPE DE BUREAU ALPES CONTROLES

Compte tenu de l'ensemble des éléments présentés ci-avant, BUREAU ALPES CONTROLES émet un **AVIS FAVORABLE** de principe sur le Cahier des Charges relatif au procédé S-DOME V 10° ET D-DOME V 10° faisant l'objet de la présente Enquête, dans les limites énoncées au Chapitre « 1–Objet du rapport » du présent rapport, moyennant le respect de l'ensemble des prescriptions prévues dans le Cahier des Charges référencé, et sous réserve de l'existence d'un contrat d'assurance valide en Responsabilité Civile fabricant couvrant le procédé.

Le présent Rapport d'Enquête constitue un ensemble indissociable du Cahier des Charges référencé au chapitre 4 du présent rapport.

Cet Avis de Principe est accordé pour une période de **trois ans** à compter de la date du rapport indice 0, soit jusqu'au **09 OCTOBRE 2022**.

Cet Avis de Principe deviendrait caduc si :

- une modification non validée par nos soins était apportée au procédé ;
- des évolutions réglementaires ayant une conséquence sur le procédé intervenaient ;
- des désordres étaient portés à la connaissance de BUREAU ALPES CONTROLES.

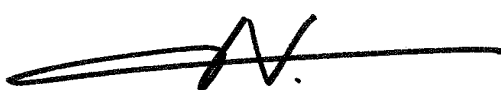
D'autre part, cet Avis de Principe préalable ne vise pas les ouvrages réalisés :

- avec une partie seulement des matériaux/composants référencés ;
- avec des matériaux/composants non référencés ;
- en dehors du Domaine d'Emploi visé.

La société K2 SYSTEMS GMBH devra obligatoirement signaler à BUREAU ALPES CONTROLES :

- toute modification dans le Cahier des Charges référencé ;
- tout problème technique rencontré ;
- toute mise en cause relative à ce procédé dont elle ferait l'objet.

FAIT A SAINT DENIS LES BOURG, LE 01 OCTOBRE 2020,

| | |
|--|--|
| | L'Ingénieur Spécialiste, |
| |  |
| | Vincent NANCHE |

FIN DU RAPPORT