

ALPES CONTRÔLES

Construction & Exploitation

Bureau Alpes Contrôles

etn@alpes-contrôles.fr

Membre de Filiance

CTC R440 V2

RAPPORT D'ENQUETE DE TECHNIQUE NOUVELLE

<i>REFERENCE :</i>	A27T200B indice 15
<i>NOM DU PROCEDE :</i>	ROOF SOLAR
<i>MODULES PHOTOVOLTAIQUES ASSOCIES EN POSE PAYSAGE :</i>	LISTE COMPLETE AU CHAPITRE 5 <u>Module(s) photovoltaïque(s) objet du présent indice :</u> - LONGI LR5-54HIB-xxxM 1722x1134x30 mm de 395 à 410 W ; - LONGI LR5-54HIH-xxxM 1722x1134x30 mm de 400 à 415 W ; - LONGI LR4-60HIH-xxxM 1755x1038x30 mm de 365 à 380 W.
<i>TYPE DE PROCEDE :</i>	Procédé photovoltaïque sur revêtement d'étanchéité
<i>DESTINATION :</i>	Toiture-terrasse de bâtiments
<i>DEMANDEUR :</i>	DOME SOLAR 3 rue Marie Anderson 44400 REZE
<i>PERIODE DE VALIDITE :</i>	DU 05 JANVIER 2023 au 20 JUILLET 2023

Le présent rapport porte la référence A27T200B indice 15 rappelée sur chacune des 22 pages. Il ne doit être utilisé que dans son intégralité.

Historique des indices :

<i>INDICE ETN</i>	<i>DATE DEBUT VALIDITE</i>	<i>OBJET</i>
<i>0</i>	<i>21 juillet 2020</i>	<i>Version initiale</i>
<i>01</i>	<i>25 janvier 2021</i>	<i>Ajout de 5 modules TRINA SOLAR</i>
<i>02</i>	<i>01 février 2021</i>	<i>Ajout de 1 module HYUNDAI</i>
<i>03</i>	<i>05 février 2021</i>	<i>Ajout de 4 modules TALESUN</i>
<i>04</i>	<i>02 mars 2021</i>	<i>Ajout de 4 modules CANADIAN SOLAR</i>
<i>05</i>	<i>03 mars 2021</i>	<i>Ajout de 1 module JA SOLAR</i>
<i>06</i>	<i>19 mars 2021</i>	<i>Ajout de 2 modules PHOTOWATT</i>
<i>07</i>	<i>16 juin 2021</i>	<i>Ajout de 2 modules SYSTOVI</i>
<i>08</i>	<i>04 août 2021</i>	<i>Ajout de 2 modules DMEGC</i>
<i>09</i>	<i>24 novembre 2021</i>	<i>Ajout de 5 modules TRINA SOLAR</i>
<i>10</i>	<i>27 juillet 2022</i>	<i>Ajout de 2 modules MAXEON SOLAR SUNPOWER</i>
<i>11</i>	<i>02 août 2022</i>	<i>Ajout de 5 modules REC SOLAR</i>
<i>12</i>	<i>27 septembre 2022</i>	<i>Ajout de 3 modules CSI SOLAR CANADIAN SOLAR</i>
<i>13</i>	<i>28 septembre 2022</i>	<i>Ajout de 5 modules LONGI</i>
<i>14</i>	<i>16 décembre 2022</i>	<i>Ajout de 5 modules PHOTOWATT</i>
<i>15</i>	<i>05 janvier 2023</i>	<i>Ajout de 3 modules LONGI</i>

Sommaire :

PREAMBULE	3
1. OBJET DE LA MISSION	3
2. DESCRIPTION DU PROCEDE	5
3. DOMAINE D'EMPLOI	8
4. DOCUMENT DE REFERENCE	13
5. MATERIAUX/COMPOSANTS	14
6. FABRICATION ET CONTROLE	20
7. JUSTIFICATIONS/ESSAIS	20
8. MISE EN ŒUVRE	20
9. REFERENCES	20
10. ANALYSE TECHNIQUE DE L'APTITUDE A L'EMPLOI	21
11. AVIS DE PRINCIPE DE BUREAU ALPES CONTROLES	22

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 DOME SOLAR, 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 DOME SOLAR nous a confié une mission d'évaluation technique du Cahier des Charges relatif au procédé ROOF SOLAR. Cette mission est détaillée dans notre contrat référence A27-T-2020-0005/0 et avenant(s) éventuel(s).

La mission confiée vise à donner un Avis de Principe sur le Cahier des Charges relatif au procédé ROOF SOLAR, 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,...),
- 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 contrat ci-dessus référencé n'est pas un contrat de louage d'ouvrages.

- la mission objet de ce rapport 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 ROOF SOLAR 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 ROOF SOLAR.

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 ROOF SOLAR ; 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

ROOF SOLAR est un procédé photovoltaïque pour toitures-terrasses avec revêtement d'étanchéité apparent. Des rails en aluminium équipés de bandes de membrane d'étanchéité soudées thermiquement au revêtement d'étanchéité de la toiture-terrasse assurent la tenue du procédé ROOF SOLAR en toiture. Ces rails sont équipés de pièces et fixations en aluminium permettant l'inclinaison éventuelle et le maintien de modules photovoltaïques, posés en mode paysage (fixations situées sur les grands côtés des modules photovoltaïques).

Le procédé ROOF SOLAR est décliné en trois configurations différentes :

- la configuration *simple shed* : les modules photovoltaïques sont tous inclinés dans la même direction, avec une inclinaison de 5°, 10° ou 15° (variable en fonction de la longueur du rail Y);
- la configuration à *plat* : les modules photovoltaïques ne sont pas inclinés ;
- la configuration *double shed* : les modules photovoltaïques sont inclinés en opposition, avec une inclinaison de 5°, 10° ou 15° (variable en fonction de la longueur du rail Y).

Chacune de ces configurations peut s'adapter à trois types de revêtements d'étanchéité :

- PVC ;
- TPO ;
- Bitume.

Les revêtements d'étanchéité associés au procédé ROOF SOLAR sont référencés dans le présent rapport.



Figure 1 – Vue d'ensemble du procédé ROOF SOLAR – Cas de la configuration simple shed sur élément porteur en bac acier.

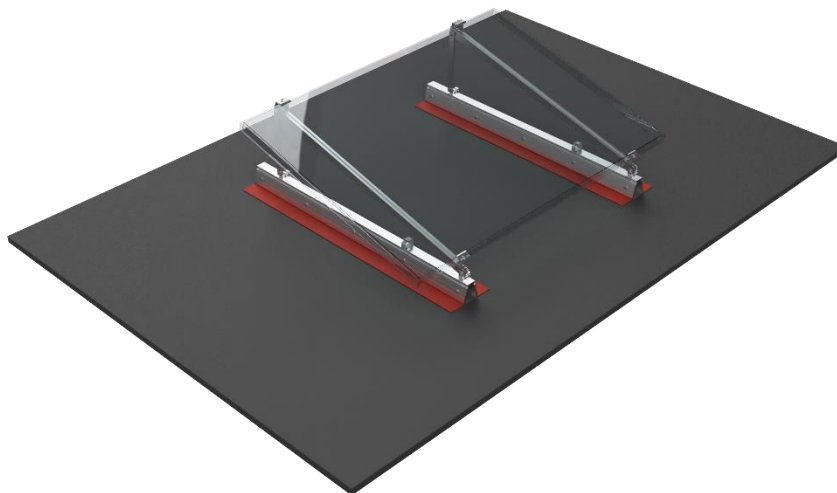


Figure 2 – Configuration simple shed

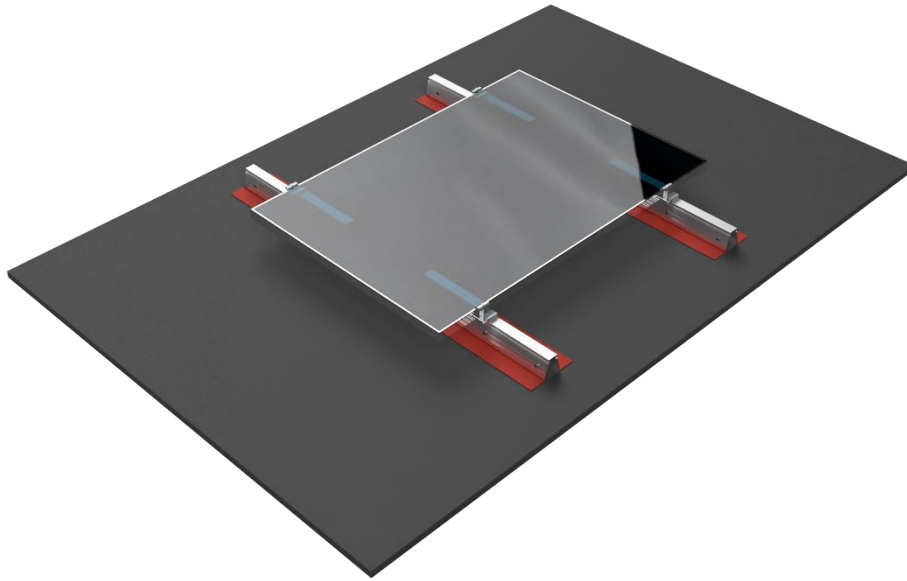


Figure 3 – Configuration à plat

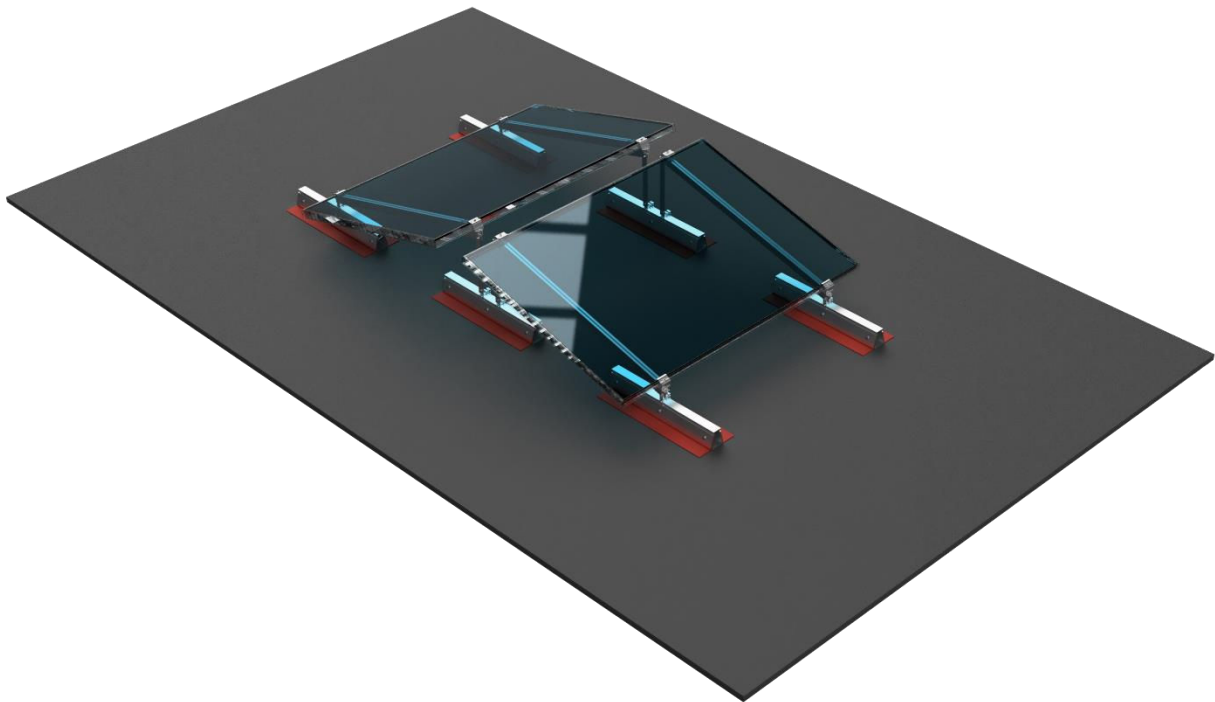
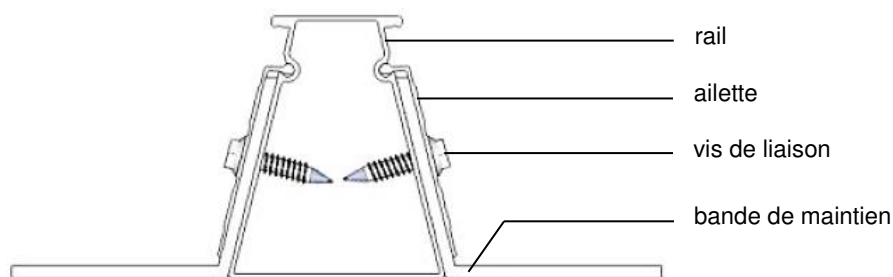


Figure 4 – Configuration double shed

Le procédé ROOF SOLAR se compose principalement de (liste non exhaustive) :

- Membranes d'étanchéité, spécifiquement référencées (voir Chapitre 5), en PVC, TPO ou bitume ;
- Ensemble « Rail », soudé au revêtement d'étanchéité de la toiture et permettant la tenue du système de montage en toiture. Il est constitué :
 - d'un rail en aluminium, support des fixations des modules photovoltaïques ou des pièces permettant leur inclinaison éventuelle ;
 - de bandes de maintien, en feuilles d'étanchéité de même nature et référence que celles utilisées pour le revêtement d'étanchéité de la toiture, fixées au rail au moyen de vis de liaison et des ailettes ;
 - d'ailettes en aluminium, fixées au rail au moyen de vis de liaison, et permettant la bonne tenue des bandes de maintien au rail ;
 - de vis de liaison, en acier inoxydable, permettant la fixation des bandes de maintien au rail.



- CTR RSBi, pour les configurations *simple shed* et *double shed* uniquement, maintenus au rail par serrage et sur lesquels sont fixés les rails Y et les méplats ;
- Rail Y, pour les configurations *simple shed* et *double shed* uniquement, support des fixations extérieures ;
- Méplat, pour les configurations *simple shed* et *double shed* uniquement, permettant de surélever un côté du Rail Y et d'incliner ainsi les modules photovoltaïques. Sa hauteur varie selon l'inclinaison souhaitée ;
- Vis Ø8x20 mm et écrou associé, pour les configurations *simple shed* et *double shed* uniquement, permettant la fixation du méplat au rail, et du rail Y au rail et au méplat ;
- Fixation extérieure, qui assure le maintien des modules photovoltaïques aux rails Y dans le cas des configurations *simple shed* et *double shed* ou au rail dans le cas de la configuration à *plat* ;
- Fixation universelle, pour la configuration à *plat* uniquement, qui assure le maintien de modules photovoltaïques ;
- Modules photovoltaïques cadrés, référencés au Chapitre 5 du présent document, certifiés conformes à la norme IEC 61215, maintenus au moyen d'étriers (fixations extérieures ou universelles) disposés sur les grands côtés des modules.

3. DOMAINE D'EMPLOI

Le Domaine d'Emploi du procédé est précisé au Chapitre 1.4 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 Métropolitaine :
 - ▶ 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 photovoltaïques : à une distance supérieure à 3 km du littoral avec visserie en acier inoxydable A2 ; à une distance inférieure à 3 km du littoral avec visserie en acier inoxydable A4.
- Mise en œuvre en toitures-terrasses inaccessibles, techniques ou à zones techniques au sens des DTU série 43, sur revêtements d'étanchéité apparents référencés dans le présent document ;

Nota : le procédé ROOF SOLAR n'apporte pas de contraintes particulières pour la prise en compte de l'hygrométrie des locaux. Il convient de respecter les règles propres aux éléments porteurs, aux isolants supports et aux revêtements d'étanchéité concernés.

- Mise en œuvre sur toitures-terrasses avec éléments porteurs conformes aux DTU série 43 :
 - ▶ en maçonnerie de type A, B ou C : pente de 1% à 10% ;
 - ▶ en tôles d'acier nervurées : pente de 3% à 10% ;
 - ▶ en bois ou panneaux bois : pente de 3% à 10%.

Nota : le procédé ROOF SOLAR 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, en considérant la position des rails.

- Mise en œuvre sur les supports isolants non porteurs suivants :
 - ▶ isolants autres que le polystyrène expansé :
 - de classe de compressibilité C à 80°C au minimum au sens du guide UEAtc (e-cahier du CSTB n°2662-V2 de juillet 2010) ;
 - de résistance à la compression à 10% d'écrasement supérieure à 70 kPa au sens de la norme EN 826 ;
 - justifiant d'une valeur de résistance en compression sous charges maintenues au sens du Cahier du CSTB n°3669-V2 de septembre 2015 et avec Document Technique d'Application visant la réalisation de toitures accessibles avec protection par dalles sur plots ;
 - en configuration de pose sur support discontinu en tôles d'acier nervurées : essai de poinçonnement spécifique fabricant.
 - ▶ polystyrène expansé :
 - de classe de compressibilité B à 80°C au minimum au sens du guide UEAtc (e-cahier du CSTB n°2662-V2 de juillet 2010) ;
 - de résistance à la compression à 10% d'écrasement supérieure à 70 kPa au sens de la norme EN 826 ;
 - justifiant d'une valeur de résistance en compression sous charges maintenues au sens du Cahier du CSTB n°3669-V2 de septembre 2015 et avec Document Technique d'Application visant la réalisation de toitures accessibles avec protection par dalles sur plots ;
 - en configuration de pose sur support discontinu en tôles d'acier nervurées : essai de poinçonnement spécifique fabricant.

- Résistances du procédé hors module photovoltaïque aux sollicitations climatiques au sens des règles NV65 modifiées :

▶ Pour une surface des modules photovoltaïques $\leq 1,7 \text{ m}^2$:

RESISTANCES AUX SOLLICITATIONS ASCENDANTES EXTREMES *				
MEMBRANE ASSOCIEE AU PROCEDE		SIMPLE-SHED	A PLAT	DOUBLE SHED
PVC	IKO ARMOURPLAN SM 150	2400 Pa	1493 Pa**	1493 Pa
BITUME	IKO DUO ACIER 3000 FEU AR/F	1750 Pa	875 Pa**	875 Pa
TPO	FIRESTONE ULTRAPLY TPO	2400 Pa	1429 Pa**	1429 Pa

* Valeurs de résistance pouvant être limitées par les résistances des modules photovoltaïques
 ** Valeurs valables pour les configurations à plat avec rails de 60 cm uniquement et avec combinaison de rails 60 cm et 120 cm

RESISTANCES AUX SOLLICITATIONS DESCENDANTES EXTREMES *								
MEMBRANE ASSOCIEE AU PROCEDE		SIMPLE-SHED			A PLAT	DOUBLE SHED		
		5°	10°	15°		-	5°	10°
PVC	IKO ARMOURPLAN SM 150	2450 Pa	1600 Pa	1237 Pa	2400 Pa**	2450 Pa	1600 Pa	1237 Pa
BITUME	IKO DUO ACIER 3000 FEU AR/F	2450 Pa	1600 Pa	1237 Pa	2400 Pa**	2450 Pa	1600 Pa	1237 Pa
TPO	FIRESTONE ULTRAPLY TPO	2450 Pa	1600 Pa	1237 Pa	2400 Pa**	2450 Pa	1600 Pa	1237 Pa

* Valeurs de résistance pouvant être limitées par les résistances des modules photovoltaïques
 ** Valeurs valables pour les configurations à plat avec rails de 60 cm uniquement et avec combinaison de rails 60 cm et 120 cm

- Pour une surface des modules photovoltaïques $\leq 2,18 \text{ m}^2$:

RESISTANCES AUX SOLLICITATIONS ASCENDANTES EXTREMES *				
MEMBRANE ASSOCIEE AU PROCEDE		SIMPLE-SHED	A PLAT	DOUBLE SHED
PVC	IKO ARMOURPLAN SM 150	2301 Pa	1149 Pa**	1149 Pa
BITUME	IKO DUO ACIER 3000 FEU AR/F	1349 Pa	non applicable	non applicable
TPO	FIRESTONE ULTRAPLY TPO	2202 Pa	1100 Pa**	1100 Pa

* Valeurs de résistance pouvant être limitées par les résistances des modules photovoltaïques
 ** Valeurs valables pour les configurations à plat avec rails de 60 cm uniquement et avec combinaison de rails 60 cm et 120 cm

RESISTANCES AUX SOLLICITATIONS DESCENDANTES EXTREMES *									
MEMBRANE ASSOCIEE AU PROCEDE		SIMPLE-SHED			A PLAT	DOUBLE SHED			
		5°	10°	15°	-	5°	10°	15°	
PVC	IKO ARMOURPLAN SM 150	1887 Pa	1233 Pa	953 Pa	1848 Pa**	1887 Pa	1233 Pa	953 Pa	
BITUME	IKO DUO ACIER 3000 FEU AR/F	1887 Pa	1233 Pa	953 Pa	non applicable	non applicable	non applicable	non applicable	
TPO	FIRESTONE ULTRAPLY TPO	1887 Pa	1233 Pa	953 Pa	1848 Pa**	1887 Pa	1233 Pa	953 Pa	

* Valeurs de résistance pouvant être limitées par les résistances des modules photovoltaïques
 ** Valeurs valables pour les configurations à plat avec rails de 60 cm uniquement et avec combinaison de rails 60 cm et 120 cm

- Pour une surface des modules photovoltaïques $\leq 2,45 \text{ m}^2$:

RESISTANCES AUX SOLLICITATIONS ASCENDANTES EXTREMES *				
MEMBRANE ASSOCIEE AU PROCEDE		SIMPLE-SHED	A PLAT	DOUBLE SHED
PVC	IKO ARMOURPLAN SM 150	2047 Pa	1024 Pa**	1024 Pa
BITUME	IKO DUO ACIER 3000 FEU AR/F	1200 Pa	non applicable	non applicable
TPO	FIRESTONE ULTRAPLY TPO	1959 Pa	980 Pa**	980 Pa

* Valeurs de résistance pouvant être limitées par les résistances des modules photovoltaïques
 ** Valeurs valables pour les configurations à plat avec rails de 60 cm uniquement et avec combinaison de rails 60 cm et 120 cm

RESISTANCES AUX SOLLICITATIONS DESCENDANTES EXTREMES *									
MEMBRANE ASSOCIEE AU PROCEDE		SIMPLE-SHED			A PLAT	DOUBLE SHED			
		5°	10°	15°		-	5°	10°	15°
PVC	IKO ARMOURPLAN SM 150	1679 Pa	1097 Pa	848 Pa	1644 Pa**	1679 Pa	1097 Pa	848 Pa	
BITUME	IKO DUO ACIER 3000 FEU AR/F	1679 Pa	1097 Pa	848 Pa	non applicable	non applicable	non applicable	non applicable	
TPO	FIRESTONE ULTRAPLY TPO	1679 Pa	1097 Pa	848 Pa	1644 Pa**	1679 Pa	1097 Pa	848 Pa	

* Valeurs de résistance pouvant être limitées par les résistances des modules photovoltaïques
 ** Valeurs valables pour les configurations à plat avec rails de 60 cm uniquement et avec combinaison de rails 60 cm et 120 cm

- Pour une surface des modules photovoltaïques $\leq 2,61 \text{ m}^2$:

RESISTANCES AUX SOLLICITATIONS ASCENDANTES EXTREMES *				
MEMBRANE ASSOCIEE AU PROCEDE		SIMPLE-SHED	A PLAT	DOUBLE SHED
PVC	IKO ARMOURPLAN SM 150	1922 Pa	961 Pa**	961 Pa
BITUME	IKO DUO ACIER 3000 FEU AR/F	1126 Pa	non applicable	non applicable
TPO	FIRESTONE ULTRAPLY TPO	1839 Pa	920 Pa**	920 Pa

* Valeurs de résistance pouvant être limitées par les résistances des modules photovoltaïques
 ** Valeurs valables pour les configurations à plat avec rails de 60 cm uniquement et avec combinaison de rails 60 cm et 120 cm

RESISTANCES AUX SOLLICITATIONS DESCENDANTES EXTREMES *									
MEMBRANE ASSOCIEE AU PROCEDE		SIMPLE-SHED			A PLAT	DOUBLE SHED			
		5°	10°	15°	-	5°	10°	15°	
PVC	IKO ARMOURPLAN SM 150	1577 Pa	1030 Pa	non applicable	1545 Pa**	1577 Pa	1030 Pa	non applicable	
BITUME	IKO DUO ACIER 3000 FEU AR/F	1577 Pa	1030 Pa	non applicable	non applicable	non applicable	non applicable	non applicable	
TPO	FIRESTONE ULTRAPLY TPO	1577 Pa	1030 Pa	non applicable	1545 Pa**	1577 Pa	1030 Pa	non applicable	

* Valeurs de résistance pouvant être limitées par les résistances des modules photovoltaïques
 ** Valeurs valables pour les configurations à plat avec rails de 60 cm uniquement et avec combinaison de rails 60 cm et 120 cm

- Pour une surface des modules photovoltaïques $\leq 3,11 \text{ m}^2$:

RESISTANCES AUX SOLLICITATIONS ASCENDANTES EXTREMES *				
MEMBRANE ASSOCIEE AU PROCEDE		SIMPLE-SHED	A PLAT	DOUBLE SHED
PVC	IKO ARMOURPLAN SM 150	1613 Pa	non applicable	806 Pa
BITUME	IKO DUO ACIER 3000 FEU AR/F	945 Pa	non applicable	non applicable
TPO	FIRESTONE ULTRAPLY TPO	1543 Pa	non applicable	772 Pa

** Valeurs de résistance pouvant être limitées par les résistances des modules photovoltaïques*

RESISTANCES AUX SOLLICITATIONS DESCENDANTES EXTREMES *									
MEMBRANE ASSOCIEE AU PROCEDE		SIMPLE-SHED			A PLAT	DOUBLE SHED			
		5°	10°	15°		-	5°	10°	15°
PVC	IKO ARMOURPLAN SM 150	1323 Pa	864 Pa	non applicable	non applicable	1323 Pa	864 Pa	non applicable	
BITUME	IKO DUO ACIER 3000 FEU AR/F	1323 Pa	864 Pa	non applicable	non applicable	non applicable	non applicable	non applicable	
TPO	FIRESTONE ULTRAPLY TPO	1323 Pa	864 Pa	non applicable	non applicable	1323 Pa	864 Pa	non applicable	

** Valeurs de résistance pouvant être limitées par les résistances des modules photovoltaïques*

Nota général : les dimensionnements spécifiques de l'élément porteur et de l'isolant sous charges localisées selon position des rails sont à réaliser au cas par cas selon les Règles de l'Art.

4. DOCUMENT DE REFERENCE

La société DOME SOLAR a rédigé un Cahier des Charges, version 16, daté du 05 janvier 2023, intitulé « Cahier des Charges / Procédé ROOF-SOLAR », et comportant 123 pages.

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

5. MATERIAUX/COMPOSANTS

Les matériaux/composants du procédé ROOF SOLAR sont définis au Chapitre 2 du Cahier des Charges.

Le procédé ROOF SOLAR se compose principalement de (liste non exhaustive) :

- Membranes d'étanchéité, spécifiquement référencées, en PVC, TPO ou bitume :

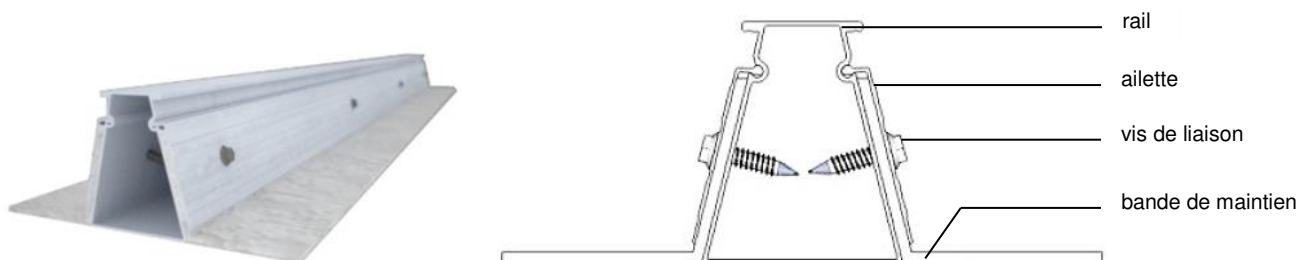
Type	Membrane	Epaisseur	Entraxe lignes de fixation	Entraxe fixations	DTA
PVC	IKO – membrane IKO ARMOURPLAN SM 150	≥ 1,5 mm	≤ 100 cm	≤ 18 cm	5.2/18-2626_V2
BITUME	IKO – membranes IKO DUO ACIER F/G (1 ^{ère} couche) + IKO DUO ACIER 3000 FEU L4 AR/F (2 ^{ème} couche)	≥ 3 mm (2 ^{ème} couche)	≤ 100 cm	≤ 18 cm	5.2/18-2630_V2
TPO	FIRESTONE – membrane ULTRAPLY TPO	≥ 1,5 mm	≤ 100 cm	≤ 18 cm	5.2/20-2670_V1

Nota : les bandes de maintien pré-montées en atelier sur rail seront toujours strictement identiques (même nature, même marque) à la membrane de partie courante sur laquelle les rails seront soudés.

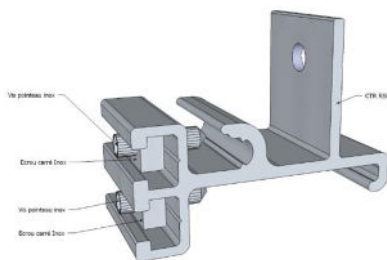
- Ensemble « Rail », soudé au revêtement d'étanchéité de la toiture et permettant la tenue du système de montage en toiture. Il est constitué :
 - d'un rail, en aluminium 6060 T6, support des fixations des modules photovoltaïques ou des pièces permettant leur inclinaison éventuelle ; de longueur 60 ou 120 cm ;
 - de bandes de maintien, en feuilles d'étanchéité de même nature que celles utilisées pour le revêtement d'étanchéité de la toiture, à raison de deux par rail, fixées au rail au moyen de vis de liaison Ø4.8x19 et des ailettes :

Nature de la membrane associée au procédé	Référence de la membrane constituant la bande de maintien	Epaisseur	Largeur	Largeur de la soudure	Longueur
PVC	IKO ARMOURPLAN SM 150	1,5 mm	12 cm	5 cm	Longueur du rail associé
BITUME	IKO SOLAR BAND	4 mm	14 cm	7 cm	
TPO	FIRESTONE ULTRAPLY TPO	1,5 mm	12 cm	5 cm	

- d'ailettes, en aluminium 6060 T6, à raison de deux par rail, fixées au rail au moyen des vis de liaison Ø4.8x19, et permettant la bonne tenue des bandes de maintien au rail ;
- de vis de liaison TH Ø4.8x19, en acier inoxydable A2 ou A4, à raison de quatre vis par bande de maintien, permettant la fixation des bandes de maintien au rail.



- CTR RSBi, pour les configurations *simple shed* et *double shed* uniquement, en aluminium 6060 T6, maintenus au rail par serrage et sur lesquels sont fixés les rails Y et les méplats ;



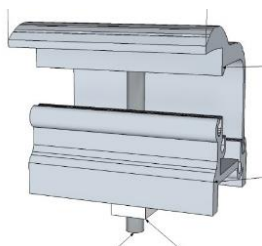
- Rail Y, pour les configurations *simple shed* et *double shed* uniquement, en aluminium 6060 T6, de longueur pouvant aller de 1070 à 1397 mm en fonction de la largeur des modules, support des fixations extérieures ;



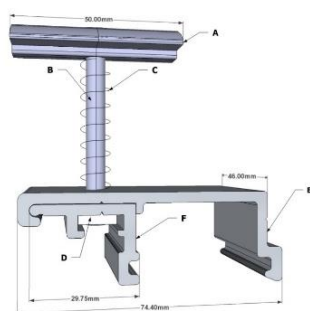
- Méplat, pour les configurations *simple shed* et *double shed* uniquement, en aluminium 6060 T6, permettant de surélever un côté du Rail Y et d'incliner ainsi les modules photovoltaïques. Sa hauteur varie selon l'inclinaison souhaitée (126 mm, 204 mm, ou 304 mm pour les inclinaisons 5°, 10° ou 15° respectivement) ;



- Vis Ø8x20 mm et écrou associé, en acier inoxydable A2, pour les configurations *simple shed* et *double shed* uniquement, permettant la fixation du méplat au rail, et du rail Y au rail et au méplat ;
- Fixation extérieure, qui assure le maintien des modules photovoltaïques aux rails Y dans le cas des configurations *simple shed* et *double shed*, et au rail dans le cas de la configuration à *plat*. La mâchoire de la bride de serrage est en aluminium 6060 T6, et a une longueur de 50 mm. La base de la bride de serrage est en aluminium 6060 T6. Les éléments de visserie (écrou carré M6 et vis CHC M6) sont en acier inoxydable A2 ou A4.



- Fixation universelle, pour la configuration à *plat* uniquement, qui assure le maintien de modules photovoltaïques voisins au rail. La bride de serrage est en aluminium 6060 T6, et a une longueur de 50 mm et une profondeur d'attache de 10 mm. La base de la fixation universelle est en aluminium 6060 T6, d'épaisseur 3 mm. Les éléments de visserie sont en acier inoxydable A2 ou A4.



- Modules photovoltaïques cadrés, référencés au Chapitre 5 du présent document, avec maintien au moyen d'étriers (fixation extérieures ou universelles) disposés sur les grands côtés des modules, à l'exclusion de toute autre référence :

MODULES PHOTOVOLTAÏQUES DC DE SURFACE $\leq 1,7$ M ² REFERENCES					
DETENTEUR CERTIFICAT IEC 61215	MARQUE COMMERCIALE	DESIGNATION	DIMENSIONS [mm]	PLAGE DE PUISSANCE [W]	REFERENCE CERTIFICAT IEC 61215
RECOM SILLIA		60Pxxx	1660x990x40	265-285	CERTISOLIS CC0107-20150202 du 26/07/2017
RECOM SILLIA		60Mxxx	1660x990x40	280-310	CERTISOLIS CC0108-20160618 du 26/07/2017
SOLARWORLD		SUNMODULE PLUS SW xxx MONO	1675x1001x33	290-300	VDE 40016336 du 04/11/2014
SUNPOWER		SPR-E20-327	1559x1046x46	327	TÜV RHEINLAND PV 60107326
SUNPOWER		SPR-E19-320	1559x1046x46	320	TÜV RHEINLAND PV 60107326
LONGI SOLAR		LR6-60HPH-xxxM	1672x991x40	295-320	TÜV SÜD Z2 099333 0057 Rev.00
LONGI SOLAR		LR6-60PB-xxxM	1650x991x40	280-310	TÜV SÜD Z2 17 10 99333 013 du 20/10/2017
LONGI SOLAR		LR6-60PE-xxxM	1650x991x40	280-310	TÜV SÜD Z2 17 10 99333 013 du 20/10/2017
AUO		PM060MW4_ xxx	1696x1022x40	295-330	TÜV RHEINLAND PV 50406713 du 04/05/2018
AUO		PM060MB4_ xxx	1696x1022x40	315-325	TÜV RHEINLAND PV 50406713 du 03/10/2018
SUNPOWER		SPR-MAX2-xxx-COM	1690x1046x40	340-350	TÜV RHEINLAND PV 60137848 du 27/03/2019
SUNPOWER		SPR-MAX3-xxx-COM	1690x1046x40	370-390	TÜV RHEINLAND PV 60137848 du 27/03/2019
VOLTEC SOLAR		TARKA VSMS 120 demi-cellules	1685x1000x42	315-325	CERTISOLIS 20190410-001 du 29/11/2019
YINGLI SOLAR		YLxxxP-29b 1500V	1650x992x35	270-295	TÜV RHEINLAND PV 50419069 du 29/09/2018 et 18/12/2019
YINGLI SOLAR		YLxxxD-30b 1500V	1665x1002x35	320	TÜV RHEINLAND PV 50419069 du 10/07/2019
YINGLI SOLAR		YLxxxD-30b 1500V 1/2	1689x996x35	325-340	TÜV RHEINLAND PV 50419069 du 08/04/2020
REC		RECxxxNP	1675x997x30	305-330	VDE 40046983 du 17/12/2019
REC		RECxxxTP2M	1675x997x38	300-330	VDE 40046983 du 17/12/2019

TRINA SOLAR	TSM-xxxPE06H	1690x996x35	285-300	TÜV RHEINLAND PV 50397214 du 09/04/2019
TRINA SOLAR	TSM-xxxDD06M.05(II)	1690x996x35	310-335	TÜV RHEINLAND PV 50357713 du 05/05/2019
TRINA SOLAR	TSM-xxxDE06M.08(II)	1690x996x35	325-340	TÜV RHEINLAND PV 50397214 du 09/04/2019
TALESUN	FEATHER TP660M-xxx	1640x990x30	315-330	TÜV SÜD No. Z2 078488 0084 Rev.06 du 27/04/2020
TALESUN	PIPRO TP660P-xxx	1665x1002x35	275-295	TÜV SÜD No. Z2 078488 0086 Rev.05 du 10/10/2019
CANADIAN SOLAR	CS3K-xxxMS	1675x992x35	295-330	VDE 40045991 du 03/09/2019
CANADIAN SOLAR	CS3K-xxxP	1675x992x35	295-320	VDE 40045991 du 03/09/2019
CANADIAN SOLAR	CS1H-xxxMS	1700x992x35	320-345	VDE 40045991 du 03/09/2019
JA SOLAR	JAM60S10-xxx/MR	1689x996x35	330-345	TÜV SÜD No. Z2 072092 0295 Rev.29 du 21/09/2020
PHOTOWATT	PW60HT-CP-PPP retour de cadre 35 mm (grand côté) / 25 mm (petit côté)	1675x992x35	280-320	VDE 40047251 du 12/10/2020
SYSTOVI	V-SYS PRO 60 M PS19XXXN14	1647,5x987,5x 35	300-310	CERTISOLIS 20200203_001 Rev3 du 25/03/2021
SYSTOVI	V-SYS PRO 60 M PS75XXXN17	1663,5x1000,5 x35	315-330	CERTISOLIS 20200203_001 Rev3 du 25/03/2021
DMEGC	DMxxxG1-60HSW	1684x1002x35	325-340	TÜV SÜD Z2 076043 0085 Rev.07 du 08/07/2020

MODULES PHOTOVOLTAÏQUES DC DE SURFACE > 1,7 M² REFERENCES					
DETENTEUR CERTIFICAT IEC 61215	MARQUE COMMERCIALE	DESIGNATION	DIMENSIONS [mm]	PLAGE DE PUISSANCE [W]	REFERENCE CERTIFICAT IEC 61215
SUNPOWER		SPR-E20-xxx-COM	2067x1046x46	440-445	TÜV RHEINLAND PV 60137848 du 27/03/2019
SUNPOWER		SPR-P19-xxx-COM	2067x998x40	380-400	TÜV RHEINLAND PV 60137848 du 27/03/2019
SUNPOWER		SPR-P3-xxx-COM-1500	2066x998x40	405-415	TÜV RHEINLAND PV 60145777 du 09/01/2020
REC		RECxxxAA	1721x1016x30	360-370	VDE 40046983 version du 17/12/2019
LONGI		LR4-60HPH-xxxM	1755x1038x35	350-370	TÜV SÜD Z2 099333 0045 Rev. 03
LONGI		LR4-60HBD-xxxM	1755x1038x30	350-360	TÜV SÜD Z2 099333 0039 Rev. 05
LONGI		LR4-72HBD-xxxM	2094x1038x35	425-430	TÜV SÜD Z2 099333 0039 Rev. 05
LONGI		LR4-72HPH-xxxM	2094x1038x35	425-440	TÜV SÜD Z2 099333 0045 Rev. 03
LONGI		LR4-60HPB-xxxM	1755x1038x35	345-350	TÜV SÜD Z2 099333 0062 Rev. 03
TRINA SOLAR		TSM-xxxDE15M(II)	2024x1004x35	390-410	TÜV RHEINLAND PV 50397214 du 09/04/2019

TRINA SOLAR		TSM-xxxDEG15MC.20(II)	2031x1011x30	390-400	TÜV RHEINLAND PV 50398101 du 29/05/2019
HYUNDAI		HiE-SXXXVG	1719x1140x35	390-400	TÜV NORD 44 780 20 406749 – 017R1M2 du 10/07/2020
TALESUN		BIPRO TP6G60M-xxx	1704x1008x35	325/330/335	TÜV SÜD No. Z2 078488 0084 Rev.06 du 27/04/2020
TALESUN		BIPRO TP6G60M(H)-xxx	1704x1008x35	325/330/335	TÜV SÜD No. Z2 078488 0084 Rev.06 du 27/04/2020
CANADIAN SOLAR		CS3L-xxxP	1765x1048x40	325-365	VDE 40045991 du 03/09/2019
PHOTOWATT		PW60LHT-C-PPP	1765x1048x35	325-355	VDE 40047251 du 12/10/2020
DMEGC		DMxxxM6-60HSW	1755x1038x35	370-375	TÜV SÜD Z2 076043 0085 Rev.07 du 08/07/2020
TRINA SOLAR		TSM-xxxDEG18MC.20(II)	2187x1102x35	480-500	TÜV SÜD n° Z2 070321 0097 Rev.16 du 08/05/2020
TRINA SOLAR		TSM-xxxDEG8MC.20(II)	1773x1046x30	355-375	TÜV SÜD n° Z2 070321 0097 Rev.16 du 08/05/2020
TRINA SOLAR		TSM-xxxDEG6MC.20(II)	1705x1011x30	315-340	TÜV SÜD n° Z2 070321 0097 Rev.16 du 08/05/2020
TRINA SOLAR		TSM-xxxDE08M.08(II)	1763x1040x35	360-375	TUV Rheinland PV 50397214 du 10/01/2020
TRINA SOLAR		TSM-xxxDE09.08	1754x1096x30	390-405	TUV Rheinland PV 50397214 du 30/12/2020
SUNPOWER		SPR-P3-xxx-COM-1500	2066x998x35	405-420	TUV Rheinland PV 60146577 du 26/08/2020
MAXEON SOLAR	SUNPOWER	SPR-P5-xxx-UPP	2384x1092x35	520-545	TUV Rheinland PV 50497135 du 28/04/2021
REC SOLAR		REC Alpha Pure Série RECxxxAA Pure	1821x1016x30	385-405	VDE 40046983 du 19/04/2022
REC SOLAR		REC TwinPeak 4 Série RECxxxTP4	1755x1040x30	360-375	VDE 40046983 du 19/04/2022
REC SOLAR		REC TwinPeak 4 Black Série RECxxxTP4 Black	1755x1040x30	355-370	VDE 40046983 du 19/04/2022
REC SOLAR		REC N-Peak 2 Série RECxxxNP2	1755x1040x30	360-375	VDE 40046983 du 19/04/2022
REC SOLAR		REC N-Peak 2 Black Série RECxxxNP2 Black	1755x1040x30	355-370	VDE 40046983 du 19/04/2022
CSI SOLAR	CANADIAN SOLAR	CS6W-xxxMS	2261x1134x35	530-550	VDE 40045991 du 26/08/2021
CSI SOLAR	CANADIAN SOLAR	CS3L-xxxMS	1765x1048x35	360-385	VDE 40045991 du 26/08/2021
CSI SOLAR	CANADIAN SOLAR	CS3W-xxxMS	2108x1048x35	435-465	VDE 40045991 du 26/08/2021
LONGI		LR4-60HIB-xxxM	1755x1038x35	345-370	TÜV SÜD Z2 099333 0062 Rev.09 du 08/07/2021
LONGI		LR4-72HIH-xxxM	2094x1038x35	425-455	TÜV SÜD Z2 099333 0045 Rev.15 du 10/05/2021
LONGI		LR4-60HIBD-xxxM	1755x1038x30	350-375	TÜV SÜD Z2 099333 0039 Rev.12 du 11/09/2020
LONGI		LR4-66HIH-xxxM	1924x1038x35	400-420	TÜV SÜD Z2 099333 0045 Rev.15 du 10/05/2021

LONGI	LR4-60HIH-xxxM	1755x1038x35	360-380	TÜV SÜD Z2 099333 0045 Rev.15 du 10/05/2021
PHOTOWATT	PW72HT-C-PPP <small>FT V. (*) D85-P06-01 FR R5 23/09/2021</small>	2000x992x35	340-380	VDE 40047251 du 28/01/2022
PHOTOWATT	PW72LHT-C-PPP <small>FT V. (*) D97-P06-01 FR R7 14/10/2021</small>	2108x1048x35	395-435	VDE 40047251 du 28/01/2022
PHOTOWATT	PW60LHT-C-PPP <small>FT V. (*) D96-P06-01 FR R8 04/11/2021</small>	1765x1048x35	325-365	VDE 40047251 du 28/01/2022
PHOTOWATT	PW60MAX-C-PPP <small>FT V. (*) D113-P06-01 FR R0 21/02/2022</small>	2172x1303x35	580-610	VDE 40047251 du 28/01/2022
PHOTOWATT	PW66MAX-C-PPP <small>FT V. (*) D110-P06-01 FR R0 26/10/2021</small>	2384x1303x35	635-660	VDE 40047251 du 28/01/2022
LONGI	LR5-54HIB-xxxM <small>FT V. (*) 20220410 PreliminaryV04</small>	1722x1134x30	395-410	TÜV SÜD Z2 099333 0062 REV. 12 du 09/05/2022
LONGI	LR5-54HIH-xxxM <small>FT V. (*) 20220414DraftV04</small>	1722x1134x30	400-415	TÜV SÜD Z2 099333 0045 REV.20 du 26/04/2022
LONGI	LR4-60HIH-xxxM <small>FT V. (*) 20211116DraftV02</small>	1755x1038x30	365-380	TÜV SÜD Z2 099333 0045 REV. 20 du 26/04/2022
(*) FT V. : Version de la fiche technique				

MODULES PHOTOVOLTAÏQUES AC REFERENCES				
FABRICANT / MARQUE COMMERCIALE	DESIGNATION	DIMENSIONS [mm]	PLAGE DE PUISSANCE [W]	DOCUMENT DE REFERENCE
/	/	/	/	/

6. FABRICATION ET CONTROLE

La fabrication des matériaux/composants du procédé ROOF SOLAR est assurée par diverses sociétés référencées. Ces sociétés disposent de procédures d'auto-contrôles et de systèmes qualité, avec certifications externes pour certaines.

La société DOME SOLAR assure l'assemblage des pièces et est certifiée ISO 9001.

7. JUSTIFICATIONS/ESSAIS

Pour la mise au point du procédé ROOF SOLAR, des calculs ainsi que des essais de résistance mécanique ont été réalisés.

8. MISE EN ŒUVRE

La mise en œuvre est décrite au Chapitre 5 du Cahier des Charges, et illustrée de façon graphique dans la notice de montage version 20201020 jointe en annexe 12 du Cahier des Charges.

Les points particuliers de la mise en œuvre du procédé ROOF SOLAR sont les suivants (liste non exhaustive) :

- Les lignes de fixation sont espacées de 100 cm maximum ;
- Les entraxes entre fixations d'une même ligne sont de 18 cm maximum ;
- Les lés de membrane sont posés de manière perpendiculaire au sens de la pente ;
- Les bandes de maintien sont soudées au revêtement d'étanchéité de la toiture-terrasse : au moyen de soudeuses à air chaud manuelles ou automatiques pour les membranes PVC et TPO (les soudures à air froid sont à proscrire) ; au moyen de chalumeaux pour le bitume ;
- Les modules photovoltaïques sont posés en mode paysage, maintenus au moyen de 2 fixations extérieures ou universelles par grand côté ;
- La pénétration éventuelle de câbles vers l'intérieur du bâtiment est réalisée au moyen d'une crosse en raccordement à l'étanchéité ;
- Fiche d'auto-contrôles complétée systématiquement.

La mise en œuvre du procédé ROOF SOLAR ne peut être assurée que par des entreprises d'étanchéités formées aux spécificités de mise en œuvre du procédé par les différents fabricants de membranes d'étanchéité.

Une assistance au démarrage sur chantier, auprès des utilisateurs qui en font la demande, sera également assurée par le fabricant de membranes d'étanchéité.

De plus, une assistance technique de la société DOME SOLAR est prévue sur site lors du démarrage du chantier.

9. REFERENCES

D'après les informations fournies par la société DOME SOLAR, environ 50 000 m² du procédé ROOF SOLAR ont été installés depuis 2015 en France.

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

L'étanchéité à l'eau peut être considérée comme assurée de façon satisfaisante, compte tenu :

- de la mise en œuvre de la membrane d'étanchéité référencée conformément à son document de référence, complétée des prescriptions spécifiques du Cahier des Charges ;
- de la mise en œuvre de dispositifs permettant d'accrocher les câbles hors des zones d'écoulement d'eau ;
- d'un passage éventuel des câbles de connexion vers l'intérieur du bâtiment à l'aide d'un dispositif dédié.

c. Condensation

La maîtrise des risques de condensation, dans le Domaine d'Emploi du procédé, peut être considérée comme normalement assurée.

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 DOME SOLAR, 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 ROOF SOLAR** 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 **20 JUILLET 2023**.

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 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 DOME SOLAR 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 05 JANVIER 2023,

L'Ingénieur Evaluation,	Le Responsable Activité,
	 VINCENT NANCHE
Gauthier DOUCHEZ	Vincent NANCHE

FIN DU RAPPORT