

APPRECIATION TECHNIQUE D'EXPERIMENTATION

Numéro de référence CSTB : 3275_V1

Sur le procédé : « ROOF-SOLAR BITUME TAN GP ROOFALTEO – Plat »

ATEx de cas a

Validité du 11/04/2024 au 30/04/2027



Copyright : Société DOME SOLAR

L'Appréciation Technique d'expérimentation (ATEx) est une simple opinion technique à dire d'experts, formulée en l'état des connaissances, sur la base d'un dossier technique produit par le demandeur. *(extrait de l'art. 24)*

A LA DEMANDE DE :

Société DOME SOLAR 3 rue MARIE ANDERSON 44400 REZE	Société BACACIER 61 AVENUE DU STADE 63200 RIOM	Société IKO-AXTER 6 RUE LAFERRIERE 75009 PARIS
---	---	---

CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DU BÂTIMENT

Siège social > 84 avenue Jean Jaurès – Champs-sur-Marne – 77447 Marne-la-Vallée cedex 2

Tél. : +33 (0)1 64 68 82 82 – Siret 775 688 229 00027 – www.cstb.fr

Établissement public à caractère industriel et commercial – RCS Meaux 775 688 229 – TVA FR 70 775 688 229

MARNE-LA-VALLÉE / PARIS / GRENOBLE / NANTES / SOPHIA ANTIPOLIS

Appréciation Technique d'Expérimentation n° 3275_V1

Note Liminaire : Cette Appréciation porte essentiellement sur le procédé de module photovoltaïque rigide fixé au-dessus du revêtement d'étanchéité, en pose surimposée, de dénomination « ROOF-SOLAR BITUME TAN GP ROOFALTEO - Plat », défini dans le Dossier Technique.

Selon l'avis du Comité d'Experts en date du 24/10/2023, le demandeur ayant été entendu, la demande d'ATEX ci-dessous définie:

- demandeur : Société DOME SOLAR
- technique objet de l'expérimentation : ROOF-SOLAR BITUME TAN GP ROOFALTEO – Plat*

* La dénomination du procédé « ROOF-SOLAR BITUME 600 GP » a été modifiée après comité.

Cette technique est définie dans le dossier enregistré au CSTB sous le numéro ATEX 3275_V1 et résumé dans la fiche sommaire d'identification ci-annexée,

donne lieu à une :

APPRECIATION TECHNIQUE FAVORABLE A L'EXPERIMENTATION

Remarque importante : Le caractère favorable de cette appréciation ne vaut que pour une durée limitée au **30 avril 2027**, et est subordonné à la mise en application de l'ensemble des recommandations formulées au §4.

Cette Appréciation, QUI N'A PAS VALEUR D'AVIS TECHNIQUE au sens de l'Arrêté du 21 mars 2012, découle des considérations suivantes :

1°) Sécurité

1.1 – Stabilité des ouvrages et/ou sécurité des équipements

Le procédé n'est valable qu'avec la tôle d'acier nervurée ROOFALTEO 106.750 Bitume fabriquée par la société BACACIER. Celle-ci est dimensionnée et mise en œuvre conformément aux fiches techniques figurant au Dossier Technique.

Les charges admissibles de neige normale tiennent compte d'un tassement des isolants limité à 2 mm lorsqu'ils sont chargés par l'ensemble « Rail » du procédé.

Les essais réalisés et les dispositions prévues permettent d'escompter un comportement satisfaisant du procédé au vent et à la neige.

Dans ces conditions, la stabilité semble assurée.

1.2 – Sécurité des intervenants et des usagers

Les dispositions proposées ne présentent pas de risques spécifiques par rapport aux autres procédés photovoltaïques vis-à-vis de la sécurité des intervenants et des usagers. La pose de ce procédé, notamment vis-à-vis de la sécurité des personnes contre les chutes de hauteur, fait appel aux dispositions habituellement requises pour la mise en œuvre des toitures.

1.3 – Sécurité en cas d'incendie

Dans les lois et règlements en vigueur, les dispositions à considérer pour les toitures proposées ont trait à la tenue au feu venant de l'extérieur et de l'intérieur.

Vis-à-vis du feu venant de l'extérieur : un protocole d'essai Broof (t3) pour les toitures photovoltaïques a été validé en commission CECMI en 2012. Le classement Broof (t3) du procédé photovoltaïque « ROOF-SOLAR BITUME TAN GP ROOFALTEO - Plat » n'est toutefois pas connu.

Vis-à-vis du feu intérieur : les dispositions réglementaires à considérer sont fonction de la destination des locaux, de la nature et du classement de réaction au feu de l'isolant et de son support.

1.4 – Sécurité en cas de séisme

Sans objet. La réglementation ne vise pas l'implantation des modules photovoltaïques en surimposé, conformément à l'arrêté du 22 octobre 2010 modifié, relatif à la classification et aux règles de construction parasismique applicables aux bâtiments de la classe dite "à risque normal".

Appréciation Technique d'Expérimentation n° 3275_V1

1.5 Sécurité électrique

Cette ATEX est assujettie à une vérification des modules photovoltaïques acceptés pour cette ATEX. Les modules photovoltaïques qui peuvent être associés à cette ATEX sont listés dans la grille de vérification des modules en cours de validité, figurant en annexe de la présente ATEX.

Les modules photovoltaïques disposent de certificats de conformité aux normes IEC 61215 et IEC 61730 dans les plages de puissances définies dans la grille de vérification. Les modules photovoltaïques cadrés sont certifiés d'une classe II de sécurité électrique selon la norme IEC 61730, jusqu'à une tension maximum de 1 000 à 1 500 V DC (cf. grille de vérification des modules en annexe).

Le respect des prescriptions définies dans la norme NF C15-100 en vigueur, pour le dimensionnement et la pose, permet de s'assurer de la sécurité et du bon fonctionnement des conducteurs électriques. La réalisation de l'installation photovoltaïque conformément aux guides UTE C 15-712 en vigueur permet d'assurer la protection des biens et des personnes. La sécurité électrique semble donc avérée.

2°) Faisabilité

2.1 – Production

La fabrication des différents modules suit un cahier des charges précis et la constance de fabrication semble assurée.

La fabrication des composants de la structure support (ensembles « rails », fixations universelles et extérieures, CTR...) est réalisée selon un cahier des charges spécifique de DOME SOLAR. Les bandes de maintien, fabriquées par la société IKO-AXTER, sont livrées chez DOME SOLAR et contrôlées à réception. L'assemblage des bandes de maintien et des ensembles « rails » sont réalisés par DOME SOLAR. Compte tenu des contrôles effectués par DOME SOLAR, la constance de fabrication semble assurée.

La fabrication des revêtements d'étanchéité est effectuée par la société IKO-AXTER. Ces éléments sont sous Document Technique d'Application. La constance de fabrication de ces éléments semble assurée.

Les différents isolants sont sous Document Technique d'Application. Ils n'appellent pas de remarque particulière quant à la constance de fabrication.

2.2 – Mise en œuvre :

La mise en œuvre du procédé doit être assurée par des installateurs ayant été qualifiés, habilités au travail en hauteur et ayant été agréés par la société DOME SOLAR.

Les compétences requises sont de 2 types :

- Compétences en étanchéité : pour la mise en œuvre du complexe isolant/étanchéité et des rails.
- Compétences électriques complétées par une qualification et/ou habilitation pour la réalisation d'installations photovoltaïques : habilitation électrique selon la norme NF C 18-510, habilitation "BP" pour le raccordement des modules, habilitations "BR" requises pour le raccordement des modules et le branchement aux onduleurs.

La faisabilité de la mise en œuvre est avérée.

2.3 – Assistance technique

Chaque client reçoit systématiquement une assistance technique de la part de la société DOME SOLAR pour sa première installation photovoltaïque. Pour toute installation, la société DOME SOLAR propose une assistance technique pendant toute la durée du chantier et assure ensuite sur demande une assistance technique téléphonique pour tous renseignements complémentaires.

Le dimensionnement du procédé est intégralement effectué par le bureau d'étude DOME SOLAR avant chaque projet grâce aux informations fournies par l'installateur. À la suite de cette étude, des plans d'exécution de calepinage (position des modules et rails) et de mise en œuvre du projet sont fournis par la société DOME SOLAR à l'installateur.

L'assistance technique est assurée.

Appréciation Technique d'Expérimentation n° 3275_V1

3°) Risques de désordres

3.1. Solidité

Dans les limites du domaine d'emploi revendiqué, et dans les conditions de pose prévues en respectant les prescriptions du Dossier Technique, le procédé ROOF-SOLAR BITUME TAN GP ROOFALTEO – Plat ne présente pas de risque particulier vis-à-vis de la solidité.

3.2. Étanchéité

Sous réserve du respect des préconisations de pose du Dossier Technique, dans les limites du domaine d'emploi revendiqué, le procédé ROOF-SOLAR BITUME TAN GP ROOFALTEO – Plat ne présente pas de risque particulier vis-à-vis de l'étanchéité.

3.3. Durabilité

La durabilité propre des composants, leur compatibilité et leur fabrication permettent de préjuger favorablement de la durabilité du procédé photovoltaïque dans le domaine d'emploi revendiqué.

4°) Recommandations

Il est recommandé de :

- vérifier que le délai entre la réalisation du complexe d'étanchéité et la pose des rails ne dépasse pas le délai maximal spécifié au Dossier Technique : 1 an (cf. § 6.4.2.2) ;
- vérifier que les modules photovoltaïques associés sont listés dans la grille de vérification des modules en cours de validité, figurant en annexe de la présente ATEx ;

Comme pour l'ensemble des procédés de ce domaine, chaque mise en œuvre requiert :

- un calcul des charges climatiques appliquées sur la toiture considérée au regard des contraintes maximales admissibles du procédé et une vérification de chacun des éléments constitutifs (complexe d'étanchéité, TAN et ses fixations, isolant) selon les prescriptions du Dossier Technique ;
- une reconnaissance préalable de la charpente support vis-à-vis de sa capacité à accueillir le procédé photovoltaïque ;

Comme tous les procédés comprenant des plaques métalliques utilisées en toiture, les ancrages des lignes de vie ne doivent pas être effectués dans les tôles d'acier nervurées mais dans la structure porteuse tout en reconstituant le plan d'étanchéité à l'eau selon les Règles de l'Art ;

Recommandations complémentaires :

- L'utilisation des clous à scellement n'est pas admise pour la fixation des TAN dans le cadre de la présente ATEx ;
- L'utilisation de plaquettes à rupteurs thermiques n'est pas admise dans le cadre de la présente ATEx ;

5°) Rappel

Conformément au Règlement d'ATEx, le demandeur s'engage à communiquer au CSTB toutes les applications de son système, dès qu'elles sont programmées.

EN CONCLUSION

En conclusion et sous réserve de la mise en application des recommandations ci-dessus, le Comité d'Experts considère que :

- La sécurité est assurée,
- La faisabilité est réelle,
- Les désordres sont limités.

Sophia Antipolis, le 11 avril 2024,
La Présidente du Comité d'Experts,

Coralie NGUYEN

Appréciation Technique d'Expérimentation n° 3275_V1

ANNEXE 1

FICHE SOMMAIRE D'IDENTIFICATION (1)

Demandeurs :

Société DOME SOLAR 3 rue MARIE ANDERSON 44400 REZE	Société BACACIER 61 AVENUE DU STADE 63200 RIOM	Société IKO-AXTER 6 RUE LAFERRIERE 75009 PARIS
--	--	--

Définition de la technique objet de l'expérimentation : Le procédé ROOF-SOLAR BITUME 600 TAN GP ROOFALTEO – Plat est un système complet de toiture photovoltaïque permettant la surimposition en toitures-terrasses de modules photovoltaïques rigides cadrés posés parallèlement au plan de toiture sur un ensemble de rails en aluminium soudés perpendiculairement aux nervures des TAN à un revêtement d'étanchéité bitumeux bicouche autoprotégé de la société IKO-AXTER. Le procédé est destiné à la France métropolitaine en climat de plaine, en travaux neufs et de réfection, sur élément porteur en tôles d'acier nervurées « grande portée » (profil ROOFALTEO 106.750 Bitume) de la société BACACIER (pente de 3 à 10%).

Il est destiné à la réalisation d'installations productrices d'électricité solaire sans perforation du revêtement d'étanchéité.

Il intègre :

- un élément porteur support en tôles d'acier nervurées de marque BACACIER (profilé ROOFALTEO 106.750 Bitume) conforme au Cahier 3537_V2 du CSTB (Janvier 2009), fixé toutes nervures avec ou sans plaquette de répartition et couturé tous les 500 mm. Les fiches techniques de la tôle d'acier nervurée figurent au Dossier Technique d'ATEX ;
- des panneaux isolants non porteurs :
 - soit en laine minérale nue Rockacier C Nu de la marque ROCKWOOL fixés mécaniquement et mis en œuvre selon le DTA 5.2/16-2523 en un ou deux lits d'épaisseur totale comprise entre 100 et 260 mm,
 - soit en laine minérale nue Rockacier C Nu Energy de la marque ROCKWOOL fixés mécaniquement et mis en œuvre selon le DTA 5.2/23-2729_V1 en un ou deux lits d'épaisseur totale comprise entre 80 et 260 mm,
 - soit en laine minérale bi-densité SmartRoof C (37) de la marque KNAUF fixés mécaniquement et mis en œuvre selon le DTA 5.2/21-2709_V3 en un ou deux lits d'épaisseur totale comprise entre 100 et 260 mm
 - soit en laine minérale nue Panotoit Tekfi 2 de la marque SAINT-GOBAIN ISOVER fixés mécaniquement et mis en œuvre selon le DTA 5.2/19-2378_V2 en un ou deux lits d'épaisseur totale comprise entre 80 et 260 mm
 - soit en PIR POWERDECK+ sans écran thermique de la marque RECTICEL INSULATION fixés mécaniquement et mis en œuvre selon le DTA 5.2/22-2724_V1 en un ou deux lits d'épaisseur totale comprise entre 80 et 280 mm
 - soit en PIR POWERDECK+ avec écran thermique de la marque RECTICEL INSULATION fixés mécaniquement et mis en œuvre selon le DTA 5.2/22-2725_V1 avec un lit inférieur d'écran thermique FESCO C d'épaisseur comprise entre 40 et 120 mm et en un ou deux lits intermédiaires d'épaisseur totale comprise entre 60 et 280 mm. L'épaisseur totale du complexe ne doit pas dépasser 300 mm.
- un revêtement d'étanchéité bicouche fixé mécaniquement à base de bitume SBS IKO DUO ACIER (conformément au DTA 5.2/18-2630_V3), de la marque IKO-AXTER constitué d'une 1^{ère} couche IKO DUO ACIER F/G et d'une 2^{ème} couche IKO DUO ACIER 3000 FEU L4 AR/F ;
- un système de montage constitué :d'un ensemble " Rail " (soudé impérativement perpendiculairement aux nervures des TAN), de fixations Universelles MALT ou extérieures permettant une mise en œuvre des modules photovoltaïques en toiture-terrasse ;
- Modules photovoltaïques : Les références et les puissances des modules photovoltaïques sont indiquées dans la grille de vérification des modules en cours de validité, figurant en annexe 3 de la présente Appréciation Technique d'Expérimentation. Chaque module possède une boîte de connexion munie de deux câbles électriques, chacun équipé de connecteur IP 65 minimum avec système de verrouillage ;

La pose des rails doit être réalisée dans un délai maximum d'un an après la pose du complexe d'étanchéité.

(1) La description complète de la technique est donnée dans le dossier déposé au CSTB par le demandeur et enregistré sous le numéro ATEx 3275_V1 et dans le cahier des charges de conception et de mise en œuvre technique (cf. annexe 2) que le fabricant est tenu de communiquer aux utilisateurs du procédé.

Le présent document comporte 80 pages dont deux annexes ; il ne peut en être fait état qu'in extenso.

ANNEXE 2

CAHIER DES CHARGES DE CONCEPTION ET DE MISE EN OEUVRE

Ce document comporte 60 pages.

Procédé
ROOF-SOLAR BITUME TAN GP ROOFALTEO - Plat

« Dossier technique établi par le demandeur » du 02/04/2024

Version tenant compte des remarques formulées par le comité d'Experts du 24/10/2023

A été enregistré au CSTB sous le n° d'ATEX 3275_V1.

Fin du rapport

**Dossier Technique de demande
d'Appréciation Technique d'Expérimentation (ATEX a n°3275_V1)
pour le procédé ROOF-SOLAR BITUME TAN GP ROOFALTEO - Plat**

SOMMAIRE

1	DESCRIPTION GENERALE	4
1.1	Identification du demandeur	4
1.2	Identification des fournisseurs	5
1.3	Dénomination commerciale du procédé	5
1.4	Description succincte	5
2	DOMAINE D'EMPLOI.....	5
2.1	Ouvrages visés	5
2.2	Zone géographique	6
2.3	Pente 6	
2.4	Principe	6
2.5	Charges climatiques	7
3	MODE DE COMMERCIALISATION.....	8
3.1	Coordonnées	8
3.2	Identification	8
3.3	Livraison	8
4	ELEMENTS CONSTITUTIFS	9
4.1	Modules photovoltaïques	9
4.1.1	Caractéristiques dimensionnelles	9
4.1.2	Face arrière	9
4.1.3	Cellules photovoltaïques	9
4.1.4	Intercalaire encapsulant	9
4.1.5	Vitrage9	
4.1.6	Constituants électriques	10
4.1.7	Cadre du module photovoltaïque	10
4.2	Système de montage	11
4.2.1	Ensemble "Rail" (cf. Figure 2)	11
4.2.2	Fixation Universelle MALT (cf. Figure 6)	11
4.2.3	Fixations Extérieures de finition (cf. Figure 7)	12
4.2.4	CTR et CTR bas de générateur (cf. Figure 8)	12
4.2.5	CTM (cf. Figure 9)	12
4.2.6	Collier Passe Câbles (cf. Figure 10)	12
4.3	Autres éléments	12
4.3.1	Revêtement d'étanchéité	13
4.3.2	Isolant 13	
4.3.3	Tôle d'acier nervuré	14
4.3.4	Câbles de liaison équipotentielle des masses	14
4.3.5	Chemin de câbles	15
4.3.6	Support de chemin de câbles	15
5	DISPOSITIONS DE CONCEPTION	15
5.1	Généralités	15
5.2	Caractéristiques dimensionnelles	16
5.3	Caractéristiques sismiques	16
5.4	Caractéristiques électriques	17
5.4.1	Conformité à la norme NF EN 61215	17
5.4.2	Sécurité électrique	17
5.4.3	Performances électriques	17
5.5	Spécifications électriques	17
5.5.1	Généralités	17
5.5.2	Connexion des câbles électriques	17
5.5.3	Cas d'une mise en œuvre de micro-onduleurs	18
6	DISPOSITIONS DE MISE EN ŒUVRE	18
6.1	Conditions préalables à la pose	18
6.2	Compétences des installateurs	19
6.3	Sécurité des intervenants	19
6.4	Mise en œuvre en toiture	19
6.4.1	Calepinage et préparation de la toiture	19
6.4.2	Pose du procédé	20
7	UTILISATION, ENTRETIEN ET REPARATION	24
7.1	Généralités	24
7.2	Maintenance du champ photovoltaïque	25
7.3	Maintenance électrique	25
7.4	Remplacement d'un module	25
7.5	Remplacement d'un ensemble rail	26

8 TRAITEMENT EN FIN DE VIE	26
9 FABRICATION ET CONTROLES	26
9.1 Modules photovoltaïques	26
9.2 Composants de la structure support	26
9.2.1 Ensemble rail	26
9.2.2 Fixations Universelles MALT et Fixations Extérieurs de Finition	27
9.2.3 CTR, CTR bas de générateur et CTM	27
9.2.4 Collier Passe Câbles	28
9.3 Isolant	28
9.4 Revêtement d'étanchéité	28
9.5 Tôle d'acier nervuré	28
10 CONDITIONNEMENT, ETIQUETAGE, STOCKAGE.....	28
10.1 Modules photovoltaïques	28
10.2 Ensemble "support"	28
10.2.1 Ensemble rail	28
10.2.2 Fixations universelles MALT	28
10.2.3 Fixations extérieures de finition	29
10.2.4 CTR et CTR bas de générateur	29
10.2.5 CTM	29
10.2.6 Collier passe câble	29
10.3 Isolant	29
10.4 Revêtement d'étanchéité	29
10.5 Tôle d'acier nervurée	29
11 FORMATION	30
12 ASSISTANCE TECHNIQUE.....	30
13 MENTION DES JUSTIFICATIFS.....	31
13.1 Résultats expérimentaux.....	31
13.2 Références chantiers	31
14 ANNEXE DU DOSSIER TECHNIQUE	32
15 ANNEXES GRAPHIQUES.....	39

DOSSIER TECHNIQUE

1 DESCRIPTION GENERALE

1.1 IDENTIFICATION DU DEMANDEUR

Société : DOME SOLAR

Raison sociale : SAS

Adresse : 3 RUE MARIE ANDERSON, 44400, REZE, FRANCE

N° SIRET ou SIREN : 509182309

Téléphone : 02 40 67 92 92

Adresse WEB : www.dome-solar.com

Email : info@dome-solar.com

Localisation de l'usine : 3 RUE MARIE ANDERSON, 44400, REZE, FRANCE

Et

Société : BACACIER

Raison sociale : SAS

Adresse : 61 AVENUE DU STADE, 63200, RIOM, FRANCE

N° SIRET ou SIREN : 518692017

Téléphone : 01 84 16 67 17

Adresse WEB : www.bacacier.com

Email : open@bacacier.com

Localisation de l'usine : Rte de Chaptuzat, 63260 Aigueperse, France

Et

Société : IKO-AXTER

Raison sociale : SASU

Adresse : 6 RUE LAFERRIERE 75009 PARIS

N° SIRET ou SIREN : 351844527

Téléphone : 01 55 95 45 50

Adresse WEB : <https://www.axter.eu/>

Email : info@axter.eu

Localisation de l'usine : rue Joseph Coste - 59552 COURCHELETTES, France & ZI DU MOULIN -
Chemin départemental 7 - 76410 Tourville-la-Rivière, France

1.2 IDENTIFICATION DES FOURNISSEURS

Fournisseurs procédé ROOF-SOLAR BITUME TAN GP ROOFALTEO - Plat	
1	Éléments porteurs supports en tôles d'acier nervurées : Bacacier
2	Isolant : Rockwool Knauf Saint-Gobain Isover Recticel Insulation
3	Revêtement d'étanchéité bicouche à base de bitume : IKO-AXTER
4	Système de montage permettant une mise en œuvre en toiture-terrasse : Dome Solar
5	Modules photovoltaïques Fabricants de modules référencés dans la grille de vérification des modules en cours de validité associée à cette Appréciation Technique d'Expérimentation.

Tableau 1 : fournisseurs procédé ROOF-SOLAR BITUME TAN GP ROOFALTEO - Plat

1.3 DENOMINATION COMMERCIALE DU PROCEDE

ROOF-SOLAR BITUME TAN GP ROOFALTEO - Plat

1.4 DESCRIPTION SUCCINTE

Procédé permettant la surimposition en toitures-terrasses, avec élément porteur en tôles d'acier nervurées grande portée de la société BACACIER de modules photovoltaïques rigides sur un ensemble de rails en aluminium soudés perpendiculairement aux nervures de TAN à un revêtement d'étanchéité bitumeux bicouche autoprotégé de la société IKO-AXTER. (cf. Figure 1).

2 DOMAINE D'EMPLOI

2.1 OUVRAGES VISES

Le Procédé peut être mis en œuvre :

- sur toitures-terrasses plates ou inclinées, inaccessibles, techniques ou à zones techniques.
- sur des bâtiments tertiaires, ERP, industriels et résidentiels, neufs ou en rénovation, ouverts ou fermés :
 - sur ouvrages neufs avec les éléments du complexe décrits au paragraphe 2.4
 - sur ouvrages existants avec réfection complète du complexe avec les éléments cités au paragraphe 2.4 du présent dossier technique, y compris le remplacement des tôles d'acier nervurées.
- sur toitures conformes aux prescriptions des DTU 43.3 et 43.5 ainsi que le Cahier 3537_V2 dans le cas de travaux de réfections.
- Au-dessus de locaux conformes aux prescriptions d'hygrométrie de la TAN ROOFALTEO 106.750 Bitume (selon DTU 43.3)

Eléments Porteurs	Hygrométrie			
	Faible	Moyenne	Forte	Très Forte
PROFILE ROOFALTEO 106.750 Bitume	OUI	OUI	OUI	Non Admis

Tableau 2 : Prescriptions hygrométriques de la TAN ROOFALTEO 106.750 Bitume

2.2 ZONE GEOGRAPHIQUE

Utilisation en France métropolitaine sauf en climat de montagne caractérisé par une altitude supérieure à 900 m.

2.3 PENTE

La toiture d'implantation doit présenter des versants de pente, imposée par la toiture, comprise entre 3 et 10% (1,7° à 5,7°).

2.4 PRINCIPE

Le Procédé intègre :

- Un élément porteur support en tôles d'acier nervurées de marque BACACIER (TAN ROOFALTEO 106.750 Bitume) conformes au Cahier 3537_V2 du CSTB (Janvier 2009), fixé toutes nervures avec ou sans plaque de répartition et couturé tous les 500 mm.
- des isolants :
 - soit Rockacier C Nu de la marque ROCKWOOL fixés mécaniquement et mis en œuvre selon le DTA 5.2/16-2523 en un ou deux lits d'épaisseur totale comprise entre 100 et 260 mm,
 - soit Rockacier C Nu Energy de la marque ROCKWOOL fixés mécaniquement et mis en œuvre selon le DTA 5.2/23-2729_V1 en un ou deux lits d'épaisseur totale comprise entre 80 et 260 mm,
 - soit SmartRoof C (37) de la marque KNAUF fixés mécaniquement et mis en œuvre selon le DTA 5.2/21-2709_V3 en un ou deux lits d'épaisseur totale comprise entre 100 et 260 mm
 - soit Panotoit Tekfi 2 de la marque SAINT-GOBAIN ISOVER fixés mécaniquement et mis en œuvre selon le DTA 5.2/19-2378_V2 en un ou deux lits d'épaisseur totale comprise entre 80 et 260 mm
 - soit POWERDECK+ sans écran thermique de la marque RECTICEL INSULATION fixés mécaniquement et mis en œuvre selon le DTA 5.2/22-2724_V1 en un ou deux lits d'épaisseur totale comprise entre 80 et 280 mm
 - soit POWERDECK+ avec écran thermique de la marque RECTICEL INSULATION fixés mécaniquement et mis en œuvre selon le DTA 5.2/22-2725_V1 avec un lit inférieur d'écran thermique FESCO C d'épaisseur comprise entre 40 et 120 mm et en un ou deux lits intermédiaires d'épaisseur totale comprise entre 60 et 280mm. Attention l'épaisseur total du procédé ne doit pas dépasser 300mm.
- un revêtement d'étanchéité bicouche fixé mécaniquement à base de bitume SBS IKO DUO ACIER (conformément au DTA 5.2/18-2630_V3), de la marque IKO-AXTER constitué :
 - d'une 1ère couche IKO DUO ACIER F/G,
 - d'une 2ème couche IKO DUO ACIER 3000 FEU L4 AR/F,
- un système de montage constitué d'ensemble " Rail " (soudé impérativement perpendiculairement aux nervures de TAN), de fixations Universelles MALT ou extérieures permettant une mise en œuvre en toiture-terrasse de modules photovoltaïques,
- des modules photovoltaïques munis d'un cadre en profils d'aluminium, posés à plat, fixés sur leurs grands côtés par 2 rails uniquement, installés en respectant les zones de sécurité et de circulation requises en fonction de l'entretien et de la circulation (cf. 6.4.1) et dont les références et les puissances sont indiquées dans la grille de vérification des modules en cours de validité, associée à cette Appréciation Technique d'Expérimentation.

2.5 CHARGES CLIMATIQUES

Le domaine d'emploi du procédé sous charges climatiques de vent normale (selon NV 65 modifiées) ne doit pas excéder :

Groupes de modules photovoltaïques reportés dans la grille de vérification des modules*	Charges normales ascendantes maximum (Pa)
Modules Groupe A	662
Modules Groupe B	574

Tableau 3 : domaine d'emploi charges ascendantes ROOF-SOLAR BITUME TAN GP ROOFALTEO - Plat

Le domaine d'emploi du procédé sous charges climatiques de neige normale (selon NV 65 modifiées) ne doit pas excéder :

	Référence de l'isolant	Charges normales descendantes max. procédé (Pa)
Modules Groupe A	Laine de Roche	786
	Polyuréthane	1327
	Polyuréthane avec écran thermique	1450
Modules Groupe B	Laine de Roche	663
	Polyuréthane	731
	Polyuréthane avec écran thermique	731

Tableau 4 : domaine d'emploi charges descendantes ROOF-SOLAR BITUME TAN GP ROOFALTEO - Plat

* Les gammes de modules valides des différents groupes cités ici sont indiquées dans la grille de vérification associée à cette Appréciation Technique d'Expérimentation.

3 MODE DE COMMERCIALISATION

3.1 COORDONNEES

Le procédé est commercialisé par le titulaire.

Société DOME SOLAR

3 rue Marie Anderson

FR – 44400 REZÉ

Tél. : 02 40 67 92 92

Email : info@dome-solar.com

Internet : www.dome-solar.com

3.2 IDENTIFICATION

Les marques commerciales et les références des modules sont inscrites à l'arrière du module reprenant les informations conformément à la norme NF EN 50380 : le nom du module, son numéro de série, ses principales caractéristiques électriques ainsi que le nom et l'adresse du fabricant. Cet étiquetage fait également mention du risque inhérent à la production d'électricité du module dès son exposition à un rayonnement lumineux.

Les autres constituants sont identifiables par leur géométrie particulière et sont référencés lors de leur livraison, par une liste présente sur les colis les contenant.

3.3 LIVRAISON

Le système de traçabilité du titulaire doit permettre de tracer les livraisons, de la production jusqu'aux chantiers livrés, des éléments suivants :

- dénomination commerciale du procédé photovoltaïque,
- référence de l'Appréciation Technique d'Expérimentation,
- date de mise en œuvre de l'installation,
- nom du maître d'ouvrage,
- adresse ou coordonnées GPS du site de l'installation,
- nom de l'entreprise d'installation,
- nature de bâtiment : résidentiel individuel/collectif, industriel, agricole, tertiaire,
- référence et numéros de série des modules photovoltaïques.

La notice de montage et les plans de câblage doivent être fournies avec le procédé.

L'installateur doit prévoir :

- La vérification visuelle que les emballages des modules photovoltaïques sont intacts à réception sur site.
- La vérification visuelle que les modules photovoltaïques sont intacts au déballage.
- La vérification de la conformité des kits avec le système de montage aux bons de commandes.
- À la réception des fournitures, un autocontrôle du choix des fixations.

4 ELEMENTS CONSTITUTIFS

4.1 MODULES PHOTOVOLTAÏQUES

Cette Appréciation Technique d'Expérimentation est assujettie à une vérification des modules photovoltaïques acceptés pour cette Appréciation Technique d'Expérimentation. Les modules photovoltaïques qui peuvent être associés à cette Appréciation Technique d'Expérimentation sont listés dans la grille de vérification des modules en cours de validité, associée à cette Appréciation Technique d'Expérimentation.

Les gammes de modules valides des différents groupes cités ici sont indiquées dans la grille de vérification associée à cette Appréciation Technique d'Expérimentation.

Les caractéristiques génériques des modules photovoltaïques inclus dans cette Appréciation Technique d'Expérimentation sont les suivantes :

4.1.1 Caractéristiques dimensionnelles

Les dimensions hors-tout des modules doivent respecter les critères suivants (*voir dessins et section du cadre dans la grille de vérification des modules associée à cette Appréciation Technique d'Expérimentation*) :

- Groupe A :
 - Longueur comprise entre 1 580 et 1 747 mm
 - Largeur comprise entre 950 et 1 051 mm
 - Hauteur du cadre compris entre 33 et 37 mm
 - Masse spécifique comprise entre 11,1 et 12,3 kg/m²
- Groupe B :
 - Longueur comprise entre 1 666 et 1 842 mm
 - Largeur comprise entre 1 041 et 1 151 mm
 - Hauteur du cadre compris entre 29 et 32 mm
 - Masse spécifique comprise entre 10,4 et 11,5 kg/m²

4.1.2 Face arrière

Face arrière non-verrière ou verrière faisant partie de la BOM des modules validés.

4.1.3 Cellules photovoltaïques

Cellules en silicium cristallin faisant parties de la BOM des modules validés.

4.1.4 Intercalaire encapsulant

Référence faisant partie de la BOM des modules validés.

4.1.5 Vitrage

Verre imprimé ou float, trempé selon la norme EN 12150, avec ou sans couche antireflet.

4.1.6 Constituants électriques

4.1.6.1 Boîte de connexion

Une boîte de connexion est collée en sous-face du module. Sa position et ses dimensions sont compatibles avec le système de montage.

Cette boîte de connexion est fournie avec des diodes bypass (*qui protègent chacune une série de cellules*) et permet le raccordement aux câbles qui assurent la connexion des modules.

Elle possède les caractéristiques minimales suivantes :

- indice de protection : IP65 minimum,
- tension de système maximum : 1 000 à 1 500 V entre polarités et avec la terre (cf. grille de vérification des modules associée à cette Appréciation Technique d'Expérimentation),
- certificat de conformité valide à la norme IEC 62790:2014,
- la référence fait partie de la BOM des modules validés.

4.1.6.2 Câbles électriques

Les modules sont équipés de deux câbles DC électriques de 0,90 m minimum chacun dont la section est de 4 mm². Ces câbles se trouvent à l'arrière du module, en sortie de la boîte de connexion, et sont équipés de connecteurs adaptés.

Ces câbles ont les spécifications minimales suivantes :

- tension assignée : 1 000 à 1 500 V (cf. grille de vérification des modules associée à cette Appréciation Technique d'Expérimentation),
- certificat de conformité valide à la norme EN 50618:2015 ou IEC 62930:2017,
- la référence fait partie de la BOM des modules validés.

Tous les câbles électriques de l'installation (*en sortie des modules et pour les connexions entre séries de modules et vers l'onduleur*) sont en accord avec la norme NF C 15-100 en vigueur, les guides UTE C 15-712 en vigueur et les spécifications des onduleurs (*longueur et section de câble adaptées au projet*).

4.1.6.3 Connecteurs électriques

Connecteurs avec système de verrouillage et préassemblés en usine aux câbles des modules. Ces connecteurs ont les caractéristiques minimales suivantes :

- indice de protection (connecté) : IP 65 minimum,
- tension assignée de 1 000 à 1 500 V (cf. grille de vérification des modules associée à cette Appréciation Technique d'Expérimentation),
- certificat de conformité valide à la norme IEC 62852:2014,
- la référence fait partie de la BOM des modules validés.

Les connecteurs des câbles supplémentaires (*pour les connexions entre séries de modules et vers l'onduleur*) doivent être identiques (*même fabricant, même marque et même type*) aux connecteurs auxquels ils sont destinés à être reliés : pour ce faire, des rallonges peuvent être fabriquées grâce à des sertisseuses spécifiques.

4.1.7 Cadre du module photovoltaïque

Le cadre des modules est composé de profils en aluminium de série supérieure ou égale à 6000, anodisé d'épaisseur $\geq 15 \mu\text{m}$.

Le cadre des modules présente deux profilés longitudinaux et deux profilés transversaux.

Les profilés sont reliés entre eux à l'aide d'équerres métalliques serties ou par vissage.

Les profilés longitudinaux du module sont percés en usine afin de prévoir la connexion des câbles de liaisons équipotentielles des masses.

Un collage est appliqué entre le cadre et le verre du module.

La prise en feuillure minimale du cadre sur le laminé est de 6,5 mm.

4.2 SYSTEME DE MONTAGE

Les éléments de ce système de montage sont commercialisés par projet, à la suite du dimensionnement et à la fourniture des plans d'exécution par la société DOME SOLAR. Ils sont exclusivement fournis par la société DOME SOLAR et respectent le guide de choix des matériaux (cf. Tableau 7).

4.2.1 Ensemble "Rail" (cf. Figure 2)

Cet ensemble permet de lier les fixations des modules photovoltaïques au revêtement d'étanchéité et se positionne perpendiculairement aux nervures des tôles d'acier nervurées.

Il est assemblé en usine et constitué des éléments suivants :

4.2.1.1 Profil trapézoïdal (cf. Figure 3)

En alliage d'aluminium EN AW-6060 T6, cette pièce, de longueur 60 cm, constitue la pièce maîtresse de l'ensemble "Rail", sur laquelle toutes les autres pièces viennent s'assembler. Ainsi, il est le support des Fixations Universelles MALT ou Fixations Extérieures de finition. Ses flans accueillent les ailettes qui permettent la fixation de la bande de maintien.

4.2.1.2 Bandes de maintien BDM (cf. Figure 4)

Les bandes de maintien BDM sont des feuilles de bitume modifié SBS conformes au Guide UEAtc SBS/APP de 2001 d'épaisseur nominale de 4 mm ($\pm 5\%$), constituées du liant « ARMOUR » de chez IKO-AXTER conforme aux Directives UEAtc SBS de 1984. La largeur totale des bandes de maintien est de 143 mm, pour une largeur de soudure de 67 mm. Elles ont pour but de maintenir l'ensemble « Rail » sur le revêtement d'étanchéité. Pour cela, elles occupent la totalité de la longueur du Rail (60 cm) et ceci de chaque côté. Elles sont fixées au rail par l'intermédiaire des ailettes et des vis de liaison.

4.2.1.3 Ailettes (cf. Figure 5)

En alliage d'aluminium EN AW-6060 T6, les ailettes permettent le maintien en position des bandes de maintien sur le profil trapézoïdal. Elles sont au nombre de deux pour un ensemble "Rail" : elles sont situées de chaque côté du profil trapézoïdal et sont de la même longueur que celui-ci. Elles sont liées au profil trapézoïdal par des vis de liaison.

4.2.1.4 Vis de liaison

Les vis de liaison permettent d'assembler le profil trapézoïdal, les bandes de maintien et les ailettes. Il s'agit de vis en acier inoxydable A2 ou A4 de dimensions $\varnothing 4,8 \times 19$ mm avec une tête hexagonale de diamètre $\varnothing 8$ mm. Le pas du filetage est de 1,6 mm. On retrouve 8 vis de liaison sur un ensemble Rail, soit 4 vis pour fixer une bande de maintien.

4.2.2 Fixation Universelle MALT (cf. Figure 6)

Les Fixations Universelles MALT, en alliage d'aluminium EN AW-6060 T6, viennent se clipper sur le haut du profil trapézoïdal du procédé. Elles permettent une connexion électrique entre le module et l'ensemble rail (cf. § 5.5.2). Elles sont le support direct des modules photovoltaïques et permettent de serrer 2 modules en même temps.

Elles sont constituées de six pièces : le « serre universel », une vis CHC M6, un ressort, la « rondelle MALT », un écrou carré M6 et le « socle ». Ces pièces sont assemblées par la société DOME SOLAR, et sont livrées en un seul bloc.

4.2.3 Fixations Extérieures de finition (cf. Figure 7)

Les Fixations Extérieures de finition, en alliage d'aluminium EN AW-6060 T6, viennent se clipper sur le haut du Rail du procédé. Elles sont le support direct des modules photovoltaïques. Elles permettent de serrer un seul module et sont utilisées en bordure du champ photovoltaïque.

Elles sont constituées de six pièces : la « mâchoire bride de serrage », la « base bride de serrage », une vis CHC M6, un ressort, un écrou carré M6 et le « socle ». L'assemblage des pièces « mâchoire bride de serrage » et « base bride de serrage » ainsi que la longueur de la vis CHC M6 sont adaptées selon l'épaisseur du cadre du module photovoltaïque.

Il existe quatre références possibles selon l'épaisseur du module :

- FIN001 : 30-35 mm
- FIN002 : 36-40 mm
- FIN003 : 41-46 mm
- FIN004 : 47-50 mm

Chaque référence est assemblée par la société DOME SOLAR. La référence correspondant aux modules du chantier est livrée en un seul bloc sur le chantier.

4.2.4 CTR et CTR bas de générateur (cf. Figure 8)

Les CTR / CTR bas de générateur, en alliage d'aluminium EN AW-6060 T6, sont vissés sur le haut du Rail du procédé. Le CTR et le CTR bas de générateur est la même pièce mais peut avoir deux fonctions différentes :

- Le CTR (Connecteur Terre Rail) sert pour la mise à la terre des rails.
- Le CTR bas de Générateur est destiné à éviter la descente du champ photovoltaïque par glissement des fixations sur les rails.

Ils sont constitués de 5 (cinq) pièces : un « profil CTR », 2 (deux) vis pointeau M6 et 2 (deux) écrous carrés M6. Ces pièces sont assemblées par la société DOME SOLAR, et sont livrées en un seul bloc.

4.2.5 CTM (cf. Figure 9)

Les CTM (Connecteur Terre Module), en alliage d'aluminium EN AW-6060 T6, sont vissés sur le retour du cadre du module photovoltaïque. Ils visent à permettre la mise à la terre des modules.

Ils sont constitués de 5 (cinq) pièces : un « profil CTM », 2 (deux) vis pointeaux M6 et 2 (deux) écrous carrés M6. Ces pièces sont assemblées par la société DOME SOLAR, et sont livrées en un seul bloc.

4.2.6 Collier Passe Câbles (cf. Figure 10)

Les Colliers Passe Câbles, en polyamide, viennent se clipper sur le haut du Rail du procédé. Ils permettent de ne pas faire circuler les câbles du module photovoltaïque à même la membrane bitumineuse. Il est impératif d'utiliser ces colliers afin de permettre un maintien des câbles (de polarité ou/et de liaison équipotentielle) aux rails du système ROOF-SOLAR BITUME TAN GP ROOFALTEO - Plat.

4.3 AUTRES ELEMENTS

La fourniture peut également comprendre des éléments permettant de constituer un système photovoltaïque : onduleurs, câbles électriques reliant le champ photovoltaïque au réseau électrique en aval de l'onduleur... Ces éléments ne sont pas examinés dans le cadre de l'Appréciation Technique d'Expérimentation qui se limite à la partie électrique en courant continu.

Les éléments suivants, non fournis, sont toutefois indispensables à la mise en œuvre et au bon fonctionnement du procédé utilisé :

4.3.1 Revêtement d'étanchéité

Le revêtement bitumineux IKO DUO ACIER de la société IKO-AXTER, avec une première couche IKO DUO ACIER F/G fixé mécaniquement avec une fixation par plage et un écartement maximum de 25 cm entre fixations et avec une deuxième couche apparente IKO DUO ACIER 3000 FEU L4 AR/F soudée en plein, conforme au DTA 5.2/18-2630_V3 est utilisé avec le procédé ROOF-SOLAR BITUME TAN GP ROOFALTEO - Plat. En particulier, le tableau 1 de ce DTA précise les cas où un pare-vapeur est nécessaire et indique dans ces cas les pare-vapeurs possibles.

Le système de référence pour l'attelage de fixation de la première couche est constitué de vis « EVDF 0,8 TP12 » : Ø 4,8 mm, longueur 80 mm et de plaquettes « 40x40 Ac Ga » : dimensions 40 x 40 mm, épaisseur 0,8 mm (cf. **Figure 17**) avec $Pk_{sr} = 152 \text{ daN}$.

4.3.2 Isolant

4.3.2.1 Rockacier C Nu de la société ROCKWOOL

L'isolant Rockacier C Nu, en laine minérale de roche nue non porteur, défini dans le DTA Rockacier C nu, est validé pour une mise en œuvre avec le procédé ROOF-SOLAR BITUME TAN GP ROOFALTEO - Plat:

- Les panneaux s'emploient en un ou 2 lits d'épaisseur maximale totale de 260 mm.
- L'épaisseur minimale des panneaux en un lit unique est de 100 mm.
- L'épaisseur maximale des panneaux en un lit unique est de 160 mm.

Il présente une caractéristique de contraintes admissibles sous charge maintenue de 20 kPa évaluée dans le cadre du procédé ROOF-SOLAR BITUME TAN GP ROOFALTEO - Plat.

4.3.2.2 Rockacier C Nu Energy de la société ROCKWOOL

L'isolant Rockacier C Nu Energy, en laine minérale de roche nue non porteur, défini dans le DTA Rockacier C Nu Energy, est validé pour une mise en œuvre avec le procédé ROOF-SOLAR BITUME TAN GP ROOFALTEO – Plat :

- Les panneaux s'emploient en un ou 2 lits d'épaisseur maximale totale de 260 mm.
- L'épaisseur minimale des panneaux en un lit unique est de 80 mm.
- L'épaisseur maximale des panneaux en un lit unique est de 200 mm.

Il présente une caractéristique de contraintes admissibles sous charge maintenue de 20 kPa évaluée dans le cadre du procédé ROOF-SOLAR BITUME TAN GP ROOFALTEO - Plat.

4.3.2.3 SmartRoof C (37) de la société KNAUF

Les panneaux isolants SmartRoof C (37) bi-densité, en laine minérale, définis dans le DTA SmartRoof C, sont validés pour une mise en œuvre avec le procédé ROOF-SOLAR BITUME TAN GP ROOFALTEO - Plat.

L'épaisseur des panneaux est

- Comprise entre 100mm et 200mm en un seul lit pour la référence SmartRoof C (37)
- L'épaisseur totale maximale en 2 lits est de 260mm.

Il présente une caractéristique de contraintes admissibles sous charge maintenue de 20 kPa évaluée dans le cadre du procédé ROOF-SOLAR BITUME TAN GP ROOFALTEO - Plat.

4.3.2.4 Panotoit Tekfi 2 de la société SAINT GOBAIN ISOVER

L'isolant Panotoit Tekfi 2, en laine minérale, défini dans son DTA, est validé pour une mise en œuvre avec le procédé ROOF-SOLAR BITUME TAN GP ROOFALTEO - Plat :

- Les panneaux s'emploient en un ou 2 lits d'épaisseur maximale totale de 260 mm.
- L'épaisseur minimale des panneaux en un lit unique est de 80 mm.
- L'épaisseur maximale des panneaux en un lit unique est de 160 mm.

Il présente une caractéristique de contraintes admissibles sous charge maintenue de 20 kPa pour les épaisseurs allant de 80 mm à 260 mm évaluée dans le cadre du procédé ROOF-SOLAR BITUME TAN GP ROOFALTEO - Plat.

4.3.2.5 Powerdeck + sans écran thermique de la société RECTICEL INSULATION

Les panneaux POWERDECK+ sont des panneaux isolants non porteurs en mousse rigide de polyisocyanurate de type PIR, définis dans son DTA sont validés pour une mise en œuvre avec le procédé ROOF-SOLAR BITUME TAN GP ROOFALTEO - Plat.

- Les panneaux s'emploient en un ou 2 lits d'épaisseur maximale totale de 280 mm.
- L'épaisseur minimale des panneaux en un lit unique est de 80 mm.
- L'épaisseur maximale des panneaux en un lit unique est de 140 mm.

Il présente une caractéristique de contraintes admissibles sous charge maintenue de 32 kPa pour les épaisseurs allant de 80 mm à 280 mm évaluée dans le cadre du procédé ROOF-SOLAR BITUME TAN GP ROOFALTEO - Plat.

4.3.2.6 Powerdeck + avec écran thermique de la société RECTICEL INSULATION

Les panneaux POWERDECK+ avec écran thermique sont des panneaux isolants non porteurs en mousse rigide de polyisocyanurate de type PIR couplé avec un écran thermique en panneaux isolants de perlite expansée (fibrée), définis dans son DTA sont validés pour une mise en œuvre avec le procédé ROOF-SOLAR BITUME TAN GP ROOFALTEO - Plat.

- L'écran thermique en FESCO C s'emploie en un lit d'épaisseur 40 à 120 mm
- Les panneaux s'emploient en un ou 2 lits d'épaisseur maximale totale de 280 mm.
- L'épaisseur minimale des panneaux en un lit unique est de 60 mm.
- L'épaisseur maximale des panneaux en un lit unique est de 140 mm.
- L'épaisseur total du procédé ne doit pas dépasser les 300mm

Il présente une caractéristique de contraintes admissibles sous charge maintenue de 36 kPa pour les épaisseurs allant de 80 mm à 280 mm évaluée dans le cadre du procédé ROOF-SOLAR BITUME TAN GP ROOFALTEO - Plat.

4.3.3 Tôle d'acier nervuré

La tôle d'acier nervurée (*dans la suite, "tôle d'acier nervurée" est abrégé par "TAN"*), utilisée dans le procédé ROOF-SOLAR BITUME TAN GP ROOFALTEO – Plat, d'épaisseur nominale 0,75 mm ou 1,00 mm et de nuance d'acier S350GD selon la norme NF EN 10346, est fabriquée et fournie directement par la société BACACIER. Sa dénomination commerciale est :

- ROOFALTEO 106.750 Bitume

Elle est conforme au Cahier 3537_V2 du CSTB et à la norme NF P 34-401-2 et mise en œuvre comme décrit au § 6.4.2.1.

Se référer au **Tableau 10** pour les portées maximales d'utilisation de la TAN ROOFALTEO 106.750 Bitume pour des travées égales.

La TAN ROOFALTEO 106.750 Bitume est fabriquée à partir de bobines d'acier galvanisées ou prélaquées conformément aux normes :

- NF EN 10346 et NF P 34-310 lorsqu'elles sont galvanisées,
- NF P 34-301 et NF EN 10169 lorsqu'elles sont prélaquées.

4.3.4 Câbles de liaison équipotentielle des masses

Ils sont destinés à réaliser les connexions suivantes :

- entre les profils trapézoïdaux successifs
- entre les profils trapézoïdaux et la liaison des masses générales

Il s'agit de câbles de cuivre équipés de cosses cuivre de type « raccord vis-rondelle bimétal alu-cuivre-écrou ». Ils sont de section 6 mm² pour les deux premiers types de connexion, et de 25 mm² pour le troisième.

Les câbles de liaison équipotentielle des masses doivent présenter des sections adaptées à leur fonction et dans tous les cas des caractéristiques conformes aux guides C 15-712.

4.3.5 Chemin de câbles

Aucun câble et aucun connecteur ne doit reposer sur le revêtement d'étanchéité. Ils doivent reposer dans un chemin de câbles spécifique.

Ces chemins de câbles, définis par l'électricien, sont en fils d'acier inoxydables soudé (type CABLOFIL par exemple) adaptés au climat concerné. Le type de chemin de câbles ainsi que ses dimensions dépendent du nombre de câbles à cheminer. Les dimensions doivent être déterminées par l'électricien spécialisé. Il est nécessaire de prévoir un couvercle pour chaque chemin de câbles.

Ces chemins de câbles ne doivent pas reposer directement sur le revêtement d'étanchéité et sont donc mis en œuvre sur des supports.

4.3.6 Support de chemin de câbles

Les supports de chemin de câbles peuvent être les suivants (*cf. Figure 11*) :

- Un rail ROOF-SOLAR BITUME 150 mm

Rail de 150 mm de long liaisonné à l'étanchéité sur ses deux côtés.

- Des supports métalliques liaisonnés sur l'étanchéité

Omégas en tôles d'acier inoxydable AISI 304 pliées de dimensions 50mm x 50mm x 50mm x 150mm et d'épaisseur 1,2mm. Ces supports sont liaisonnés sur leurs deux côtés sur l'étanchéité à l'aide de bandes de feuilles bitumineuses soudées de la gamme IKO-AXTER. La mise en place de ces supports doit être faite par l'étancheur.

Les supports sont espacés de 1,5 m au maximum.

5 DISPOSITIONS DE CONCEPTION

5.1 GENERALITES

Le procédé est livré sur chantier avec sa notice de montage et une série de plans d'exécution spécifiques au projet considéré (*position des modules et rails*).

Le dimensionnement du procédé est intégralement effectué par le bureau d'étude DOME SOLAR avant chaque projet grâce aux informations fournies par l'installateur (*entraxe de panne, zone climatique du projet, positionnement du champ photovoltaïque...*).

À la suite de cette étude, des plans d'exécution de calepinage et de mise en œuvre du projet sont fournis par la société DOME SOLAR à l'installateur qui doit s'y conformer strictement.

La mise en œuvre du procédé ne peut être réalisée que pour le domaine d'emploi défini au §2

Les modules photovoltaïques peuvent être connectés en série, parallèle ou série/parallèle.

Ce procédé ne peut être utilisé que pour le traitement des toitures de formes simples, ne présentant aucune pénétration sur la surface d'implantation du procédé photovoltaïque.

Avant chaque projet, le devoir de conseil de l'installateur lui impose d'attirer l'attention du Maître d'ouvrage sur le fait que les TAN existantes sont systématiquement déposées et qu'une reconnaissance préalable de la toiture doit être réalisée à l'instigation du Maître d'ouvrage vis-à-vis de la tenue des fixations et de la toiture afin de vérifier la capacité de la charpente à accueillir le procédé photovoltaïque et que les charges admissibles du procédé sur la toiture ne sont pas dépassées du fait de la mise en œuvre du procédé.

Chaque mise en œuvre requiert une vérification des charges climatiques appliquées sur la toiture considérée, en tenant compte le cas échéant des actions locales (*au sens des NV65 modifiées*), au regard des contraintes maximales admissibles du procédé.

La mise en œuvre est prévue pour être exécutée sur des structures porteuses :

- en bois, conformément à la norme NF EN 1995-1-1/NA. Dans ce cas, les valeurs limites à prendre en compte pour les flèches sont celles figurant à l'intersection de la colonne "Bâtiments courants" et de la ligne "Éléments structuraux" du Tableau 7.2 de la clause 7.2(2) de la norme NF EN 1995-1-1/NA,
- en acier, conformément à la norme NF EN 1993-1-1/NA. Dans ce cas, les valeurs limites maximales à prendre en compte pour les flèches verticales sont celles de la ligne "Toiture en général" du Tableau 1 de la clause 7.2.1(1)B de la norme NF EN 1993-1-1/NA.

Les modules photovoltaïques doivent être installés de façon à ne pas subir d'ombrages portés afin de limiter les risques d'échauffement pouvant entraîner une perte de puissance et une détérioration prématurée des modules.

Dans les zones de toiture avec accumulation de neige au sens des NV 65 modifiées, il faut être attentif à ce que la charge de neige ne dépasse pas la charge admissible du procédé.

Comme tous les procédés comprenant des plaques métalliques utilisées en toiture, les ancrages des lignes de vie ne doivent pas être effectués dans les tôles d'acier nervurées mais dans la structure porteuse. De plus, le traitement des pénétrations ponctuelles engendrées par les potelets des lignes de vie doit se faire conformément aux NF DTU 43.3.

5.2 CARACTERISTIQUES DIMENSIONNELLES

Les caractéristiques dimensionnelles des modules sont données dans la grille de vérification des modules associée à cette Appréciation Technique d'Expérimentation. Elles respectent les critères génériques du § 2.1.

Le système de montage des modules photovoltaïques est modulaire. De ce fait, il permet d'obtenir une multitude de champs photovoltaïques.

Afin de faciliter le nettoyage et la maintenance des modules, il faut que la plus petite dimension du champ photovoltaïque ne dépasse pas la limite de 12 m.

Leurs caractéristiques dimensionnelles sont les suivantes :

Caractéristiques des champs photovoltaïques	
Poids au m² du sous-ensemble de l'installation (kg/m²) <i>(Sans isolant et sans revêtement d'étanchéité)</i>	13
Longueur du champ (mm)	$L \times N_b + 20 + (N_b - 1)$
Largeur de champ (mm)	$l \times N_b + 9 \times (N_b - 1)$

Tableau 5 : caractéristiques dimensionnelles champs photovoltaïques ROOF-SOLAR BITUME TAN GP ROOFALTEO - Plat

Avec :

Nb : le nombre de modules photovoltaïques dans le sens de la dimension calculée,

L : longueur du module photovoltaïque (mm),

l : largeur du module photovoltaïque (mm).

5.3 CARACTERISTIQUES SISMIQUES

La réglementation ne vise pas l'implantation des modules photovoltaïques en surimposé, conformément à l'arrêté du 22 octobre 2010 modifié, relatif à la classification et aux règles de construction parasismique applicables aux bâtiments de la classe dite "à risque normal".

5.4 CARACTERISTIQUES ELECTRIQUES

5.4.1 Conformité à la norme NF EN 61215

Les modules cadrés ont été certifiés conformes à la norme NF EN 61215.

5.4.2 Sécurité électrique

Les modules cadrés ont été certifiés conformes à la classe II de sécurité électrique selon la norme NF EN 61730.

5.4.3 Performances électriques

Les puissances électriques des modules sont validées par les normes NF EN 61215 et NF EN 61730. Dans les tableaux de la grille vérification des modules associée à cette Appréciation Technique d'Expérimentation, les performances électriques actuelles des modules ont été déterminées par flash test et ramenées ensuite aux conditions STC (*Standard Test Conditions : éclairement de 1 000 W/m² et répartition spectrale solaire de référence selon la norme CEI 60904-3 avec une température de cellule de 25 °C*).

5.5 SPECIFICATIONS ELECTRIQUES

5.5.1 Généralités

Les spécifications relatives à l'installation électrique décrites au Dossier Technique doivent être respectées.

La réalisation de l'installation doit être effectuée conformément aux documents suivants en vigueur : norme électrique NF C 15-100 et guides UTE C 15-712.

Les câbles électriques et les connecteurs ne doivent pas reposer dans les zones d'écoulement ou de rétention d'eau.

Tous les travaux touchant à l'installation électrique doivent être confiés à des électriciens habilités (cf. §.6.2).

Le nombre maximum de modules pouvant être raccordés en série est limité par la tension DC maximum d'entrée de l'onduleur tandis que le nombre maximum de modules ou de séries de modules pouvant être raccordés en parallèle est limité par le courant DC maximum d'entrée de l'onduleur. La tension maximum du champ photovoltaïque est aussi limitée par une tension de sécurité de 1 000 à 1 500 V (*liée à la classe II de sécurité électrique*).

5.5.2 Connexion des câbles électriques

Le schéma de principe du câblage est décrit en Figure 12.

Avant le montage des modules, il est conseillé de vérifier le bon fonctionnement électrique de chacun par une mesure de U_{∞} (tension de circuit ouvert).

- Liaison intermodules et module/onduleur

La connexion des modules se fait au fur et à mesure de la pose des modules et avant leur fixation les câbles doivent être attachés par des colliers de fixation aux rails ou passer dans des « Colliers Passe Câbles » (fabrication DOME SOLAR) clippés aux rails.

Aucun câble et aucun connecteur ne doit reposer sur le revêtement d'étanchéité. Pour ce faire, les câbles sont maintenus dans les colliers passe câbles en polyamide (cf. §4.2.6) ou dans des chemins de câbles ne reposant pas directement sur le revêtement d'étanchéité (cf. §4.3.5).

La liaison entre les câbles électriques des modules et les câbles électriques supplémentaires (pour le passage d'une rangée à une autre ou pour la liaison des séries de modules au circuit électrique) doit toujours se faire au travers de connecteurs mâles et femelles du même fabricant, de la même marque et du même type. Pour ce faire, il peut être nécessaire de confectionner, grâce à des sertisseuses spécifiques, des rallonges disposant de deux connecteurs de types différents. Un autocontrôle de la connexion de chaque module doit être effectué par l'installateur à l'avancement pour assurer la bonne connexion à chaque connecteur.

- Câbles de liaison équipotentielle des masses (**cf. Figure 13**)

La mise à la terre du champ photovoltaïque s'effectue en peigne en reliant, au fur et à mesure de la pose des composants :

- les rails ROOF-SOLAR BITUME par l'intermédiaire du CTR (Connecteur Terre / Rail) fabriqué par la société DOME SOLAR ou par l'intermédiaires de cosses à œil en cuivre avec rondelle bimétal et de vis autoperceuses en acier inox A2 sur le rail ROOF-SOLAR BITUME.
- les cadres des modules par l'intermédiaire :
 - o des Fixations Universelles MALT
 - o du CTM fabriqué par la société DOME SOLAR
 - o d'un système vis-écrou en acier inox A2 sur le cadre des modules photovoltaïques.

- Passage des câbles à l'intérieur du bâtiment

Le passage des câbles vers l'intérieur du bâtiment doit être réalisé sans rompre l'étanchéité. Selon la disposition de la toiture-terrasse, du bâtiment et l'implantation du champ photovoltaïque, il peut être réalisé soit :

- au niveau des traversées de toiture par l'intermédiaire de cosses de passage de câbles conformément au DTU 43.3 et Cahier 3537_V2 (**cf. Figure 14**),
- via une descente en façade dans une gaine technique ou un chemin de câbles.

Dans le cas où les câbles doivent cheminer hors du champ photovoltaïque, ils doivent être regroupés dans des chemins résistants aux UV et aux intempéries qui sont installés sur des supports conformément à la description énoncée au paragraphe 4.3.6 et aux prescriptions des documents en vigueur suivants : norme NF C 15-100 et guides UTE C 15-712 (limitation des boucles induites, cheminements spécifiques et distinct...).

La distance entre chacun des supports de chemin de câble ne peut excéder 1,50 m. Certains types de supports de chemin peuvent être mis en place par l'étancheur, sur demande de l'électricien. Leurs dimensions dépendent du nombre et de la section des câbles utilisés. Le nombre et l'emplacement de ces supports sont définis par le concepteur en concertation avec l'électricien en charge de la partie électrique de l'installation et en fonction des dimensions du chemin de câbles, de la pente et de leur aptitude à résister au vent.

L'installation photovoltaïque, une fois terminée, doit être vérifiée avant son raccordement à l'onduleur grâce à un multimètre : continuité, tension de circuit ouvert, ...

5.5.3 Cas d'une mise en œuvre de micro-onduleurs

Dans le cas de la mise en œuvre de micro-onduleurs, des fixations adaptées sont livrées par DOME SOLAR.

Il s'agit des fixations universelles sans le serreur universel. Elles viennent se clipper sur le haut du profil trapézoïdal du procédé. Elles sont le support direct des micro-onduleurs (**cf Figure 15**).

Elles sont constituées de trois pièces : une vis CHC M6, un écrou carré M6 et le « socle ». Ces pièces sont assemblées par la société DOME SOLAR et sont livrées en un seul bloc.

6 DISPOSITIONS DE MISE EN ŒUVRE

6.1 CONDITIONS PREALABLES A LA POSE

Les règles de mise en œuvre décrites au présent Dossier, dans la notice de pose et dans les plans d'exécution fournis par la société DOME SOLAR, doivent être respectées.

En cas d'éventuels imprévus il est nécessaire de contacter le Service d'Assistance Technique concernée (cf. §12).

La mise en œuvre, ainsi que les opérations d'entretien, de maintenance et de réparation du procédé photovoltaïque doivent être assurées par des installateurs agréés par la société DOME SOLAR.

6.2 COMPETENCES DES INSTALLATEURS

La mise en œuvre du procédé doit être assurée par des installateurs ayant été qualifiés, habilités au travail en hauteur et ayant été agréés par la société DOME SOLAR (cf. §11).

Les compétences requises sont les suivantes :

- La mise en œuvre du complexe isolant, du revêtement d'étanchéité et des rails est assurée par des entreprises d'étanchéité qualifiées.
- Compétences électriques avec les habilitations électriques adéquates, conformément à la norme UTE C18-510. Habilitation "BP" pour le raccordement des modules, habilitation "BR" requise pour le branchement aux onduleurs.

6.3 SECURITE DES INTERVENANTS

L'emploi de dispositifs de sécurité (*protections collectives, nacelle, harnais, ceintures, dispositifs d'arrêt...*) est obligatoire afin de répondre aux exigences en matière de prévention des accidents. Lors de la pose, de l'entretien ou de la maintenance, il est notamment nécessaire de mettre en place des dispositifs pour empêcher les chutes depuis la toiture selon la réglementation en vigueur (*par exemple, un harnais de sécurité relié à une ligne de vie fixée à la charpente*) ainsi que des dispositifs permettant la circulation des personnes sans appui direct sur les modules (*échelle de couvreur, ...*).

Ces dispositifs de sécurité ne sont pas inclus dans la livraison.

Les risques inhérents à la pose de modules photovoltaïques et les dispositions à prendre lors de la conception, de la préparation et de l'exécution du chantier sont décrits dans la fiche pratique de sécurité ED 137 publiée par l'INRS.

6.4 MISE EN ŒUVRE EN TOITURE

6.4.1 Calepinage et préparation de la toiture

Chaque affaire est étudiée par le Bureau d'Études de la société DOME SOLAR. Des plans spécifiques pour chaque chantier sont établis : ils constituent les règles et méthodes de pose et de fixation de tous les éléments du procédé pour le chantier en question. Ces "Plans DOME SOLAR" doivent être mis à la disposition des poseurs et être rigoureusement respectés lors de la mise en œuvre.

Indépendamment des zones comportant des ombres portées, les modules et leur système de montage doivent également être positionnés en respectant les zones de sécurité et de circulation requises en fonction de l'entretien de l'installation (*cf. Figure 16*).

Il ne doit pas y avoir pas de modules, ni de rails du système sur les zones identifiées ci-après :

- sur une distance minimale de 1 m en périphérie de toitures ;
- sur une distance minimale de 0,5 m en noue, de part et d'autre du fil d'eau et au pourtour des évacuations d'eaux pluviales ;
- sur une distance minimale de 0,9 m en périphérie d'équipements divers tels que des climatiseurs, pénétrations et ouvrages émergents tels que des lanternes, des cheminées, des joints de dilatation, des exutoires de fumées etc... et une distance libre de 0,90 m minimum pour y accéder ;
- sur une distance minimale de 0,25 m de part et d'autre de zones à rupture de pente (arrête faîtière par exemple).

Les champs photovoltaïques ne devront pas excéder 300 m². Au-delà, des chemins d'accès libres de tout module photovoltaïque devront être prévus.

Afin de faciliter l'entretien, accéder aux lanternes, exutoires de fumées, dispositions de ventilation mécanique contrôlée, antennes, enseignes, etc., les toitures photovoltaïques par nature inaccessibles, peuvent comporter des chemins de circulation (selon les DPM).

6.4.2 Pose du procédé

6.4.2.1 Mise en place du complexe isolant - étanchéité

En travaux neufs ou de réfections avec réfection complète du complexe avec les éléments cités au §4.3, y compris les tôles d'acier nervurées.

• Tôle d'acier nervurée :

De Marque BACACIER et de référence ROOFALTEO 106.750 Bitume, elle doit être conçue et mise en place de façon à respecter le tableau des portées maximales d'utilisation définis dans le présent document (**cf. Tableau 10**) pour des travées égales et sans que les ensembles "Rail" soient en zone de porte-à-faux.

Avec le procédé ROOF-SOLAR BITUME TAN GP ROOFALTEO - Plat, un renfort de couturage entre TAN (tous les 500 mm) et une fixation complète (toute nervure fixée sur chaque appui) avec ou sans plaquettes conformes au chapitre 4.4 du CPT 3537_V2 sont nécessaires. La mise en œuvre par clou a scellement est exclue.

La valeur de résistance à l'arrachement des assemblages du profil sur la structure doit vérifier la relation suivante, cette dernière tient compte des particularités de transmission des charges propres au système ROOF SOLAR BITUME TAN GP ROOFALTEO - Plat :

$$1,25 \times L (1,75 \times S_{ext} - (g + p + p_{PV})) \times e \leq P_k / \gamma_m$$

où :

- L (m) : est la portée des tôles d'acier nervurées (entraxe des appuis)
- S_{ext} (daN/m²) est la dépression due au vent normal (selon Règles V 65 avec modificatif n° 4 de février 2009) en partie courante et en rives (vent perpendiculaire aux génératrices)
- 1,75 coefficient passage normal à extrême
- g (daN/m²) est le poids propre des TAN
- p (daN/m²) est la charge permanente (isolant + étanchéité + protection éventuelle)
- p_{PV} (daN/m²) est la charge permanente appliquée par le système d'intégration sur le profil
- e (m) est l'entraxe de nervures
- P_k (daN) : résistance caractéristique à l'arrachement des assemblages, déterminée conformément à la norme NF P 30-314
- γ_m est le coefficient de matériau, dont la valeur varie en fonction de la nature de l'élément porteur et de l'utilisation ou non de plaquettes.

	Support acier > 3mm	Support acier ≥ 1,5mm et ≤ 3mm, bois
Avec plaquettes	$\gamma_m = 1,20$	$\gamma_m = 1,35$
Sans plaquettes	$\gamma_m = 1,50$	$\gamma_m = 2,50$

Tableau 6 : coefficient matériau, choix des fixations à l'ossature

• Pare-vapeur :

Il est mis en œuvre conformément aux prescriptions du DTA 5.2/18-2630_V3 du revêtement IKO DUO ACIER. En particulier, le tableau 1 de ce DTA précise les pare-vapeurs possibles pour chaque configuration. Le choix de la mise en œuvre du pare-vapeur se fait conformément au DTU 43.3 amendement A1.

• **Panneaux ROCKACIER C NU :**

Les panneaux Rockacier C Nu sont disposés en quinconce, jointifs, et préalablement fixés mécaniquement sur l'élément porteur.

Le joint filant est perpendiculaire aux nervures des Tôles d'Acier Nervurées.

Les panneaux Rockacier C Nu de format 1200 x 1000 mm, 2400 x 600 mm ou 2400 x 1200 mm sont posés :

- En un lit d'épaisseur 100 à 160 mm
- En 2 lits sur un premier lit de Rockacier C Nu pour une épaisseur totale maximale de 260mm. Le deuxième lit de panneaux est disposé en quinconce, par rapport au premier lit, le lit de plus grande épaisseur étant disposé en premier sur la TAN.

Les panneaux sont fixés par au moins

- 1 attelage de fixation central et solide au pas par panneau de dimensions 1200 x 1000 mm
- 2 attelages de fixation central et solide au pas par panneau de dimensions 2400 x 600 mm et 2400 x 1200 mm

• **Panneaux Rockacier C Nu Energy**

Les panneaux Rockacier C Nu Energy sont disposés en quinconce, jointifs, et préalablement fixés mécaniquement sur l'élément porteur.

Le joint filant est perpendiculaire aux nervures des Tôles d'Acier Nervurées.

Les panneaux Rockacier C Nu Energy de format 1200 x 1000 mm sont posés :

- En un lit d'épaisseur 80 à 200 mm
- En 2 lits sur un premier lit de Rockacier C Nu Energy pour une épaisseur totale maximale de 260mm. Le deuxième lit de panneaux est disposé en quinconce, par rapport au premier lit, le lit de plus grande épaisseur étant disposé en premier sur la TAN.

Les panneaux sont fixés par au moins 1 attelage de fixation central et solide au pas par panneau.

• **Panneaux SmartRoof C (37) :**

En 1 lit d'épaisseur allant de 100 mm à 200 mm de la référence SmartRoof C (37), les panneaux sont disposés en quinconce, jointifs et préalablement fixés à l'élément porteur.

Dans le cas d'une pose 2 lits, sur un premier lit de SmartRoof C et pour une épaisseur totale maximale de 260mm, les panneaux sont posés face supérieure au-dessus et les panneaux des lits supérieurs sont disposés en quinconce, par rapport au lit inférieur.

Lors de la pose du premier lit, le joint filant sera perpendiculaire aux nervures des Tôles d'Acier Nervurées.

Les panneaux sont fixés préalablement par au moins :

- 1 fixation centrale solide au pas pour les panneaux 1000 x 1200 mm
- 2 fixations centrales solides au pas pour des panneaux 1000 x 2000 mm et 600 x 2400 mm

• **Panneaux Panotoit Tekfi 2**

Les panneaux Panotoit Tekfi 2 sont disposés en quinconce et fixés à l'élément porteur.

La ligne continue des joints entre panneaux doit être perpendiculaire aux nervures des Tôles d'Acier Nervurées.

Les panneaux Panotoit Tekfi 2 de dimensions 1200 mm x 800 à 1800 mm sont posés :

- En un lit d'épaisseur 80 mm à 160 mm
- En 2 lits sur un premier lit de Panotoit Tekfi 2 pour une épaisseur totale maximale de 260mm. Le deuxième lit de panneaux est disposé en quinconce, par rapport au premier lit.

Les panneaux sont fixés préalablement par au moins :

- 1 fixation centrale solide au pas pour les panneaux de longueur ≥ 800 mm et ≤ 1500 mm
- 2 fixations centrales solides au pas pour des panneaux de longueur > 1500 mm et ≤ 1800 mm

• Panneaux Powerdeck+ sans écran thermique :

Les panneaux POWERDECK+ sont fixés à l'élément porteur à l'aide de vis ou de rivets et de plaquettes de répartition. Les joints entre panneaux doivent être décalés dans un sens (pose en quinconce). Les joints alignés sont ceux correspondant au plus long côté et sont perpendiculaires aux nervures des tôles d'acier.

Les panneaux Powerdeck+ de dimensions 2 500 x 1 200 mm ou 1200 x 1000mm sont posés :

- En un lit d'épaisseur 80 mm à 140 mm
- En 2 lits sur un premier lit de Powerdeck+ pour une épaisseur totale maximale de 280mm. Lorsqu'ils sont posés en deux lits, les joints des deux lits successifs sont décalés.

Les panneaux sont fixés préalablement par au moins :

- 4 fixations solide au pas ou non, par panneaux de 1 200 mm x 1 000 mm
- 6 fixations solide au pas ou non, par panneaux de 2 500 mm x 1 200 mm

En cas de pose en deux lits, le premier lit de POWERDECK+ reçoit une fixation centrale par panneau.

• Panneaux Powerdeck+ avec écran thermique :

Les panneaux sont fixés à l'élément porteur à l'aide de vis ou de rivets et de plaquettes de répartition. Ils sont posés en quinconce et jointifs, les joints alignés sont ceux correspondant au plus long côté et sont perpendiculaires aux nervures des tôles d'acier.

Les joints des lits successifs sont décalés et les panneaux des lits inférieurs sont posés avec une fixation centrale par panneau, dans l'attente de fixation du dernier lit.

Les panneaux Powerdeck+ de dimensions 2 500 x 1 200 mm ou 1200 x 1000mm avec écran thermique Fesco C de dimension 1200 x 1000 mm sont posés :

- Pour le lit inférieur d'un écran thermique en panneaux à bords droits de perlite expansée fibrée de plage d'épaisseur de 40 mm à 120 mm nervure est supérieure à 70 mm et inférieur ou égale à 160 mm
- Pour le lit intermédiaire : d'un ou deux lits de panneaux de POWERDECK+ d'épaisseur allant de 30 mm à 140 mm.

L'épaisseur total du procédé ne doit pas dépasser les 300mm

Les panneaux sont fixés préalablement par au moins :

- L'écran thermique reçoit une fixation centrale solide au pas ou non par panneau ;
- En lit unique : les panneaux de POWERDECK+ sont fixés à raison de 4 fixations solide au pas ou non par panneaux de 1 200 mm x 1 000 mm et de 6 fixations solide au pas ou non par panneaux de 2 500 mm x 1 200 mm (voir figures 2 et 2 bis) ;
- En cas de pose en deux lits, le premier lit de POWERDECK+ reçoit une fixation centrale solide au pas ou non par panneau et le deuxième lit est fixé mécaniquement comme en lit unique.

• Première couche IKO DUO ACIER F/G :

Le déroulement des feuilles de première couche IKO DUO ACIER F/G se fait perpendiculairement aux nervures du bac. Celles-ci sont déroulées, positionnées et soudées à recouvrement longitudinal de 10 cm.

Les recouvrements transversaux d'about de lés sont d'au moins 10 cm soudés en plein.

Le système de référence pour l'attelage de fixation de la première couche est constitué de vis « EVDF 0,8 TP12 » : Ø 4,8 mm, longueur 80 mm et de plaquettes « 40x40 Ac Ga » : dimensions 40 x 40 mm, épaisseur 0,8 mm (**cf. Figure 17**) avec $P_{ksr} = 152 daN$. Les fixations doivent obligatoirement être de type solide au pas pour les isolants en laine de roche.

L'axe des fixations est matérialisé par un lignage sur la bande de recouvrement à 40 mm du bord. Les lés sont fixés :

- En lisière longitudinale : une fixation par plage avec un maximum de 25 cm entre fixations,
- En lisière transversale : 3 fixations supplémentaires en pied de relief. Ces fixations n'entrent pas en ligne de compte pour le calcul de la densité des fixations (cf. § 4.3.1 du présent document).

- Seconde couche IKO DUO ACIER 3000 FEU L4 AR/F :

La pose de la seconde couche autoprotégée soudée en plein sur le IKO DUO ACIER 3000 FEU L4 AR/F, à joints décalés, ou croisés. Les recouvrements longitudinaux ainsi que les recouvrements transversaux doivent respecter les préconisations de pose du DTA 5.2/18-2630_V3.

- Relevés d'étanchéité :

Les relevés sont à réaliser conformément au DTA 5.2/18-2630_V3.

- Mise hors d'eau en fin de journée et en cas d'intempéries :

À cet effet, il faudra impérativement respecter les préconisations décrites dans le DTA 5.2/18-2630_V3 IKO DUO ACIER à savoir :

En fin de journée ou en cas d'arrêt inopiné pour cause d'intempéries, l'ouvrage et la couche isolante sont mis hors d'eau comme suit : Une bande de feuille de 1ère couche est soudée sur l'élément porteur et sur le revêtement de partie courante. Les équerrés de renfort sont soudés en périphérie sur la couche de revêtement en place.

Il convient de veiller à ce que l'eau ait toujours la possibilité de s'évacuer sans accumulation.

6.4.2.2 *Mise en place des ensembles « Rail » ROOF-SOLAR BITUME*

La mise en place des Rails ROOF-SOLAR BITUME doit impérativement être réalisée par un étancheur agréé par la société DOME SOLAR et soudé perpendiculairement aux nervures des TAN.

Il est nécessaire de respecter le plan de calepinage fourni par DOME SOLAR lors du traçage des rails.

L'implantation des modules et des rails du système doit respecter les exigences du paragraphe 6.4.1.

La pose des rails doit être réalisé dans **un délai maximum de 1 an** après la pose du complexe d'étanchéité. Dans la mesure où les rails ne seraient pas soudés dans la foulée et avant la fin de la période de 1 an après la mise en œuvre de l'étanchéité, alors l'autoprotection doit être brossée et les résidus évacués (cf. DTU 43.5).

- **Traçage**

L'emplacement des Rails doit être repéré par traçage au cordeau ou autre moyen sur le revêtement d'étanchéité conformément aux informations fournies – sur le plan de calepinage d'exécution - calepinage des Rails ROOF-SOLAR BITUME établi par DOME SOLAR.

La distance entre 2 rails consécutifs situés sur une même ligne est de $l-591 \text{ mm } [+/-10 \text{ mm}]$ (avec l : largeur du module photovoltaïque). La distance entre 2 rails consécutifs adjacents est au minimum de $L-1020 \text{ mm } [+/-10 \text{ mm}]$ et au maximum de $1040 \text{ mm } [+/-10 \text{ mm}]$ (avec L : longueur du module photovoltaïque).

Le quadrillage obtenu lors de ce tracé sur la zone du champ photovoltaïque permet de positionner les rails : l'emplacement de l'extrémité de chaque rail est matérialisé par l'intersection des lignes tracées (**cf. Figure 18**).

Les rails sont ensuite disposés aux endroits repérés et les pourtours des bandes de maintien sont marqués sur le revêtement d'étanchéité à l'aide d'une spatule.

- **Soudure des bandes de maintien des rails**

Une fois les emplacements des rails repérés, il est impératif de préparer l'adhésion des bandes de maintien au revêtement d'étanchéité.

La surface ardoisée du revêtement d'étanchéité IKO DUO ACIER 3000 FEU L4 AR/F est noircie localement à l'intérieure des zones définies par le pourtour des bandes de maintien repérées préalablement. Le noircissement du revêtement d'étanchéité est effectué à la flamme de chalumeau et à l'aide d'une spatule pour noyer les paillettes d'ardoises dans le revêtement d'étanchéité.

Les bandes de maintien de chaque rail doivent alors être soudées en plein au chalumeau sur les zones noircies (**cf. Figure 19**).

6.4.2.3 Mise en place des Fixations Universelles MALT et Fixations Extérieures

La mise en place des fixations dites « Extérieures » (en extrémité haute et basse du champ photovoltaïque) et Universelles MALT (en plein champ Photovoltaïque) se fait par simple clipsage de leur socle sur le rail. Elles doivent être centrées sur les rails avec une tolérance de +/-10mm.

Ces fixations doivent être posées selon les plans fournis par la société DOME SOLAR.

Il faudra apporter un soin tout particulier quant à l'alignement de ces Fixations Extérieures en bas de générateur d'une colonne à l'autre de rail.

6.4.2.4 Mise en place du CTR Bas de générateur

La mise en place des CTR bas de générateur doit être effectuée sur toutes les premières rangées de colonnes (bas de champ) contre toutes les Fixations Extérieures.

La vis pointeau inférieure du CTR bas de générateur doit être serrée à 3 N.m.

6.4.2.5 Mise en place du CTR

La mise en place des CTR est effectuée en serrant la vis pointeau inférieure sur le rail à 3 N.m.

6.4.2.6 Mise en place du CTM

La mise en place des CTM est effectuée en serrant la vis pointeau sur le retour du cadre du modules photovoltaïque à 3 N.m.

6.4.2.7 Mise en place du Collier Passe Câbles

La mise en place des Colliers Passe Câbles se fait par simple clipsage sur le rail.

6.4.2.8 Mise en place des modules photovoltaïques (cf. Figure 20)

À la suite de la mise en place des Universelles MALT et Extérieures, il convient de mettre en place les modules photovoltaïques.

Il est impératif qu'aucun module photovoltaïque ne soit mis en œuvre sur des zones à rupture de pente ou sur un joint de dilatation.

Les modules photovoltaïques doivent être mis en œuvre de façon à positionner leurs plus grandes longueurs perpendiculairement aux rails ROOF-SOLAR BITUME.

Dans le sens de la longueur du rail, il convient que la mise en place des modules photovoltaïques soit conforme à la description de la Figure 21.

7 UTILISATION, ENTRETIEN ET REPARATION

7.1 GENERALITES

La continuité de la liaison équipotentielle des masses du champ photovoltaïque doit être maintenue, même en cas de maintenance ou de réparation.

En présence d'un rayonnement lumineux, les modules photovoltaïques produisent du courant continu et ceci sans possibilité d'arrêt. La tension en sortie d'une chaîne de modules reliés en série peut rapidement devenir dangereuse ; il est donc important de prendre en compte cette spécificité et de porter une attention particulière à la mise en sécurité électrique avant toute intervention menée sur de tels procédés.

L'installateur doit recommander de réaliser l'entretien et la maintenance en s'inspirant de la norme NF EN 62446-2:2020.

En cas de bris de glace ou d'endommagement d'un module photovoltaïque, un bâchage efficace doit être assuré et un remplacement de ce module défectueux réalisé dans les plus brefs délais.

Les interventions sur le procédé doivent être réalisées dans le respect du code du travail et notamment de la réglementation sur le travail en hauteur.

En cas d'intervention sur le procédé photovoltaïque nécessitant la dépose d'un module photovoltaïque, la procédure de déconnexion et de reconnexion électrique appliquée lors du remplacement d'un module doit être respectée (cf. § 7.4).

Il est impératif que les opérations de maintenance et de réparation soient effectuées par des intervenants qualifiés et habilités. Ces opérations requièrent des compétences en électricité et en toiture étanchée (cf. § 6.2). L'entretien des toitures est celui décrit par le DTU 43.5, le DTU 43.3 et Cahier 3537_V2. Dans ce cas de toiture concernée par la production d'électricité, le maître d'ouvrage doit opter pour un contrat d'entretien : au minimum une visite semestrielle et maintenance éventuelle afin de contrôler l'état des modules photovoltaïques, l'état de l'étanchéité et des connexions électriques. Il convient notamment de retirer les modules des zones des éventuels objets pouvant créer des ombrages même partiels. Le contrat d'entretien peut être confié à l'entreprise qui a réalisé l'ouvrage ou toute entreprise agréée par la société DOME SOLAR.

7.2 MAINTENANCE DU CHAMP PHOTOVOLTAÏQUE

Dans le cadre de l'entretien de la toiture au moins une fois par semestre, sinon selon les conditions environnementales du bâtiment d'implantation :

- Vérifier visuellement l'état d'encrassement des modules. Si ceux-ci sont sales, les nettoyer avec de l'eau à l'aide d'un arrosoir ou un jet d'eau dont la pression maximale est la pression d'eau du réseau domestique.
- Vérification de l'étanchéité par un étancheur : Vérifier le bon état des différents éléments composant le système d'étanchéité, la libre circulation de l'eau au niveau des évacuations pluviales, des chéneaux, des noues.
- Vérification du câblage par un électricien habilité.
- Vérification des fixations par un étancheur et/ou un électricien : vérifier la présence et la tenue de l'ensemble de la visserie

• .

7.3 MAINTENANCE ELECTRIQUE

Si, tenant compte de l'ensoleillement réel, une baisse mesurable de la production d'une année sur l'autre est observée, il convient de faire vérifier le bon fonctionnement de l'onduleur et des modules individuellement par un électricien habilité.

7.4 REMPLACEMENT D'UN MODULE

En cas de bris de glace ou d'endommagement d'un module photovoltaïque, il convient de le faire remplacer en respectant la procédure suivante :

- Avant toute intervention sur le champ photovoltaïque concerné, procéder à la déconnexion de l'onduleur en ouvrant le disjoncteur AC placé entre l'onduleur et le compteur de production électrique. Puis, déconnecter la toiture photovoltaïque en enclenchant le sectionneur DC, placé entre les capteurs photovoltaïques et l'onduleur.
- Démontez les modules photovoltaïques dans l'ordre inverse de la notice de montage puis débranchez les câbles électriques du module.
- Lors du démontage, il conviendra de porter une attention particulière à la qualité d'isolement des connecteurs débranchés afin d'éviter tout contact entre eux ou avec toute autre pièce métallique (cadre module, Rail ROOF-SOLAR BITUME, ...)
- Le montage du module de remplacement est réalisé conformément au présent dossier technique, plans fournis par DOME SOLAR lors de l'installation, et de la notice de montage du procédé.
- Mesurer la tension de série des capteurs photovoltaïques pour vérifier sa conformité par rapport à la plage d'entrée de l'onduleur. Procéder à la connexion du champ photovoltaïque en enclenchant le sectionneur DC et en reconnectant le disjoncteur AC de l'onduleur vers le réseau.

7.5 REMPLACEMENT D'UN ENSEMBLE RAIL

Dans la zone concernée, retirer les modules conformément à la description du paragraphe 7.4.

L'ensemble Rail doit être arraché de la manière suivante :

- chauffer la bande de maintien en périphérie,
- avec une spatule soulever la partie chauffée de la bande de maintien,
- à l'aide de la flamme du chalumeau, chauffer de nouveau sous la bande de maintien et soulever en même temps le rail afin de désolidariser entièrement la bande de maintien du revêtement d'étanchéité apparent,
- répéter l'opération pour la deuxième bande de maintien du rail.

Le rail doit être remplacé conformément au présent Dossier Technique après avoir reconstitué le revêtement d'étanchéité conformément au DTA du revêtement d'étanchéité IKO DUO ACIER.

8 TRAITEMENT EN FIN DE VIE

Conformément à l'article L. 541-10 du Code de l'Environnement, à la directive 2012/19/UE relative aux déchets d'équipements électriques et électroniques et au décret n°2014-928 du 19 août 2014, les producteurs de modules photovoltaïques, dans le cadre de la Responsabilité Élargie des Producteurs, pourvoient ou contribuent à la collecte des déchets d'équipements électriques et électroniques ménagers au prorata des équipements qu'ils mettent sur le marché. L'article R. 543-180.-I. du Code de l'Environnement et l'arrêté du 8 octobre 2014 prévoient qu'en cas de vente d'un équipement, le distributeur de modules photovoltaïques reprend gratuitement ou fait reprendre gratuitement pour son compte les équipements usagés dont le consommateur se défait, dans la limite de la quantité et du type d'équipement vendu.

9 FABRICATION ET CONTROLES

9.1 MODULES PHOTOVOLTAÏQUES

La fabrication des modules photovoltaïques a été examinée dans le cadre de la vérification des modules. Les informations principales (*site(s) de fabrication, certification ISO 9001, tolérance sur le flash-test, mesure(s) par électroluminescence, inspection finale*) sont données dans la grille de vérification des modules associée à cette Appréciation Technique d'Expérimentation.

9.2 COMPOSANTS DE LA STRUCTURE SUPPORT

La société DOME SOLAR est certifiée ISO 9001:2015 depuis février 2018.

En aucun cas, une livraison directe entre le fournisseur de DOME SOLAR et le client final ne pourrait avoir lieu.

La détection de pièces décrites ci-après non conformes génère systématiquement un retour d'information écrit auprès des fournisseurs demandant la correction de l'anomalie, dans le cadre d'une amélioration continue. Les pièces non conformes sont retirées des stocks et envoyées en filière de recyclage.

9.2.1 Ensemble rail

Les profils trapézoïdaux et les ailettes sont extrudés en longueur de 4,82m par la société E-MAX PROFILES en Belgique, certifiée ISO 9001:2008.

La société DOME SOLAR est propriétaire des filières concernées.

Une série de contrôles (visuels et dimensionnels) est faite tout au long de l'extrusion et des certificats matières sont systématiquement fournis à DOME SOLAR.

Ces profilés sont ensuite usinés par L'ATELIER DU PLANTY (85), afin d'obtenir des longueurs de 60 cm. Cette société vérifie la qualité de la marchandise reçue, puis usine et conditionne de façon standardisée. Une série de contrôles (visuels et dimensionnels) est faite tout au long de l'usinage des pièces.

Les pièces sont livrées chez DOME SOLAR et contrôlées à réception.

Les bandes de maintien sont livrées en bobineaux par la société IKO-AXTER en rouleaux de 14,3 cm de largeur et 8,4 m de longueur chez A2F Alu 33 en France. Ces bobineaux sont ensuite découpés par A2F Alu 33 en 14 bandes de 60 cm de longueur avec une machine adaptée pour ce process.

Les bandes de maintien sont livrées chez DOME SOLAR et contrôlées à réception.

L'assemblage des ensembles Rails est réalisé chez DOME SOLAR selon une fiche de fabrication. Plusieurs contrôles (visuels et dimensionnels) sont réalisés tout au long du processus avec des outils de mesures.

L'ensemble rail (profil trapézoïdal + ailettes + bandes de maintien) est systématiquement livré assemblé chez le client final.

9.2.2 Fixations Universelles MALT et Fixations Extérieurs de Finition

Les profilés constituant les fixations (socle, serre universelle, mâchoire bride de serrage, base bride de serrage) sont extrudés en longueur de 4,82m par la société E-MAX PROFILES en Belgique, certifiée ISO 9001:2008.

La société DOME SOLAR est propriétaire des filières concernées.

Une série de contrôles (visuels et dimensionnels) est faite tout au long de l'extrusion et des certificats matières sont systématiquement fournis à DOME SOLAR.

Ces profilés sont ensuite usinés par L'ATELIER DU PLANTY (85), afin d'obtenir des longueurs de 50 mm. Cette société vérifie la qualité de la marchandise reçue, puis usine et conditionne de façon standardisée. Une série de contrôles (visuels et dimensionnels) est faite tout au long de l'usinage des pièces. Les pièces sont livrées chez DOME SOLAR et contrôlées à réception.

L'assemblage des Fixations Universelles MALT et des Fixations Extérieures est fait chez DOME SOLAR selon une fiche de fabrication et plusieurs contrôles sont réalisés tout au long du processus. Il s'agit de contrôles visuels et ensuite, de contrôles spécifiques réalisés avec des outils de mesures.

Un contrôle est effectué lors de la réception des marchandises usinées, par le magasinier de DOME SOLAR sur l'aspect (propreté de l'usinage, perçage, ébavurage et graissage) et contrôle du quantitatif livré (Tolérance quantitatif : $\pm 10\%$).

Des points de contrôle sur les pièces sont vérifiés par le magasinier afin qu'elles soient en accord avec les tolérances inscrites sur les plans des pièces.

Les Fixations Universelles MALT et Fixations Extérieures sont systématiquement livrées assemblées chez le client final.

9.2.3 CTR, CTR bas de générateur et CTM

Les profilés constituant les CTR, CTR bas de générateur et CTM (profil CTR, profil CTM) sont extrudés en longueur de 4,82m par la société E-MAX PROFILES en Belgique, certifiée ISO 9001:2008.

La société DOME SOLAR est propriétaire des filières concernées.

Une série de contrôles (visuels et dimensionnels) est faite tout au long de l'extrusion et des certificats matières sont systématiquement fournis à DOME SOLAR.

Ces profilés sont ensuite usinés par L'ATELIER DU PLANTY (85), afin d'obtenir des longueurs de 15 mm. Cette société vérifie la qualité de la marchandise reçue, puis usine et conditionne de façon standardisée. Une série de contrôles (visuels et dimensionnels) est faite tout au long de l'usinage des pièces.

Les pièces sont livrées chez DOME SOLAR et contrôlés à réception.

L'assemblage des CTR, CTR bas de générateur et CTM est fait chez DOME SOLAR et plusieurs contrôles sont réalisés tout au long du processus. Il s'agit de contrôles visuels et ensuite, de contrôles spécifiques réalisés avec des outils de mesures.

Les CTR, CTR bas de générateur et CTM sont systématiquement livrées assemblées chez le client final.

9.2.4 Collier Passe Câbles

Les Colliers Passe Câbles sont fabriqués par la société PLASTISEM (59). Ils sont traités anti-UV. Les pièces sont livrées chez DOME SOLAR et contrôlés à réception

9.3 ISOLANT

L'isolant ROCKACIER C NU et C NU ENERGY sont fabriqués par la société ROCKWOOL conformément à leur DTA.

L'isolant SmartRoof C (37) est fabriqué par la société KNAUF conformément à son DTA.

L'isolant Panotoit Tekfi 2 est fabriqué par la société SAINT-GOBAIN ISOVER conformément à son DTA.

L'isolant POWERDECK+ est fabriqué par la société RECTICEL Insulation conformément à son DTA.

L'isolant FESCO C est fabriqué par la société SITEK INSULATION SASU conformément à son DTA.

9.4 REVETEMENT D'ETANCHEITE

Le revêtement d'étanchéité est fabriqué par la société IKO-AXTER conformément à la description de son DTA 5.2/18-2630_V3.

9.5 TOLE D'ACIER NERVURE

La TAN ROOFALTEO 106.750 Bitume est fabriquée par la société BACACIER sur son site de production d'Aigueperse (63) à partir de bobines d'acier galvanisées ou prélaquées conformément aux normes :

- NF EN 10346 et NF P 34-310 lorsqu'elles sont galvanisées,
- NF P 34-301 et NF EN 10169 lorsqu'elles sont prélaquées.

10 CONDITIONNEMENT, ETIQUETAGE, STOCKAGE

10.1 MODULES PHOTOVOLTAÏQUES

Les modalités de conditionnement (nombre de modules par emballage, nature de l'emballage, position des modules, séparateurs entre modules) des modules sont indiquées dans la grille de vérification des modules associée à cette Appréciation Technique d'Expérimentation.

Les modules conditionnés ensemble sont obligatoirement de la même nature et de la même puissance.

Le module est lui-même identifié par un étiquetage conforme à la norme NF EN 50380.

Sauf spécificité du fabricant indiquée dans la grille de vérification des modules associée à cette Appréciation Technique d'Expérimentation, le stockage sur chantier s'effectue au sec, sous abri.

10.2 ENSEMBLE "SUPPORT"

10.2.1 Ensemble rail

Les ensembles rails sont emballés en « palette » (100cm x 120cm) sur lesquelles sont collées des étiquettes indiquant la référence du chantier et le quantitatif.

10.2.2 Fixations universelles MALT

Les Fixations Universelles MALT sont emballées par 80 (quatre-vingts) dans des cartons de dimension 40 x 30 x 20 cm (longueur x largeur x hauteur). Ces cartons sont posés sur une palette bois puis filmés et étiquetés avec la référence du chantier.

10.2.3 Fixations extérieures de finition

Les Fixations Extérieures de finition sont emballées par 60 (soixante) dans des cartons de dimension 40 x 30 x 20 cm (longueur x largeur x hauteur). Ces cartons sont posés sur une palette bois puis filmés et étiquetés avec la référence du chantier.

10.2.4 CTR et CTR bas de générateur

Les CTR et CTR bas de générateur, sont emballées par 50 (cinquante) dans des sachets et puis mis en cartons de dimension 40 x 30 x 20 cm (longueur x largeur x hauteur) à raison de 10 sachets. Ces cartons sont posés sur une palette bois puis filmés et étiquetés avec la référence du chantier.

10.2.5 CTM

Les CTM, sont emballées par 50 (cinquante) dans des sachets et puis mis en cartons de dimension 40 x 30 x 20 cm (longueur x largeur x hauteur) à raison de 10 sachets. Ces cartons sont posés sur une palette bois puis filmés et étiquetés avec la référence du chantier.

10.2.6 Collier passe câble

Les Colliers Passe Câble sont emballés par 300 dans des cartons de dimension 40 x 30 x 20 cm (longueur x largeur x hauteur). Ces cartons sont posés sur une palette bois puis filmés et étiqueté avec la référence du chantier.

10.3 ISOLANT

L'isolant ROCKACIER C NU et C NU ENERGY sont conditionnés par la société ROCKWOOL conformément à leur DTA.

Les isolants SmartRoof C (37) sont conditionnés par la société KNAUF conformément à leur DTA.

L'isolant Panotoit Tekfi 2 est conditionné par la société SAINT-GOBAIN ISOVER conformément à son DTA.

L'isolant POWERDECK+ est conditionné par la société RECTICEL Insulation conformément à son DTA

10.4 REVETEMENT D'ETANCHEITE

Les rouleaux comportent trois adhésifs. Les rouleaux d'IKO DUO ACIER F/G mesurent 7 m x 1 m, les rouleaux d'IKO DUO ACIER 3000 FEU L4 AR/F mesurent 5,5m x 1m. Les rouleaux portent une étiquette précisant : la norme produit, marque commerciale, dimensions et le marquage CE.

Le poids maximum des rouleaux est de 25 kg.

Le nombre de rouleaux par palette est de 42.

10.5 TOLE D'ACIER NERVUREE

La TAN ROOFALTEO 106.750 Bitume est conditionnée en colis selon la commande du client. Chaque colis comporte un étiquetage précisant au minimum :

- le fabricant,
- le client,
- le numéro de commande,
- le poids,
- le nombre d'éléments,
- la longueur,
- l'épaisseur.

Le marquage CE de la TAN ROOFALTEO 106.750 Bitume est réalisé conformément à la norme NF EN 14782. L'arrêté du 19 Janvier 2007 fixe les modalités d'application de cette norme sur le marché Français.

Les colis de TAN sont stockés sur un calage, inclinés sur l'horizontale, tout en ménageant un espace avec le sol, en évitant tout risque de déformation permanente des plaques. Lors de la manipulation, il est conseillé de prendre des précautions pour ne pas détériorer les produits en adaptant l'écartement des fourches. L'approvisionnement en toiture respectera les dispositions prévues au chapitre 6.1.2 du DTU 43.3 P1-1.

11 FORMATION

La société DOME SOLAR impose systématiquement à ses clients, ainsi qu'au personnel sous-traitant de ces entreprises, une formation photovoltaïque théorique et pratique leur permettant d'appréhender les procédés photovoltaïques en général ainsi que le montage du procédé ROOF-SOLAR BITUME TAN GP ROOFALTEO - Plat.

Cette formation est réalisée en interne sur une plateforme dédiée, par un formateur qualifié. Elle est composée :

- d'une partie théorique, en salle avec explication de la technologie photovoltaïque et de la notice de montage du procédé,
- d'une partie pratique avec montage d'une partie de toiture photovoltaïque.

Chaque monteur reçoit une attestation nominative en fin de stage. La société DOME SOLAR tient à jour une liste d'entreprises agréées par ses soins. Cette liste est disponible auprès du service commercial de la société DOME SOLAR.

Les entreprises de mise en œuvre doivent bénéficier d'une qualification ou certification professionnelle délivrée par un organisme accrédité par le Cofrac ou tout autre organisme d'accréditation signataire de l'accord multilatéral pris dans le cadre de la coordination européenne des organismes d'accréditation. Cette qualification ou certification professionnelle doit correspondre aux types de travaux effectués, à la puissance de l'installation et, pour des projets relevant de l'obligation d'achat, respecter les critères fixés par l'arrêté tarifaire correspondant.

12 ASSISTANCE TECHNIQUE

La société DOME SOLAR est tenue d'apporter son assistance technique à toute entreprise installant son procédé et qui en fera la demande.

Chaque client reçoit systématiquement une assistance technique de la part de la société DOME SOLAR pour sa première installation photovoltaïque. Pour toute installation, la société DOME SOLAR propose une assistance technique pendant toute la durée du chantier. Elle est constituée d'ingénieurs du bureau d'études et de techniciens au fait du procédé et des techniques de montage.

La société assure ensuite sur demande une assistance technique téléphonique pour tous renseignements complémentaires.

Le service technique de la société DOME SOLAR assure une centralisation des remontées d'informations du chantier, quel que soit l'élément du complexe d'étanchéité. Il peut ainsi selon la complexité du sujet soit répondre directement à la problématique de l'installateur, soit solliciter les services techniques des sociétés BACACIER, ROCKWOOL, KNAUF, SAINT-GOBAIN ISOVER, RECTICEL et IKO-AXTER sur les parties TAN, isolant, étanchéité, avant de formuler un retour au client. Cette assistance technique est basée à Rezé en France (44).

13 MENTION DES JUSTIFICATIFS

13.1 RESULTATS EXPERIMENTAUX

- Les modules photovoltaïques ont été vérifiés par le CSTB selon les critères d'acceptation de la présente Appréciation Technique d'Expérimentation. La liste des références et les puissances sont indiquées dans la grille de vérification des modules en cours de validité, associée à cette Appréciation Technique d'Expérimentation.
- Les modules photovoltaïques ont été testés selon la norme NF EN 61215 : qualification de la conception et homologation des modules photovoltaïques. La charge à laquelle les essais de charge mécanique MQT 16 ont été réalisés doit être au moins égale à 5 400 Pa (charge d'essai).
- Les modules photovoltaïques ont été testés selon la norme NF EN 61730 et certifiés comme appartenant à la classe II de sécurité électrique jusqu'à une tension maximum de 1 000 à 1 500 V DC (cf. grille de vérification des modules associée à cette Appréciation Technique d'Expérimentation).
- Le procédé photovoltaïque a été testé par le CSTB selon la norme NF EN 12179 pour des essais de résistance à la pression du vent avec les modules de la grille de vérification associée à cette Appréciation Technique d'Expérimentation.
- La connexion électrique entre le profil trapézoïdal et le cadre de module PV par l'intermédiaire de Fixation Universelle MALT a été testée selon la norme CEI 60439-1 (2004) - §8.2.4.1 et la norme NF EN 60068-2-11 (1999) (rapport d'essais LCIE n 144301-691667).
- Le procédé photovoltaïque complet (ROOFALTEO 106.750 Bitume + ROCKACIER C Nu + DUO ACIER F/G+ DUO ACIER 3000 FEU AR/F + Système ROOF-SOLAR BITUME + modules photovoltaïques) a subi des essais de tenue au vent selon l'ETAG 006 version 2012 au CEBTP (rapport n° DEB 20-01815).
- Un essai de résistance au pelage de la « bande de maintien » sur la couche supérieure du revêtement (DUO ACIER 3000 FEU AR/F) état neuf et vieilli a été réalisé dans le laboratoire IKO-AXTER (CR n°15/15).
- Essai de stabilité dimensionnelle différentielle basé sur la norme NF EN 1107-1, entre le rail et la « bande de maintien » dans le laboratoire IKO-AXTER (CR 10/17).
- Tous les ensembles mécaniques du système ont été testés indépendamment selon la norme NF 30-310 au laboratoire du LNE (rapport d'essai P147460).
- La fixation extérieure et le CTR bas de générateur ont été testés au glissement au laboratoire du LNE (rapport d'essai P147460).
- Des essais de flexion ont été réalisés dans la station d'essai de BACACIER le tout supervisé par APAVE (rapport d'essai n°12806164-001-1 du 13 septembre 2022).
- Un modèle RDM de calcul croisé avec des essais mécaniques a été créé afin de définir les tableaux de charges (**cf. Tableau 10**) du présent dossier.
- Les différents essais de caractérisations des isolants sous charges maintenues sur support discontinu ont été fournis au CSTB.
- Le procédé photovoltaïque a été testé en fatigue sous chargement ascendant répété par le CSTC (rapport d'essai n° DE-GSFM-0.123 – GSFM-19-127).
- La fixation universelle MALT a été testée électriquement par le LCIE (rapport d'essai n° 171901-763355).

13.2 REFERENCES CHANTIERS

Le procédé ROOF-SOLAR BITUME TAN GP ROOFALTEO - Plat est fabriqué depuis 2017.

A ce jour aucune installation n'a été réalisée dans le cadre strict du procédé ROOF-SOLAR BITUME TAN GP ROOFALTEO - Plat.

14 ANNEXE DU DOSSIER TECHNIQUE

Note : Toutes les dimensions sont en millimètres (sauf indication contraire)

<i>Tableau 1 : fournisseurs procédé ROOF-SOLAR BITUME TAN GP ROOFALTEO - Plat</i>	5
<i>Tableau 2 : Prescriptions hygrométriques de la TAN ROOFALTEO 106.750 Bitume</i>	5
<i>Tableau 3 : domaine d'emploi charges ascendantes ROOF-SOLAR BITUME TAN GP ROOFALTEO - Plat</i>	7
<i>Tableau 4 : domaine d'emploi charges descendantes ROOF-SOLAR BITUME TAN GP ROOFALTEO - Plat</i>	7
<i>Tableau 5 : caractéristiques dimensionnelles champs photovoltaïques ROOF-SOLAR BITUME TAN GP ROOFALTEO - Plat</i>	16
<i>Tableau 6 : coefficient matériau, choix des fixations à l'ossature</i>	20
<i>Tableau 7 - Guide de choix des matériaux selon l'exposition atmosphérique</i>	33
<i>Tableau 8 - Zone de neiges et altitude acceptables selon les règles N84 pour les modules du groupe A *</i>	34
<i>Tableau 9 - Zone de neiges et altitude acceptables selon les règles N84 pour les modules du groupe B *</i>	34
<i>Tableau 10 - Tableau des portées d'utilisation du ROOFALTEO 106.750 Bitume. Sa pose doit être réalisée conformément au DTU 43.3 et au Cahier 3537_V2.</i>	35

Tableau 7 - Guide de choix des matériaux selon l'exposition atmosphérique

Matériau	Revêtement de finition sur la face exposée	Éléments du procédé concernés	Atmosphères extérieures							
			Rurale non polluée	Industrielle ou urbaine		Marine				Spéciale
				Normale	Sévère	20 km à 10 km	10 km à 3 km	Bord de mer* (<3km)	Mixte	
Aluminium de série supérieure à 6000	Anodisation 15 µm minimum	Cadre des modules photovoltaïques	•	•	□	•	•	□	□	□
Aluminium EN AW6060T6	Brut	Rails et Ailettes ROOF SOLAR BITUME	•	•	□	•	•	□	□	□
Acier Inoxydable A2	Brut	Vis de liaison A2	•	•	□	•	•	-	-	-
Acier Inoxydable A4	Brut	Vis de liaison A4	•	•	□	•	•	•	□	□
Aluminium EN AW6060T6	Brut	Bride de serrage fixation universelle	•	•	□	•	•	□	□	□
Aluminium EN AW6060T6	Brut	Base et mâchoire de Bride serrage de Fixation Extérieure de finition	•	•	□	•	•	□	□	□
Aluminium EN AW6060T6	Brut	Base et mâchoire de Fixation Universelle et de Fixation Extérieure de finition	•	•	□	•	•	□	□	□
Inox A2	Brut	Vis CHC M6 Ressort Rondelle MALT Écrou carré M6	•	•	□	•	•	-	-	-
Inox A4	Brut	Vis CHC M6 Ressort Rondelle MALT Écrou carré M6	•	•	□	•	•	•	□	□

Les expositions atmosphériques sont définies dans les annexes des normes NF P34-301, NF P24-351, DTU 40.36 et DTU 40.41

- : Matériau adapté à l'exposition
- : Matériau dont le choix définitif ainsi que les caractéristiques particulières doivent être arrêtés après consultation et accord du titulaire de l'Appréciation Technique d'Expérimentation.
- : Matériau non adapté à l'exposition
- * : à l'exception du front de mer

Tableau 8 - Zone de neiges et altitude acceptables selon les règles N84 pour les modules du groupe A *

Laine de Roche		Zone			
		A1/A2	B1/B2	C1/C2	D
Altitude* (m)	≤200	Oui	Oui	Oui	Non Admis
	300	Oui	Oui	Oui	Non Admis
	400	Oui	Oui	Non Admis	Non Admis
	500	Non Admis	Non Admis	Non Admis	Non Admis

Polyuréthane		Zone			
		A1/A2	B1/B2	C1/C2	D
Altitude* (m)	≤200	Oui	Oui	Oui	Oui
	300	Oui	Oui	Oui	Oui
	400	Oui	Oui	Oui	Oui
	500	Oui	Oui	Oui	Oui
	600	Oui	Oui	Oui	Non Admis
	700	Oui	Oui	Non Admis	Non Admis
	800	Non Admis	Non Admis	Non Admis	Non Admis

* Les altitudes mentionnées sont à considérer pour des ouvrages ne présentant pas de possibilités d'accumulation de neige.

Tableau 9 - Zone de neiges et altitude acceptables selon les règles N84 pour les modules du groupe B *

Laine de Roche		Zone			
		A1/A2	B1/B2	C1/C2	D
Altitude* (m)	≤200	Oui	Oui	Non Admis	Non Admis
	300	Oui	Oui	Non Admis	Non Admis
	400	Oui	Non Admis	Non Admis	Non Admis
	500	Non Admis	Non Admis	Non Admis	Non Admis

Polyuréthane		Zone			
		A1/A2	B1/B2	C1/C2	D
Altitude* (m)	≤200	Oui	Oui	Oui	Non Admis
	300	Oui	Oui	Non Admis	Non Admis
	400	Oui	Non Admis	Non Admis	Non Admis
	500	Non Admis	Non Admis	Non Admis	Non Admis

* Les altitudes mentionnées sont à considérer pour des ouvrages ne présentant pas de possibilités d'accumulation de neige.

Tableau 10 - Tableau des portées d'utilisation du ROOFALTEO 106.750 Bitume. Sa pose doit être réalisée conformément au DTU 43.3 et au Cahier 3537_V2.

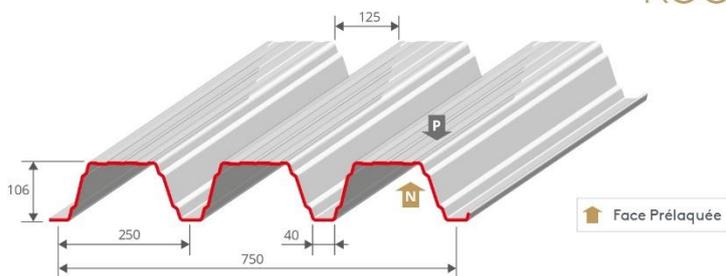
SUPPORTS D'ÉTANCHÉITÉ PHOTOVOLTAÏQUE

Bacacier By Kingspan

ROOFALTEO 106.750 Bitume

Pose perpendiculaire aux nervures

Fiche technique



ÉPAISSEUR NOMINALE mm	MASSE SURFACIQUE kg/m ²
0,75	9,58
1,00	12,77

REVÊTEMENTS STANDARDS >

Acier de nuance S350GD	Épaisseur nominale (mm)	Normes
Galva	0,75 / 1,00	NF EN 10346 : 2015 / NF P 34-310 : 2017
Polyester 15 µm	0,75 / 1,00	NF EN 10169 : 2022 / NF P 34-301 : 2017
Autres revêtements	Sur demande	NF EN 10169 : 2022 / NF P 34-301 : 2017

RAPPELS >

Le tableau des portées d'utilisation ci-après est valable pour :

- Le système d'intégration photovoltaïque ROOF SOLAR BITUME TAN GP ROOFALTEO - Plat de la société DOME SOLAR faisant l'objet d'une Appréciation Technique d'Expérimentation en cours de validité avec une pose perpendiculaire aux nervures de la tôle d'acier nervurée ROOFALTEO 106.750 Bitume ;
- L'ensemble des groupes de modules photovoltaïques indiqués dans la grille de vérification associée à l'Appréciation Technique d'Expérimentation ROOF SOLAR BITUME TAN GP ROOFALTEO - Plat en cours de validité.
- Les isolants suivants :
 - > Rockacier C Nu d'épaisseur minimale 100 mm ;
 - > Rockacier C Nu Energy d'épaisseur minimale 80 mm ;
 - > Smartroof C (37) d'épaisseur minimale 100 mm ;
 - > Panotot Tekfi 2 d'épaisseur minimale 80 mm ;
 - > Powerdeck+ d'épaisseur minimale 80 mm ;
 - > Fesco C d'épaisseur minimale 40 mm et Powerdeck+ d'épaisseur minimale 60 mm ;

Les portées d'utilisation intègrent :

- > Le poids propre du système d'intégration photovoltaïque pris à 15 daN/m² ;
- > La répartition des charges liée au système d'intégration photovoltaïque.

La charge accidentelle de neige selon les règles N84 (février 2009) est implicitement vérifiée pour les zones A, B et C. Pour la zone D, elle est vérifiée en prenant une charge de neige de 110 daN/m² minimum.

La tôle d'acier nervurée ROOFALTEO 106.750 Bitume doit être :

- > Fixée à l'ossature à raison d'une fixation par nervure.
- > Couturée tous les 500 mm.

L'Appréciation Technique d'Expérimentation ROOF SOLAR BITUME TAN GP ROOFALTEO - Plat fait l'objet de limitations en terme de charges normales descendantes et ascendantes en fonction de chaque complexe (isolant / gamme de modules / orientations des rails / inclinaison ou pas des modules). Pour connaître ces limitations, veuillez-vous reporter à l'Appréciation Technique d'Expérimentation en cours de validité.

En savoir plus

Ce document est non contractuel. Les renseignements techniques qui y figurent sont donnés à titre indicatif et n'engagent en aucun cas notre responsabilité. En cas d'incohérence avec des documents officiels plus récents, ceux-ci prévaudront.

Textes et photographies non contractuels. Les informations sont données sous réserve d'éventuels typographiques, ou de modifications des produits depuis l'impression de ce document.

Pour vous assurer de consulter les informations les plus récentes et les plus exactes sur ce document, veuillez scanner le QR code ci-contre.

Version 09/02/2024

Documentation digitale
FICHES TECHNIQUES
ROOFALTEO®
 SCANNEZ LE CODE QR >>

BACACIER®
 By Kingspan

Bacacier By Kingspan

ROOFALTEO 106.750 Bitume

Pose perpendiculaire aux nervures

Fiche technique

TABLEAU DES PORTÉES D'UTILISATION EN MÈTRES EN FONCTION DES CHARGES DESCENDANTES ► épaisseurs nominales en mm

CHARGES NON PONDERÉES (daN/m ²)		PORTÉES D'UTILISATION *					
CHARGES DE NEIGE N84	POIDS ISOLANT + ÉTANCHÉITÉ						
		0,75	1,00	0,75	1,00	0,75	1,00
50	15	4,85	5,35	6,40	7,05	6,00	6,60
	25	4,80	5,25	6,10	6,95	5,90	6,45
	35	4,65	5,05	5,75	6,60	5,70	6,25
	45	4,45	4,90	5,45	6,25	5,50	6,00
75	15	4,85	5,35	6,40	7,05	6,00	6,60
	25	4,80	5,25	6,10	6,95	5,90	6,45
	35	4,60	5,05	5,75	6,60	5,70	6,25
	45	4,45	4,85	5,45	6,25	5,50	6,00
100	15	4,65	5,05	5,80	6,65	5,75	6,25
	25	4,50	4,90	5,55	6,30	5,55	6,05
	35	4,35	4,75	5,25	6,05	5,30	5,90
	45	4,25	4,60	5,00	5,80	5,05	5,70
125	15	4,35	4,75	5,25	6,10	5,25	5,90
	25	4,25	4,65	5,05	5,85	5,05	5,75
	35	4,15	4,55	4,85	5,60	4,85	5,60
	45	4,05	4,40	4,70	5,35	4,70	5,40
145	15	4,15	4,55	4,95	5,70	4,90	5,60
	25	4,10	4,50	4,75	5,50	4,75	5,55
	35	4,00	4,40	4,60	5,30	4,60	5,30
	45	3,90	4,30	4,45	5,10	4,45	5,15

* : La charge permanente de 15 daN/m² due au système d'intégration et au module photovoltaïques est prise en compte dans les calculs ayant permis de déterminer les portées d'utilisation.

** : Les valeurs indiquées dans la colonne sont considérées valables en cas d'écart entre portées adjacentes ne dépassant pas 20 %.

Rappel : Le ROOFALTEO 106.750 Bitume est une tôle d'acier nervurée non structurale selon la norme NF EN 14782 : 2006, conforme au CPT 3537_V2 : 2009, non destinée à recevoir des dispositifs d'ancrages EPI selon la norme NF EN 795 : 2016 ou similaires ou ligne de vie.

En savoir plus

Ce document est non contractuel. Les renseignements techniques qui y figurent sont donnés à titre indicatif et n'engagent en aucun cas notre responsabilité. En cas d'incohérence avec des documents officiels plus récents, ceux-ci prévaudront.

Textes et photographies non contractuels. Les informations sont données sous réserve d'éventuels typographiques, ou de modifications des produits depuis l'impression de ce document.

Pour vous assurer de consulter les informations les plus récentes et les plus exactes sur ce document, veuillez scanner le QR code ci-contre.

Version 09/02/2024

Documentation digitale
FICHES TECHNIQUES
ROOFALTEO®
 SCANNEZ LE CODE QR >>>



BACACIER®
 By Kingspan

Bacacier By Kingspan

ROOFALTEO 106.750 Bitume

Pose perpendiculaire aux nervures

Fiche technique

TABLEAU DES PORTÉES D'UTILISATION EN MÈTRES EN FONCTION DES CHARGES ASCENDANTES > épaisseurs nominales en mm

CHARGES NON PONDERÉES (daN/m ²)		PORTÉES D'UTILISATION *					
CHARGES DE VENT NV65	POIDS ISOLANT + ÉTANCHÉITÉ						
		0,75	1,00	0,75	1,00	0,75	1,00
50	15	5,75	6,35	6,40	7,05	6,40	7,05
	25	5,75	6,35	6,40	7,05	6,40	7,05
	35	5,75	6,35	6,40	7,05	6,40	7,05
	45	5,75	6,35	6,40	7,05	6,40	7,05
66,2	15	5,75	6,35	6,40	7,05	6,40	7,05
	25	5,75	6,35	6,40	7,05	6,40	7,05
	35	5,75	6,35	6,40	7,05	6,40	7,05
	45	5,75	6,35	6,40	7,05	6,40	7,05

* : La charge permanente de 15 daN/m² due au système d'intégration et au module photovoltaïques est prise en compte dans les calculs ayant permis de déterminer les portées d'utilisation.

** : Les valeurs indiquées dans la colonne sont considérées valables en cas d'écart entre portées adjacentes ne dépassant pas 20 %.
 Rappel : Le ROOFALTEO 106.750 Bitume est une tôle d'acier nervurée non structurée selon la norme NF EN 14782 : 2006, conforme au CPT 3537_V2 : 2009, non destinée à recevoir des dispositifs d'ancrages EPI selon la norme NF EN 795 : 2016 ou similaires ou ligne de vie.

En savoir plus

Ce document est non contractuel. Les renseignements techniques qui y figurent sont donnés à titre indicatif et n'engagent en aucun cas notre responsabilité. En cas d'incohérence avec des documents officiels plus récents, ceux-ci prévalent.

Textes et photographies non contractuels. Les informations sont données sous réserve d'erreurs typographiques, ou de modifications des produits depuis l'impression de ce document.

Pour vous assurer de consulter les informations les plus récentes et les plus exactes sur ce document, veuillez scanner le QR code ci-contre.

Version 09/02/2024

Documentation digitale
FICHES TECHNIQUES
ROOFALTEO®



SCANNEZ LE CODE QR >>

BACACIER®
 By Kingspan

Exemple de détermination des portées maximales d'utilisation du ROOFALTEO 106.750 Bitume

Charges climatiques :

Zone de neige	Altitude (m)	Zone de vent	Catégorie terrain
A2	350	2	Normal

Descriptif de la toiture¹ :

Structure porteuse	Pente	Hauteur (m)	Nature bâtiment
Acier, e = 3mm	3,1 % Versants plans	15	Fermé

Descriptif complexe d'étanchéité :

Module photovoltaïque ²	Isolant	Revêtement d'étanchéité	TAN
Groupe A	Rockacier C NU e = 100 mm	Bicouche bitumeuse s = 9 daN/m ²	ROOFALTEO 106.750 Bitume e = 0,75 mm

Détermination des charges de calcul :

- Charges descendantes³ : (Neige normale N84)
 $68 \times 0,8 + 10 = 64 \text{ daN/m}^2 \rightarrow$ Lecture dans le tableau d'utilisation 75 daN/m²
- Charges ascendantes : (Vent NV65)
 Selon les valeurs précalculées du cahier CSTB 3537 V2 :
 $62 \text{ daN/m}^2 \rightarrow$ lecture dans le tableau d'utilisation avec 66,2 daN/m²
- Charges permanentes :
 Poids de l'isolation thermique et du revêtement d'étanchéité :
 $14,2 + 9 = 23,2 \text{ daN/m}^2 \rightarrow$ Lecture dans les tableaux d'utilisation 25 daN/m²,
- Charges ascendantes : (Assemblage profil grande portée sur structure porteuse)
 Vent normal selon les valeurs précalculées du cahier CSTB 3537 V2 :
 - 59 daN/m² pour la partie courante
 - 100 daN/m² pour les zones de rive

Détermination des portées maximales :

Lecture dans les tableaux de la fiche technique de la TAN ROOFALTEO 106.750 Bitume :

- sur 2 appuis : min (4,80 m ; 5,75 m) = 4,80 m
- sur 3 appuis : min (6,10 m ; 6,40 m) = 6,10 m
- sur 4 appuis et plus : min (5,90 m ; 6,40 m) = 5,90 m

Détermination des Pk assemblage :

La détermination forfaitaire de la valeur minimale de la résistance à l'arrachement des assemblages de la TAN ROOFALTEO 106.750 Bitume sur la structure porteuse s'effectue selon (§6.4.2.1) :

$$1,25 \times 6,00 \times (1,75 \times 100 - (15 + 22,2 + 9,39)) \times 0,25 \leq 1 \times Pk/1,2$$

$$P_{k \min} = 289 \text{ daN.}$$

¹ Dimensions permettant l'application simplifiée des règles V 65

² Implantation de la centrale photovoltaïque en partie courante de toiture soit à au moins 5 m d'une accumulation de neige.

³ Les fiches techniques Bacacier du **Tableau 10** intègrent la vérification de la charge d'entretien pour une pose sans photovoltaïque conformément au Cahier 3537_V2.

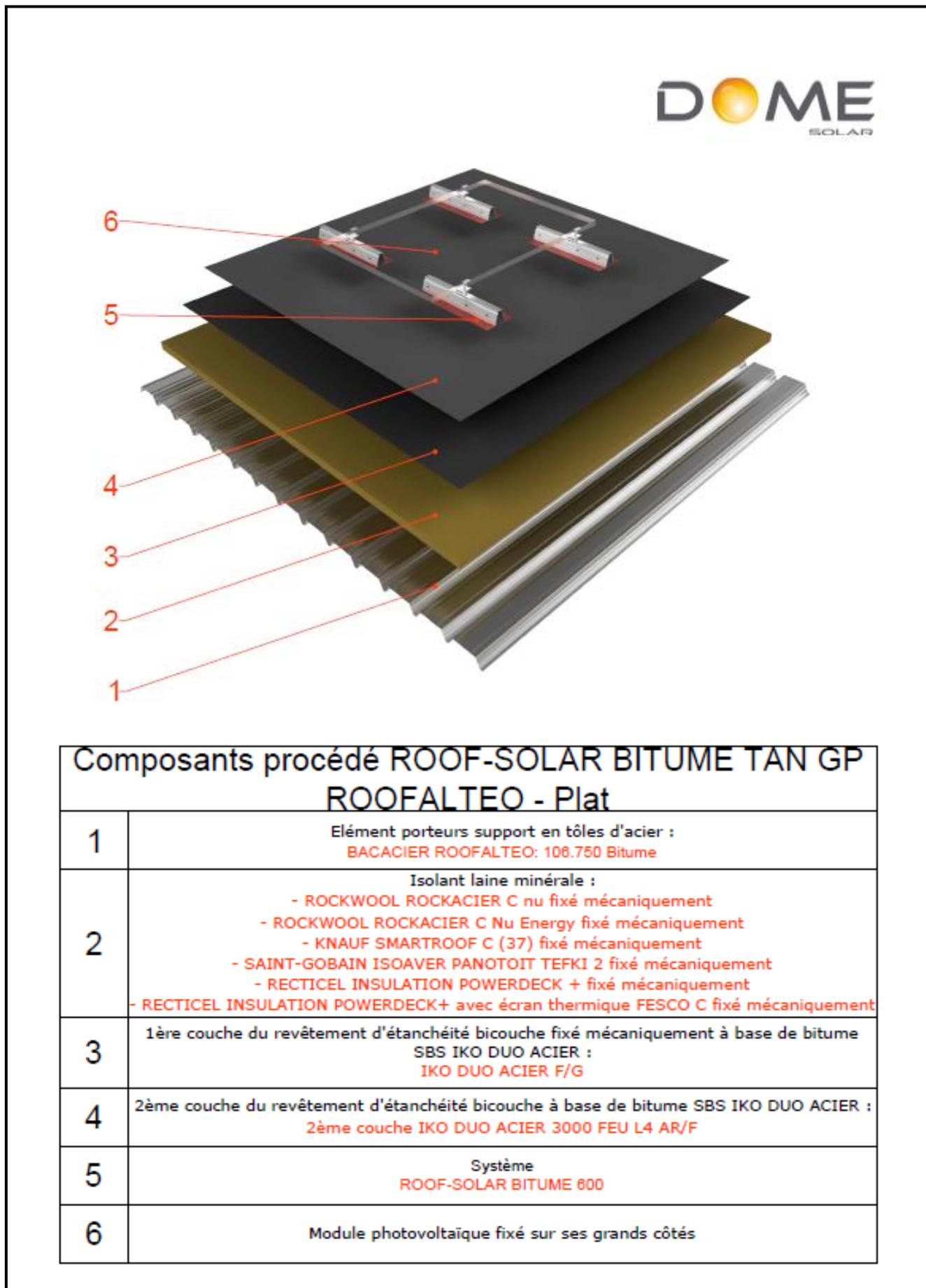
15 ANNEXES GRAPHIQUES

Note : Toutes les dimensions sont en millimètres (sauf indication contraire)

SOMMAIRE DES FIGURES

Figure 1 – Vue 3D du procédé ROOF-SOLAR BITUME TAN GP ROOFALTEO - Plat	40
Figure 2 – Ensemble Rail ROOF-SOLAR BITUME 600	41
Figure 3 – Profil trapézoïdal	42
Figure 4 – bandes de maintien BDM	43
Figure 5 - Ailette	44
Figure 6 - Fixation Universelle MALT	45
Figure 7 - Fixation Extérieure	46
Figure 8 - CTR bas de générateur et CTR (mise à la terre du rail)	48
Figure 9 - CTM	49
Figure 10 - Collier Passe Câbles	50
Figure 11 - Support de chemin câbles	51
Figure 12 – Principe de câblage	52
Figure 13 - Mise à la Terre du module	53
Figure 14 – Pénétration des câbles	54
Figure 15 - Micro-onduleurs	55
Figure 16 - Exemple de calepinage et de préparation de la toiture avec zones de modules	55
Figure 17 - Plaquette de répartition 40 x 40	56
Figure 18 – Traçage des rails	57
Figure 19 - Soudure d'un rail	58
Figure 20 - Assemblage rail / fixation / module	59
Figure 21 - Implantation des rails / modules	60

Figure 1 – Vue 3D du procédé ROOF-SOLAR BITUME TAN GP ROOFALTEO - Plat



Composants procédé ROOF-SOLAR BITUME TAN GP ROOFALTEO - Plat	
1	Élément porteurs support en tôles d'acier : BACACIER ROOFALTEO: 108.750 Bitume
2	Isolant laine minérale : - ROCKWOOL ROCKACIER C nu fixé mécaniquement - ROCKWOOL ROCKACIER C Nu Energy fixé mécaniquement - KNAUF SMARTROOF C (37) fixé mécaniquement - SAINT-GOBAIN ISOAVER PANOTOIT TEFKI 2 fixé mécaniquement - RECTICEL INSULATION POWERDECK + fixé mécaniquement - RECTICEL INSULATION POWERDECK+ avec écran thermique FESCO C fixé mécaniquement
3	1ère couche du revêtement d'étanchéité bicouche fixé mécaniquement à base de bitume SBS IKO DUO ACIER : IKO DUO ACIER F/G
4	2ème couche du revêtement d'étanchéité bicouche à base de bitume SBS IKO DUO ACIER : 2ème couche IKO DUO ACIER 3000 FEU L4 AR/F
5	Système ROOF-SOLAR BITUME 800
6	Module photovoltaïque fixé sur ses grands côtés

Figure 2 – Ensemble Rail ROOF-SOLAR BITUME

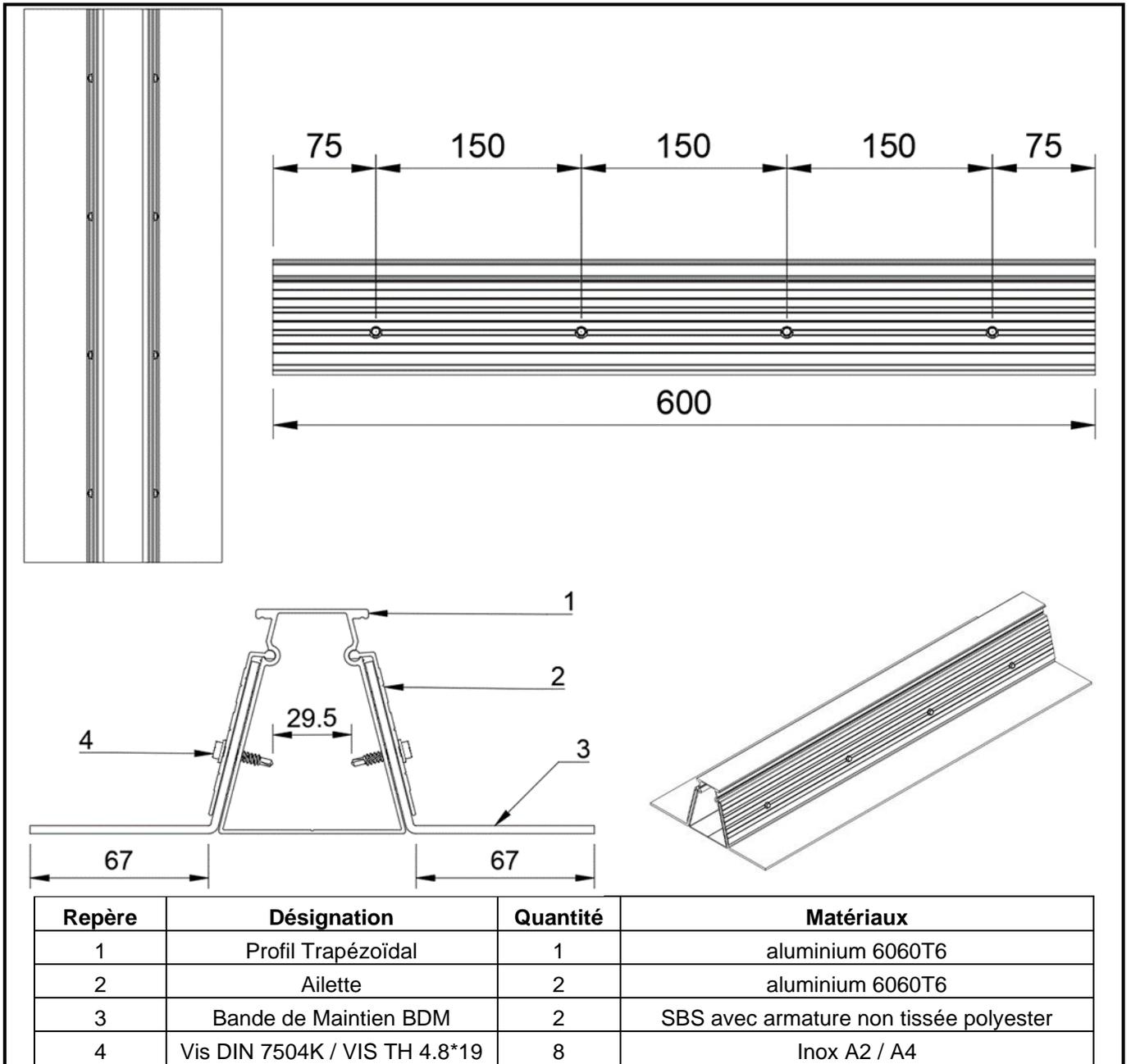


Figure 3 – Profil trapézoïdal

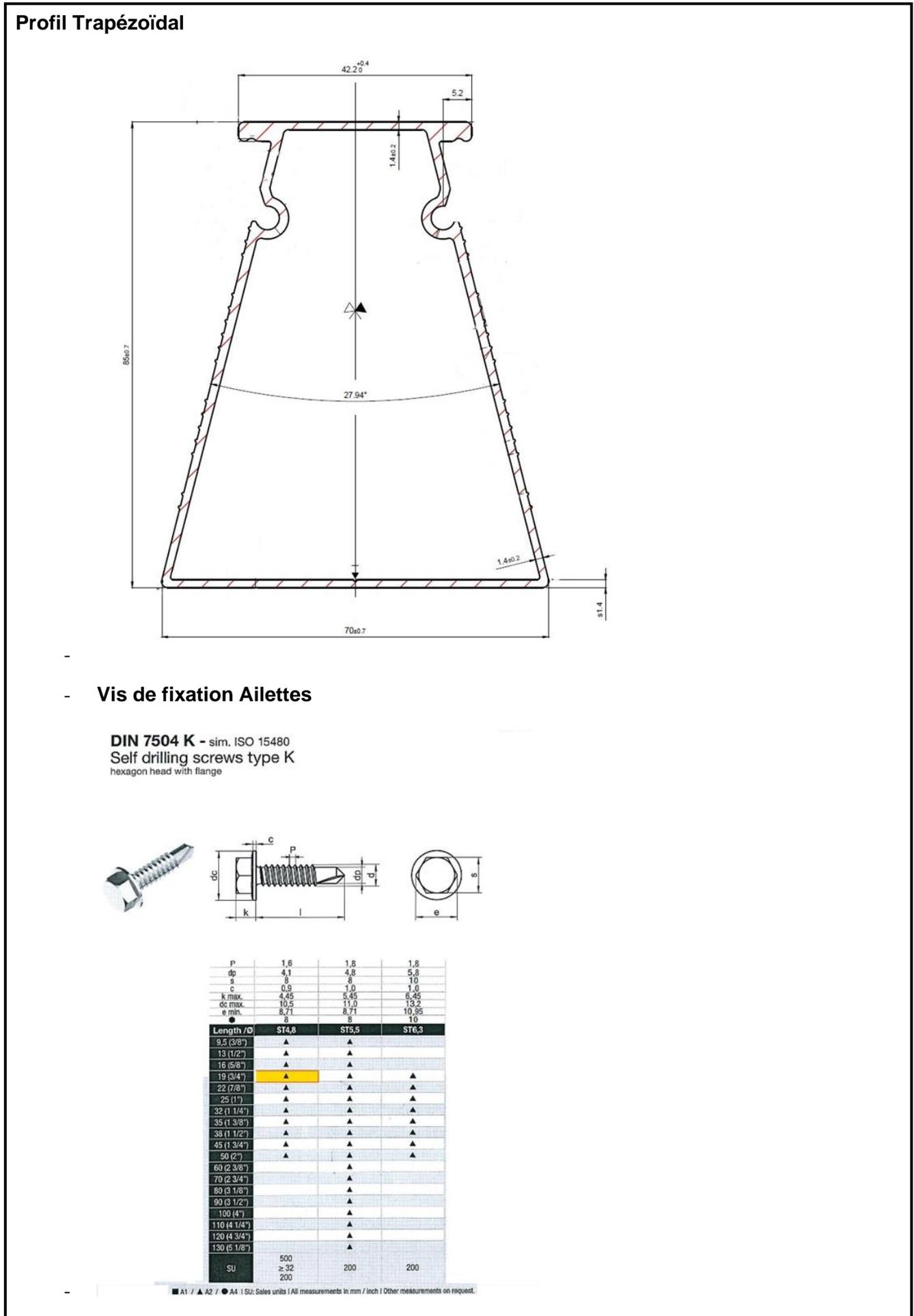


Figure 4 – bandes de maintien BDM

Bande de maintien BDM pour le procédé ROOF-SOLAR BITUME TAN GP ROOFALTEO - Plat	
Composition	
Armature	Polyester non tissé (180 g/m ²)
Liant ARMOUR	Bitume élastomère SBS (3180 g/m ²) <i>(voir détail ci-dessous)</i>
Dimensions	600mm x 143 mm
Épaisseur nominale	4 mm avec tolérance de +/- 5%
Poids (indicative)	0,8 kg
Face supérieure	paillettes d'ardoise (1200 g/m ²)
Face inférieure	film thermofusible (10 g/m ²)
Caractéristiques (VDF* // VLF**)	
Résistance à la traction (NF EN 12311-1)	
- Longitudinal	800 N/5 cm // ≥ 650N / 5cm
- Transversal	650 N/5 cm // ≥ 500N / 5cm
Allongement à la rupture armature (NF EN 12311-1)	
- Longitudinal	40% // ≥ 30%
- Transversal	45% // ≥ 35%
Pliabilité à froid (NF EN 1109)	-20°C // ≤ -15°C
Pliabilité à froid (état vieilli 6 mois à 70°C) (selon Guide UEAtc décembre 2001)	-5°C // ≤ 0°C
Stabilité dimensionnelle (NF EN 1107-1)	
- Longitudinal	≤ 0,5%
- Transversal	≤ 0,5%
Tenue à la chaleur (NF EN 1110)	115°C // ≥ 100°C
Tenue à la chaleur (état vieilli 6 mois à 70°C) (selon Guide UEAtc décembre 2001)	95°C // ≥ 90 °C
Résistance à la déchirure au clou (NF EN 12310 - 1)	
- Longitudinal	300 N // ≥ 150 N
- Transversal	
Résistance au poinçonnement statique sur PSE 20kg/m ³ (NF EN 12730)	≥ 20 kg
Résistance au choc sur PSE (NF EN 12691)	≥ 1750 mm
Résistance au poinçonnement statique (NF P 84 352)	L4
Résistance au poinçonnement dynamique (NF P 84 353)	D3

* Valeur Déclarée Fabricant (moyenne)

** Valeur Limite Fabricant

Détail Liant ARMOUR en Bitume élastomère SBS

Caractéristiques	Valeur spécifiée à l'état initial	Valeur spécifiée après 6 mois à +70°C
Ramollissement TBA (°C)	≥ 110	≥ 100
Pénétration à +25°C (1/10 ^e mm)	40 à 50	
Limite élastique (24h) (%) (norme XP P 84-360)	≥ 200	≥ 25
Température limite de pliage à froid (°C)	≤ -20	≤ -5

Figure 5 - Ailette

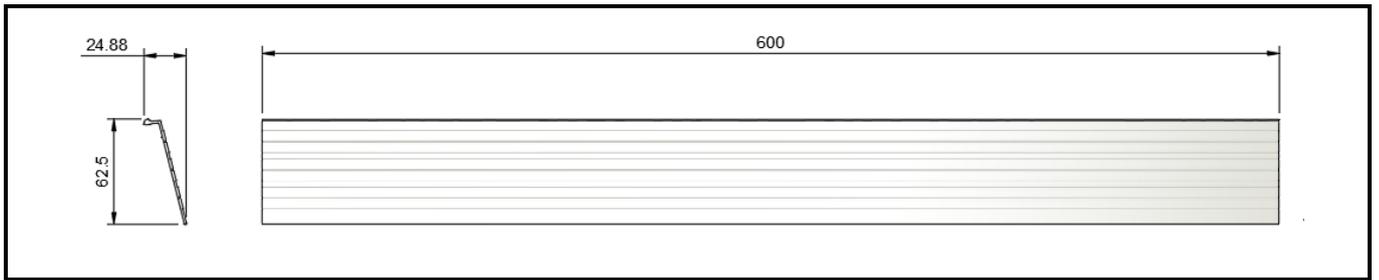


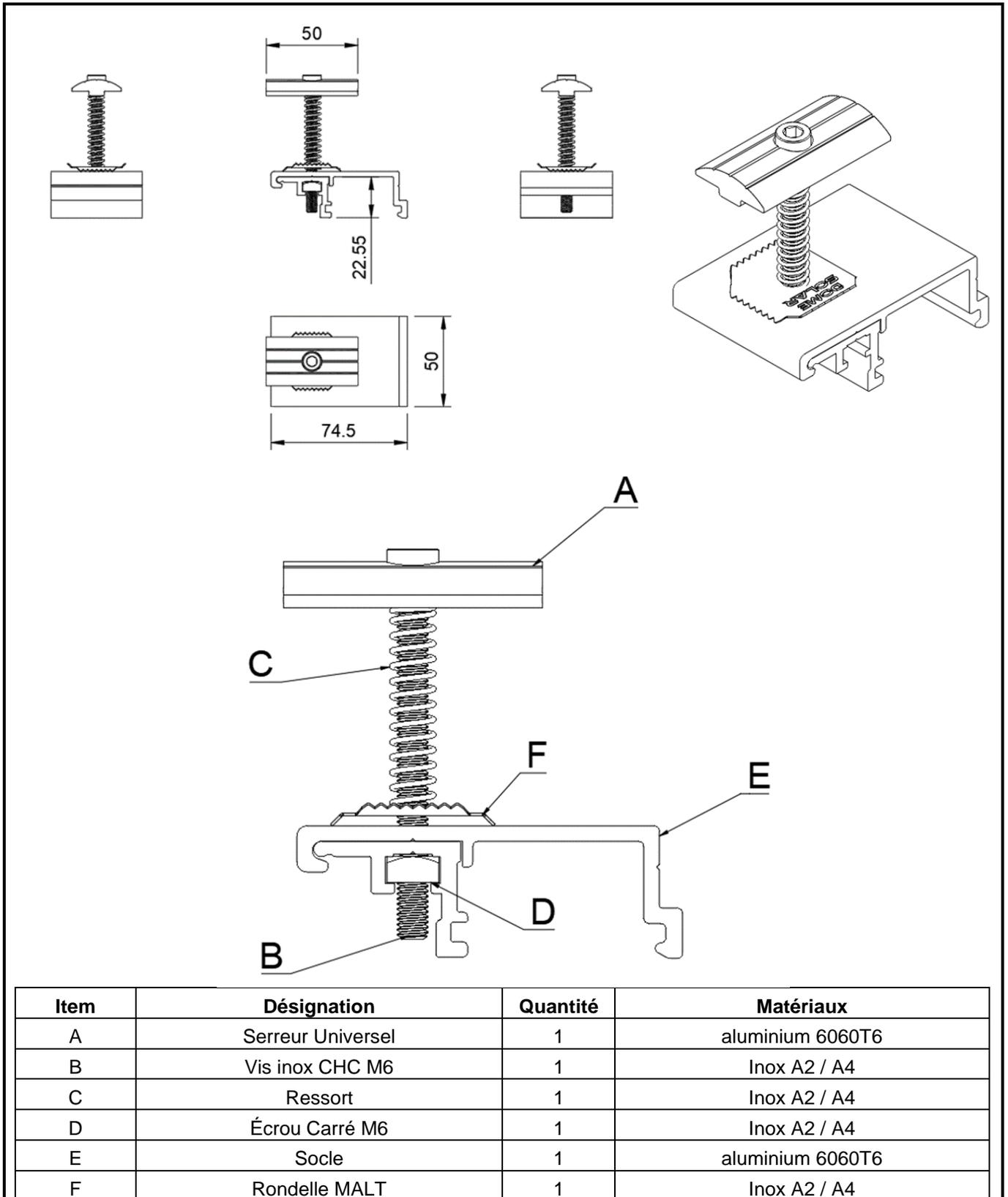
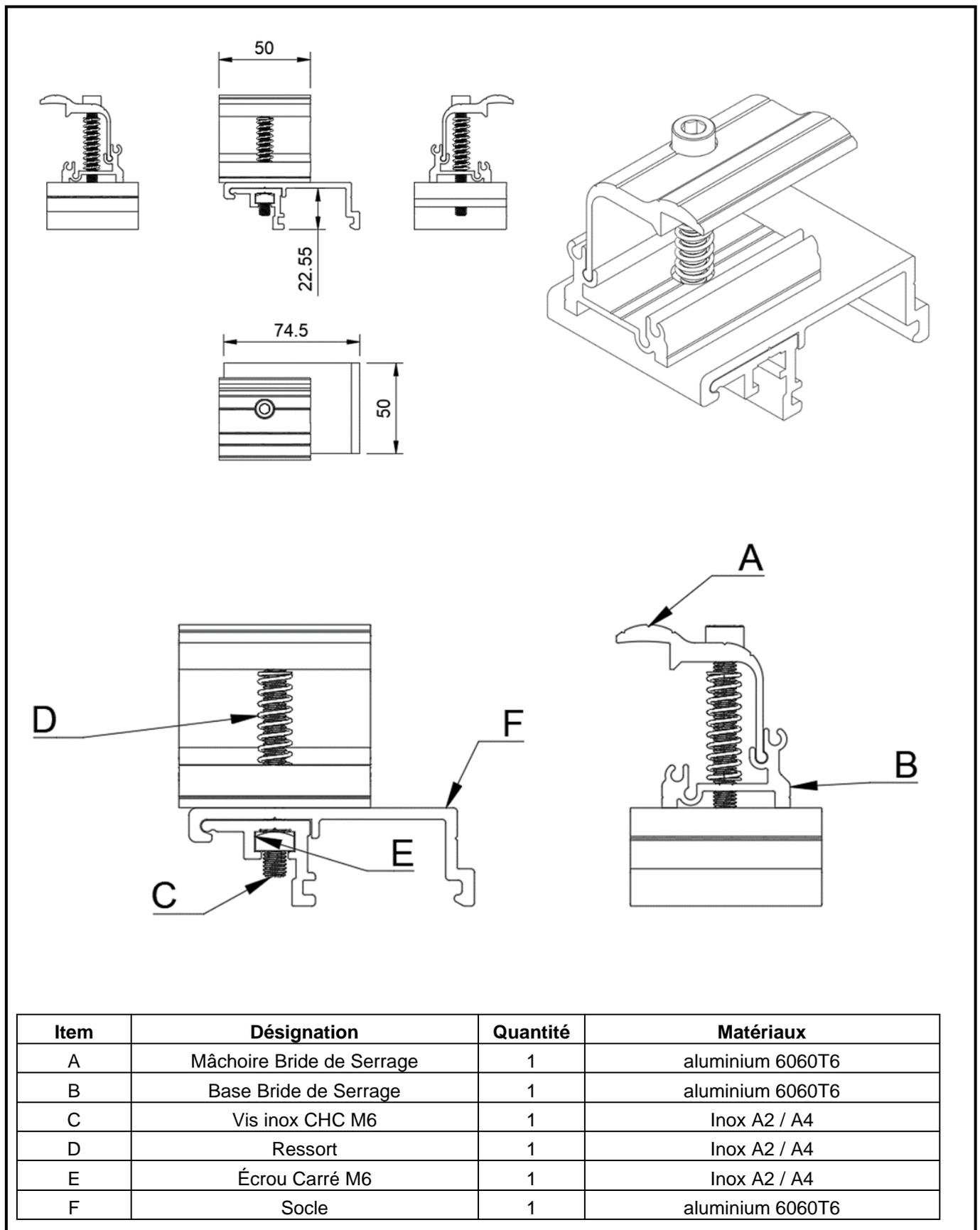
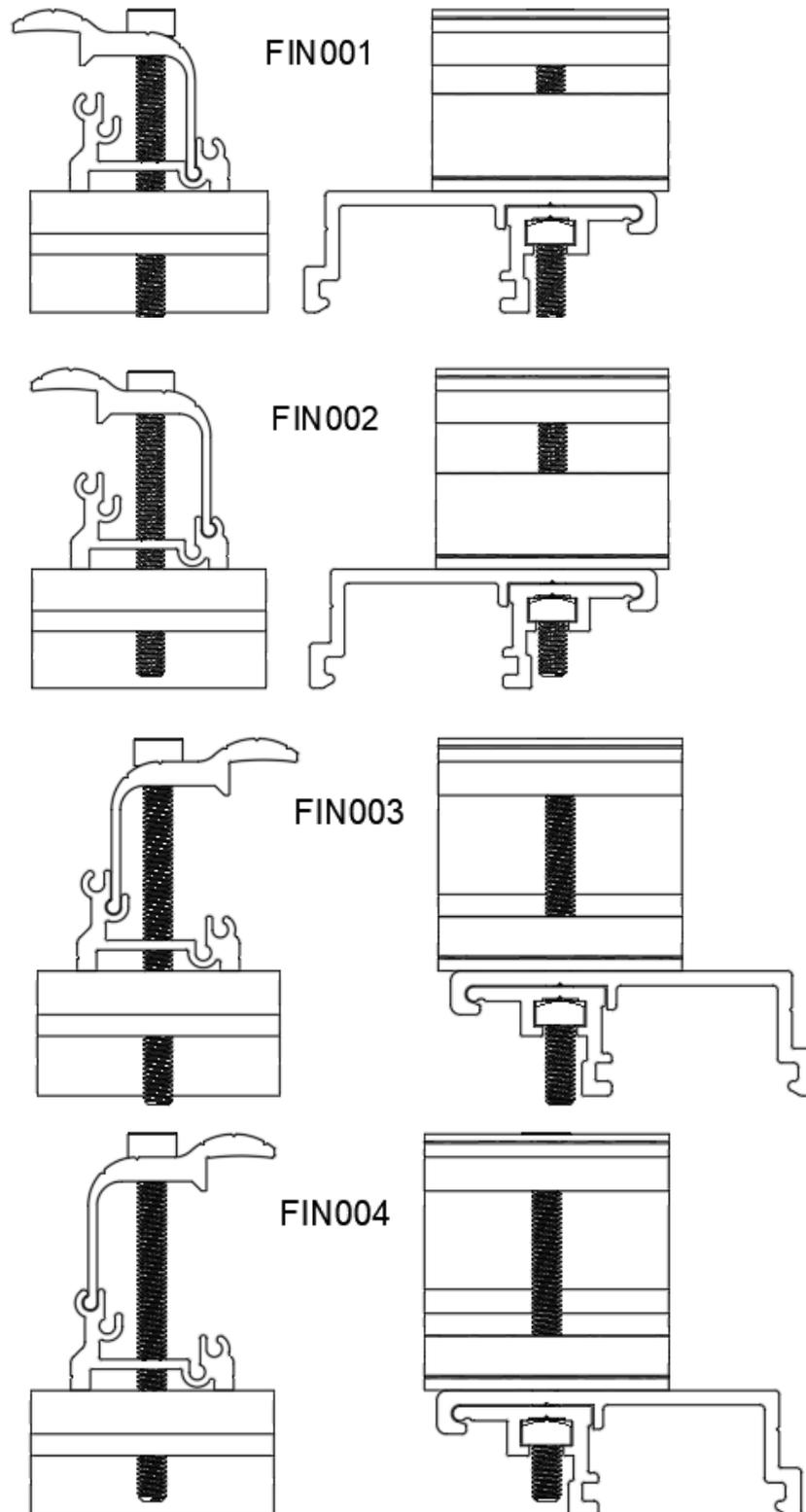
Figure 6 - Fixation Universelle MALT

Figure 7 - Fixation Extérieure





Epaisseur Cadre Module	Référence Dome Solar	Longueur vis CHC M6
30 – 35 mm	FIN001	60 mm
36 – 40 mm	FIN002	60 mm
41 – 46 mm	FIN003	70 mm
47 – 50 mm	FIN004	70 mm

Figure 8 - CTR bas de générateur et CTR (mise à la terre du rail)

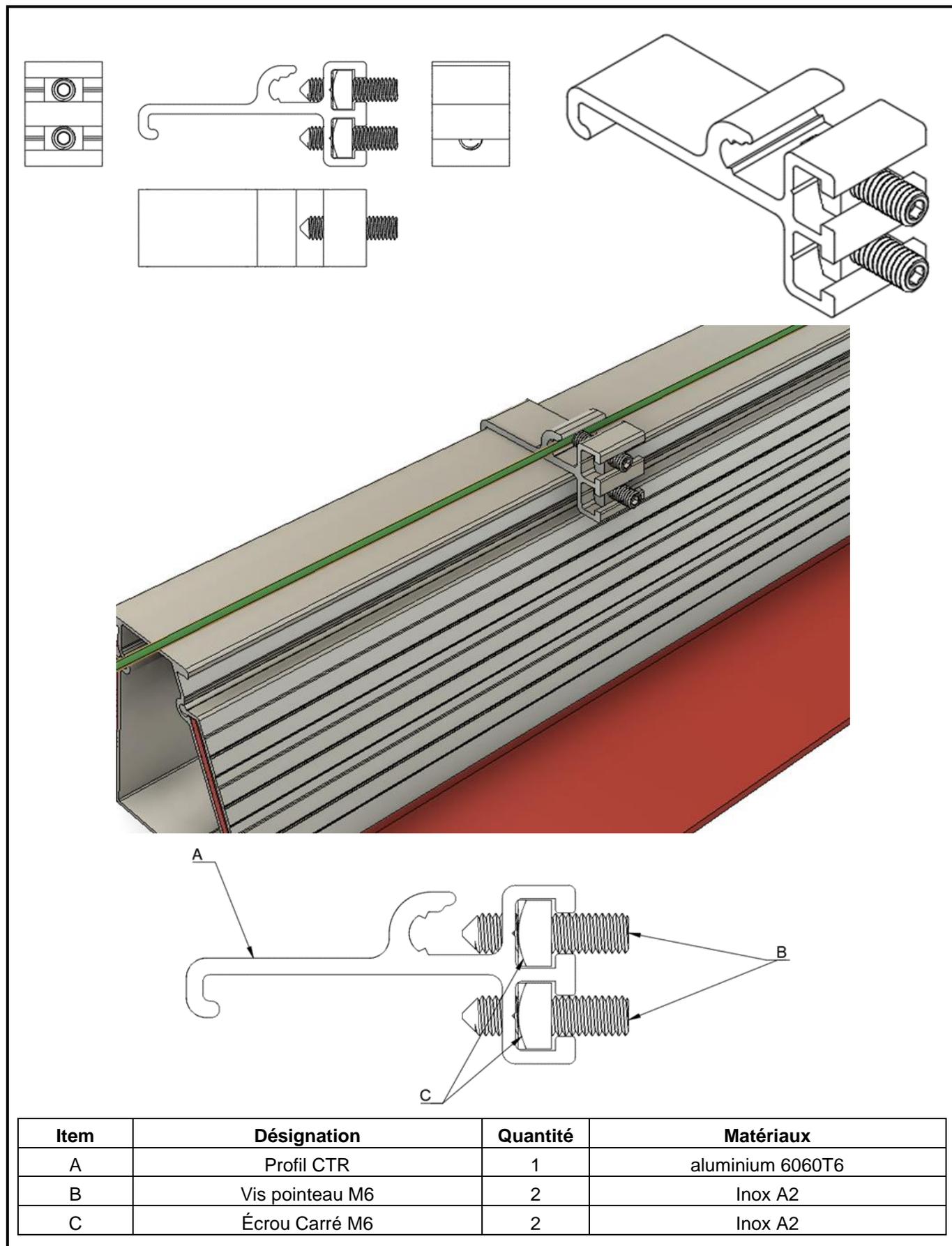


Figure 9 - CTM

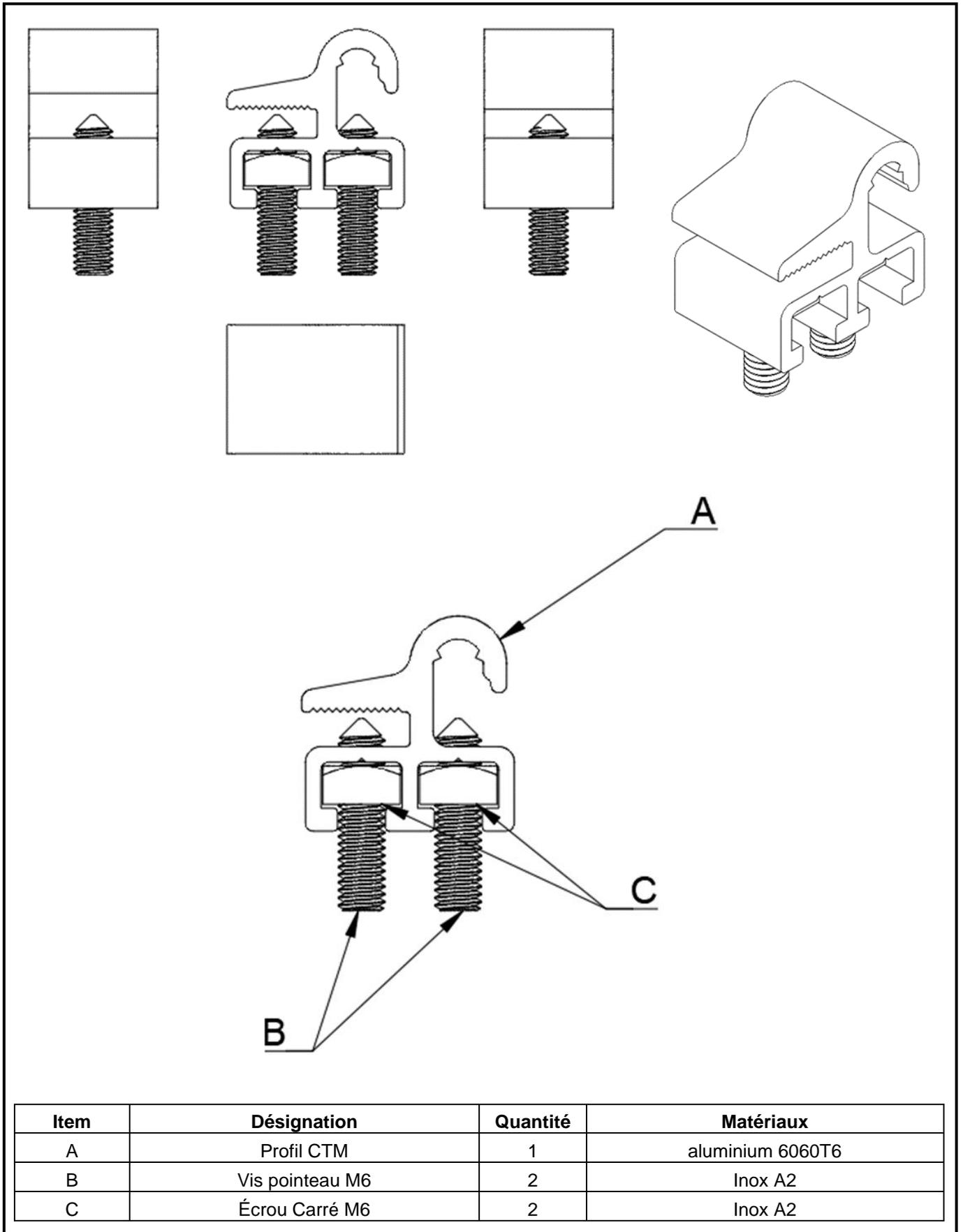


Figure 10 - Collier Passe Câbles

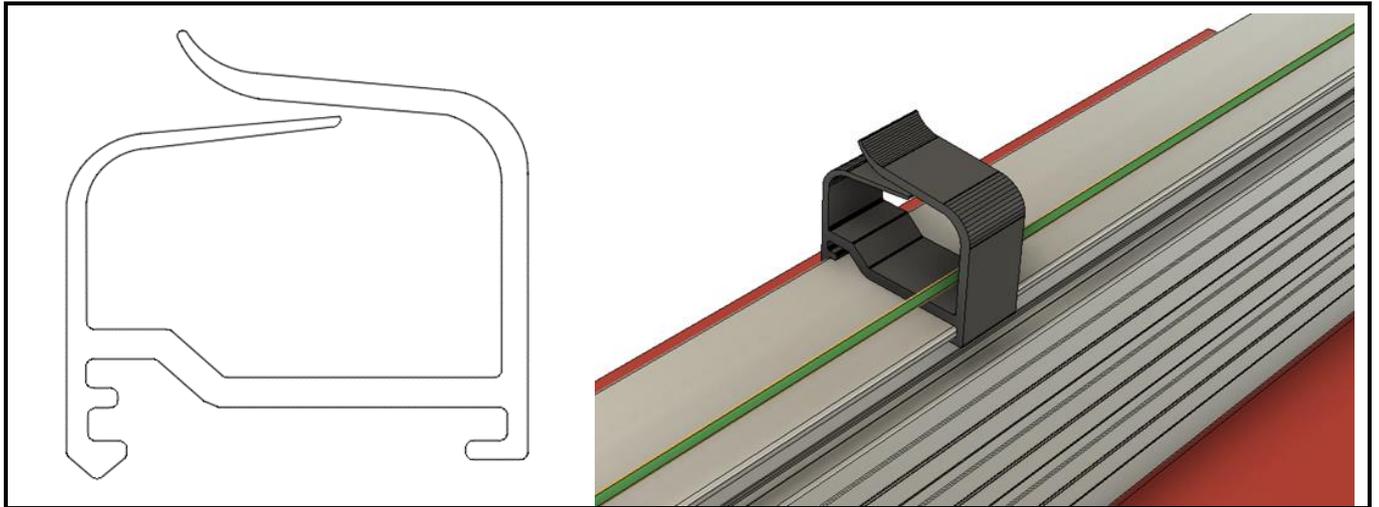


Figure 11 - Support de chemin câbles

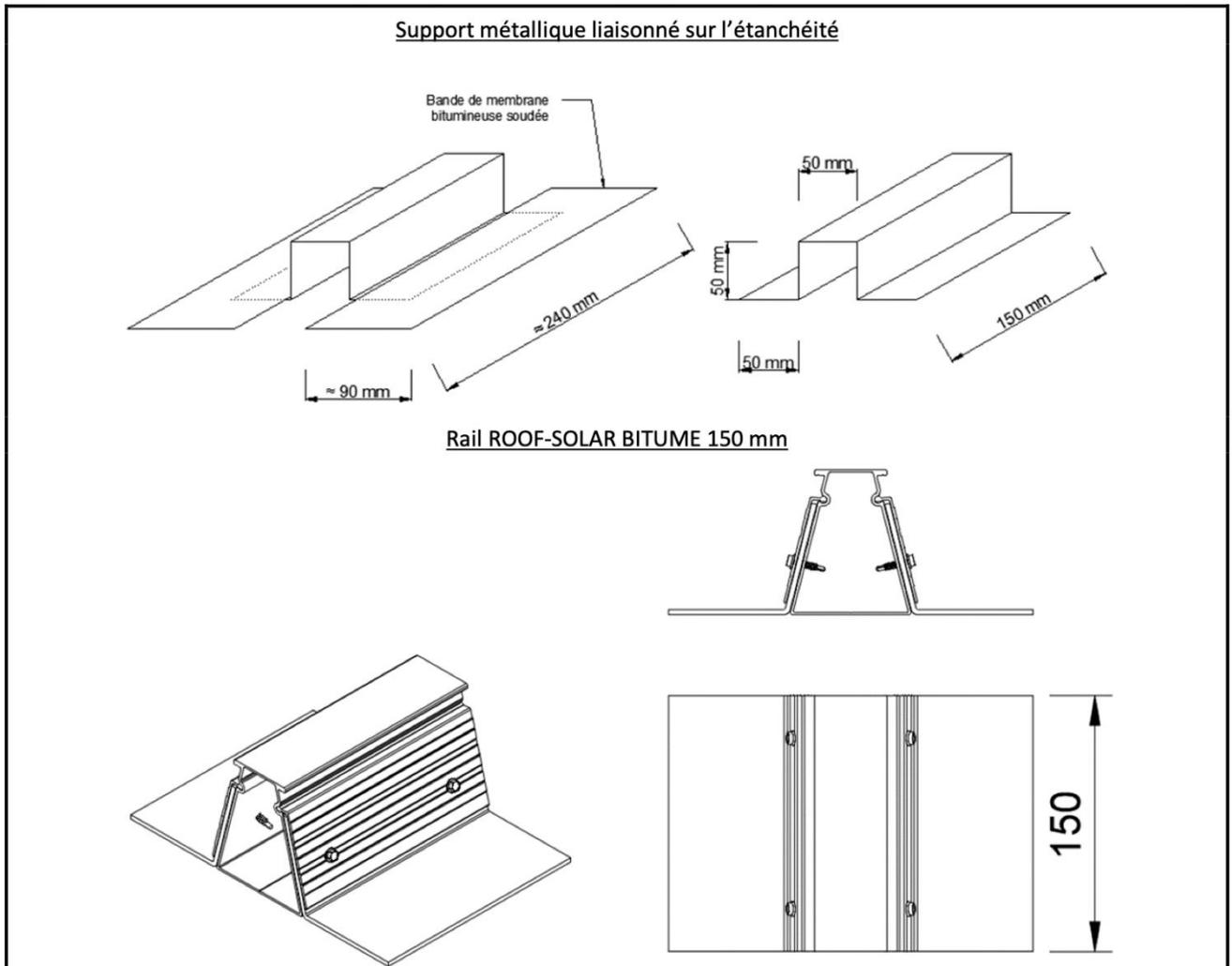


Figure 12 – Principe de câblage

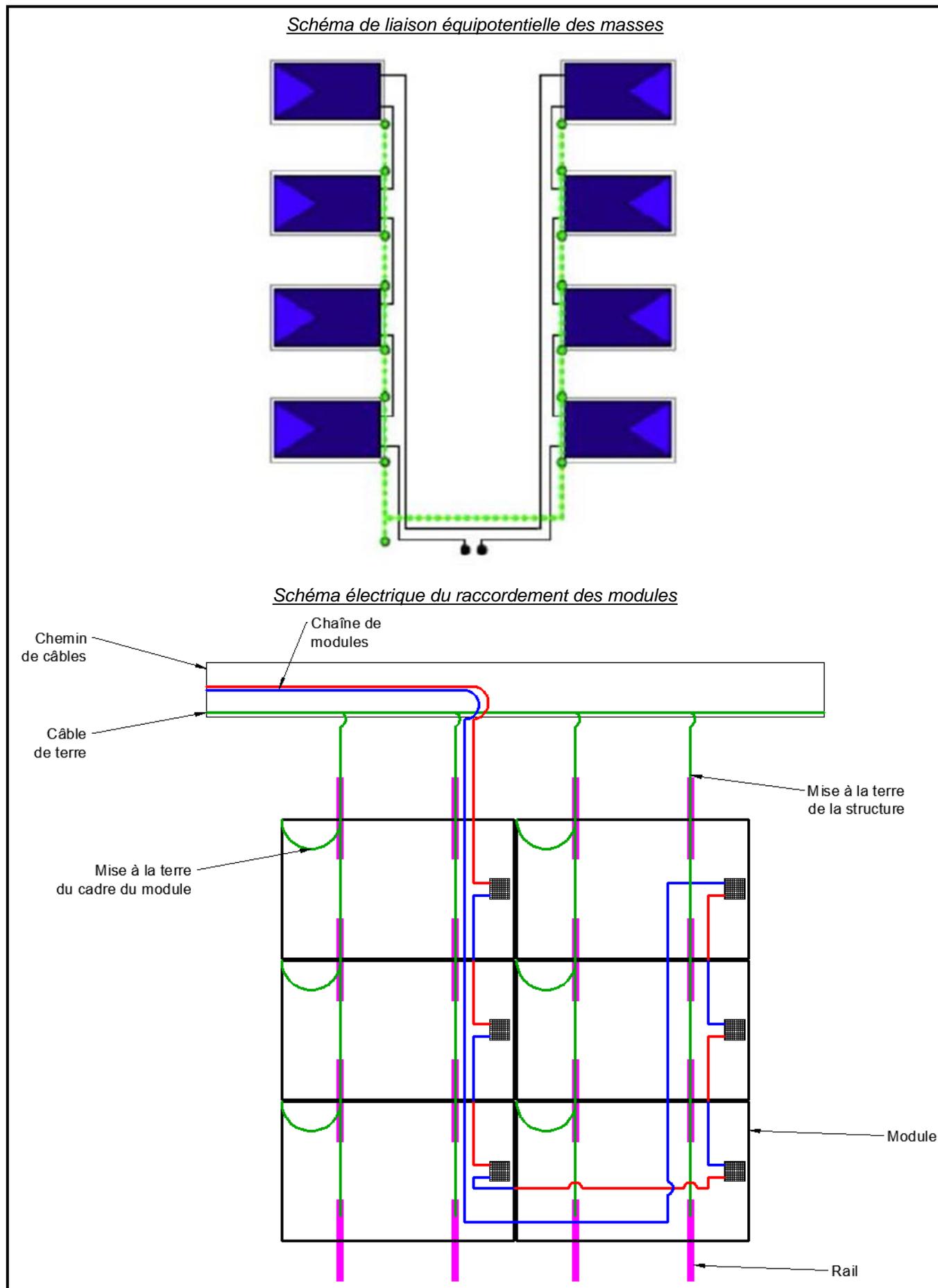
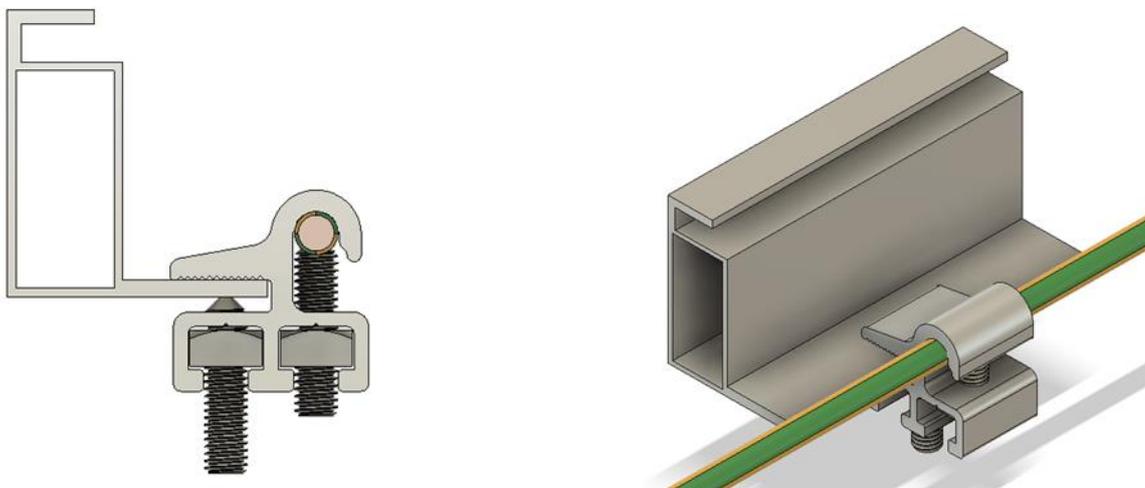
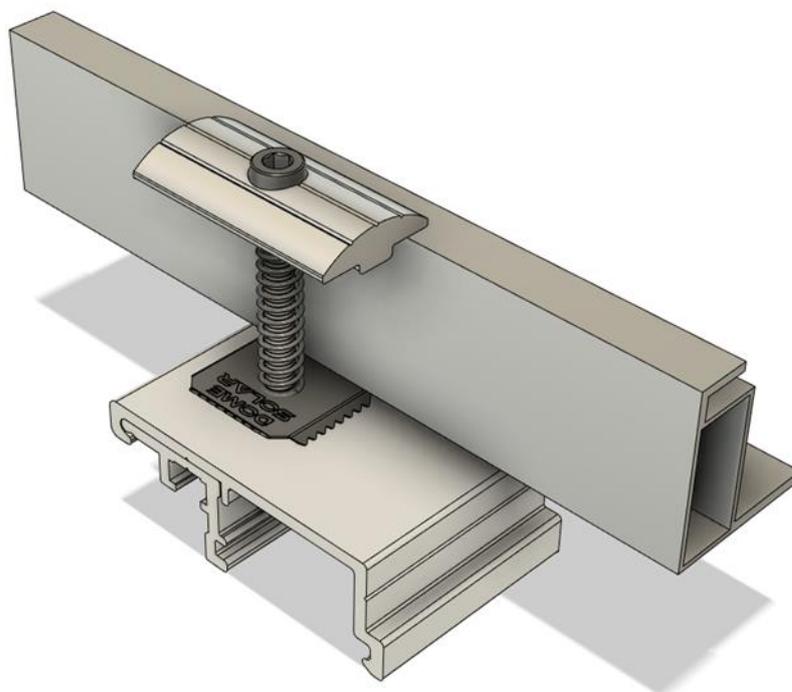


Figure 13 - Mise à la Terre du module

Mise à la terre par l'intermédiaire du CTM de DOME SOLAR



Mise à la terre par l'intermédiaire de la fixation universelle MALT de DOME SOLAR



Mise à la terre par l'intermédiaire d'un système Vis/écrou

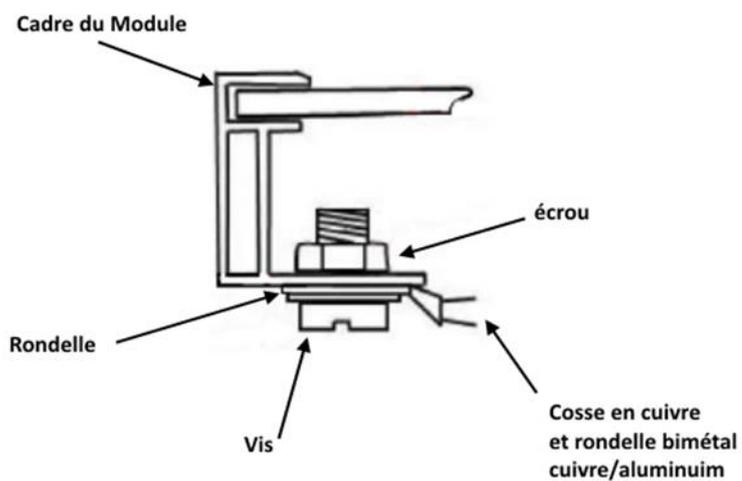
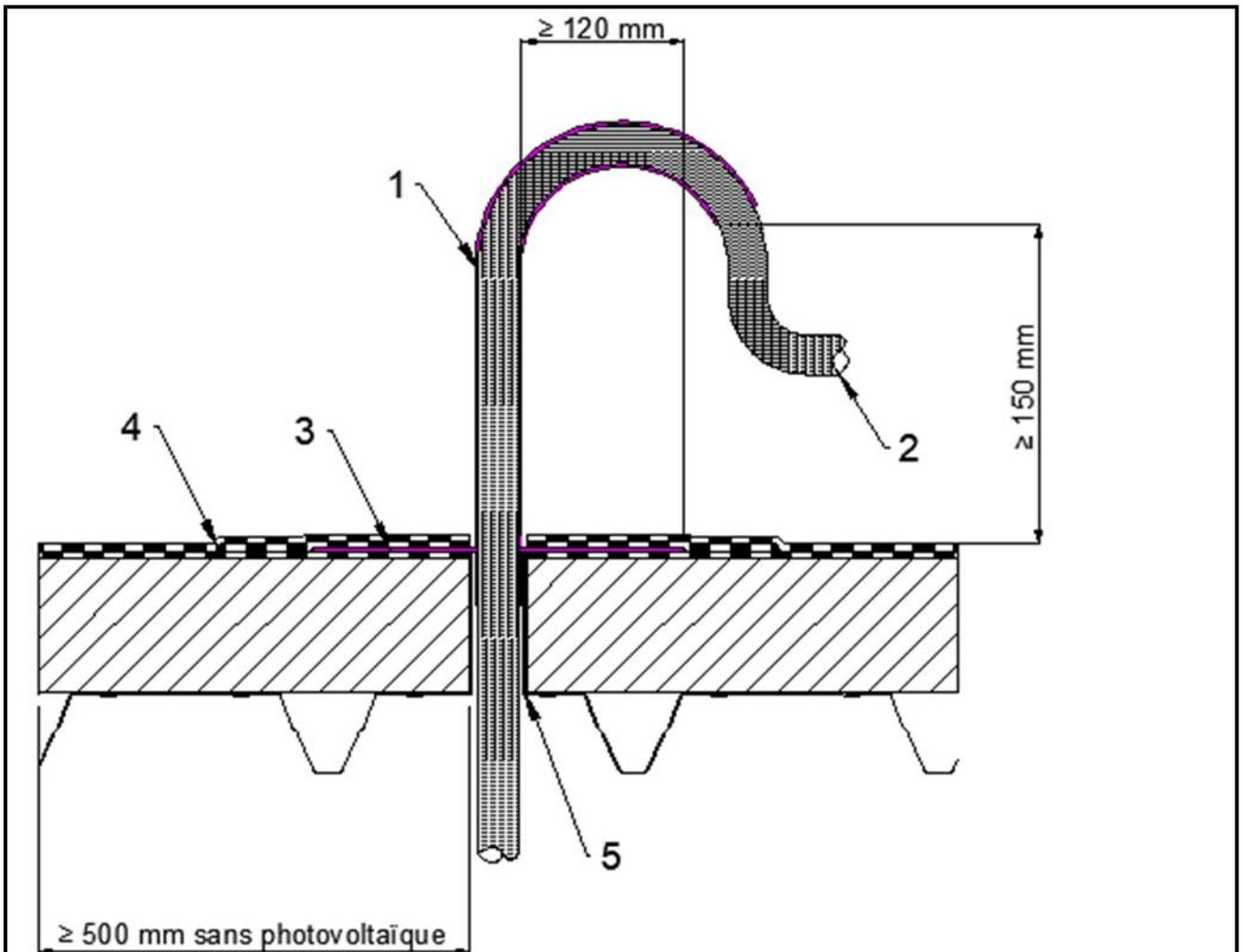


Figure 14 – Pénétration des câbles



Légende	
N°	Désignation
1	Crosse
2	Câble
3	Platine
4	Etanchéité bicouche et couche de renfort sur platine
5	Fourreau

Figure 15 - Micro-onduleurs

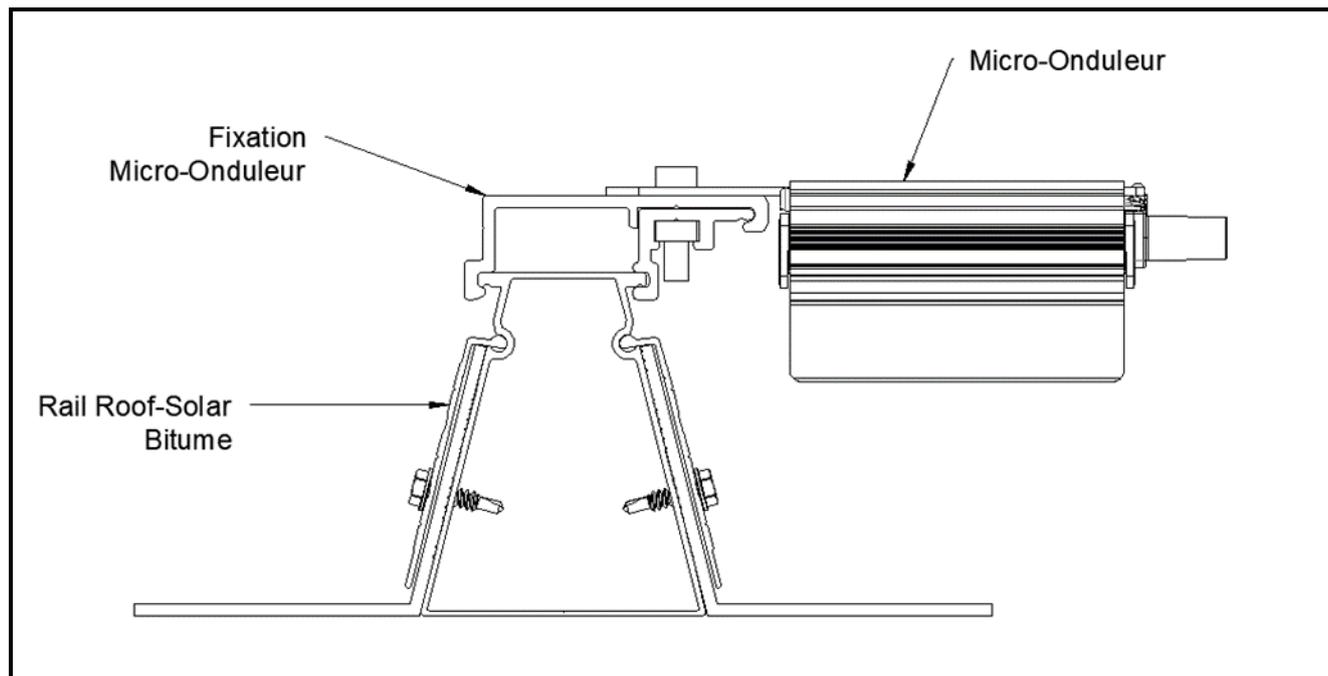


Figure 16 - Exemple de calepinage et de préparation de la toiture avec zones de modules

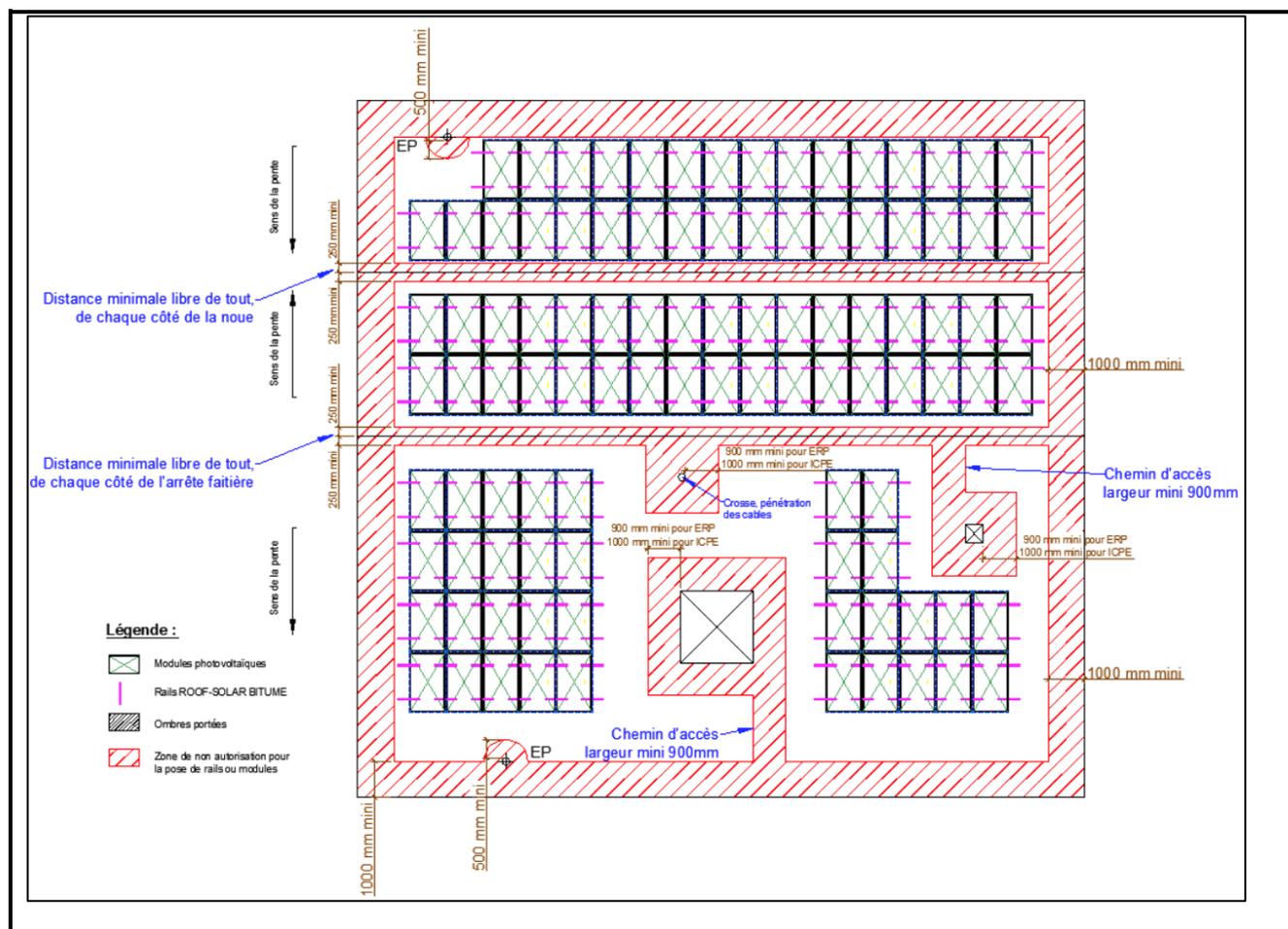


Figure 17 - Plaquette de répartition 40 x 40

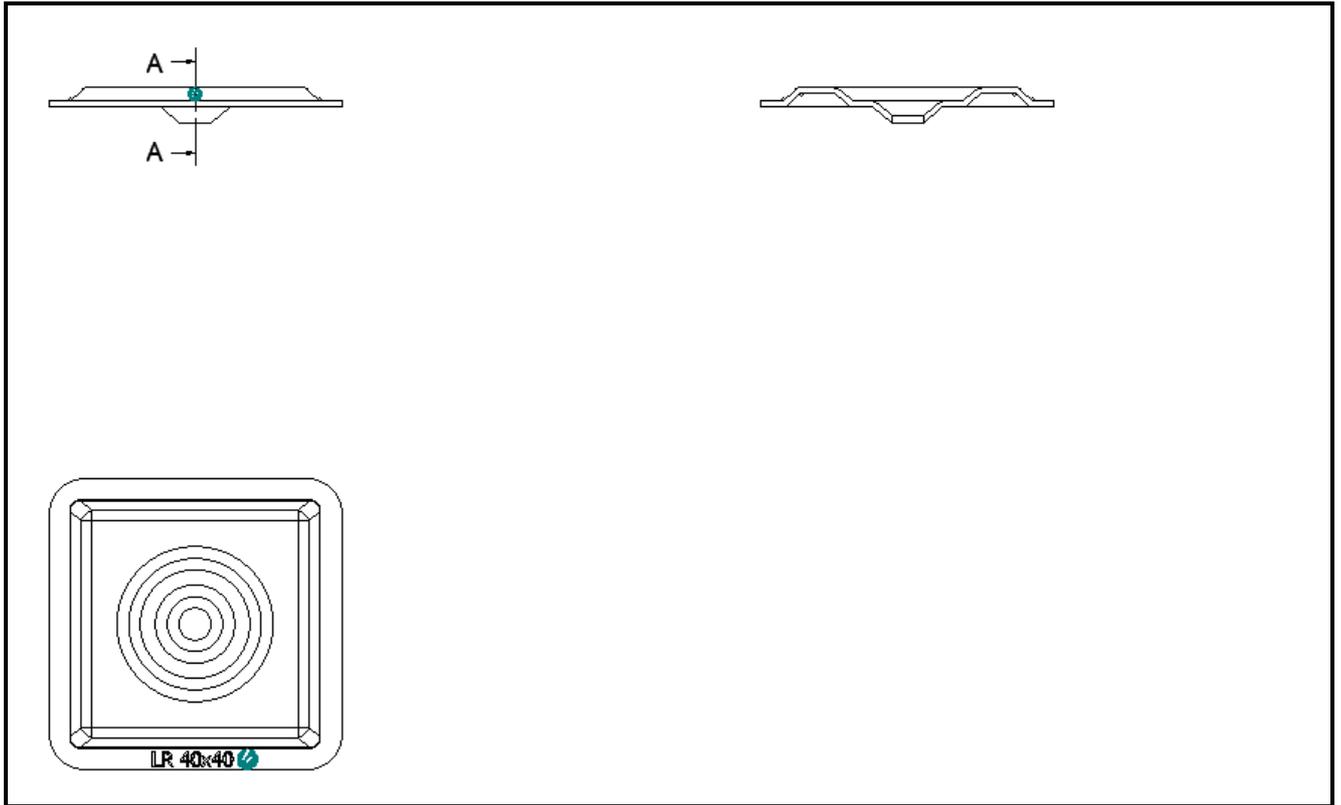


Figure 18 – Traçage des rails

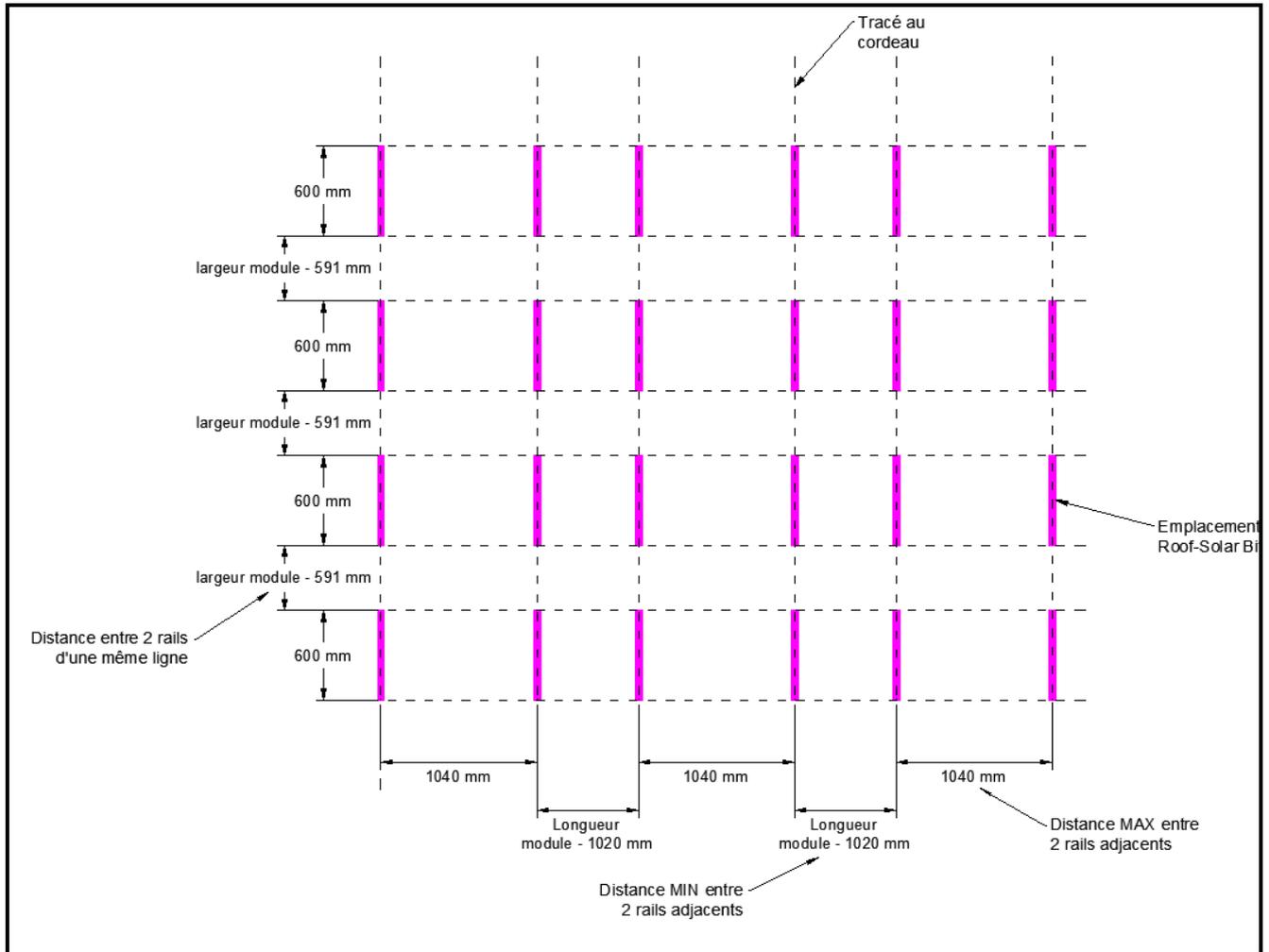


Figure 19 - Soudure d'un rail



Dans le cas où les rails ne sont pas posés à la suite du revêtement (dans un délai maximum de 1 an), il faut appliquer les dispositions du §6.4.2.2. « • Soudure des bandes de maintien des rails ».

Figure 20 - Assemblage rail / fixation / module

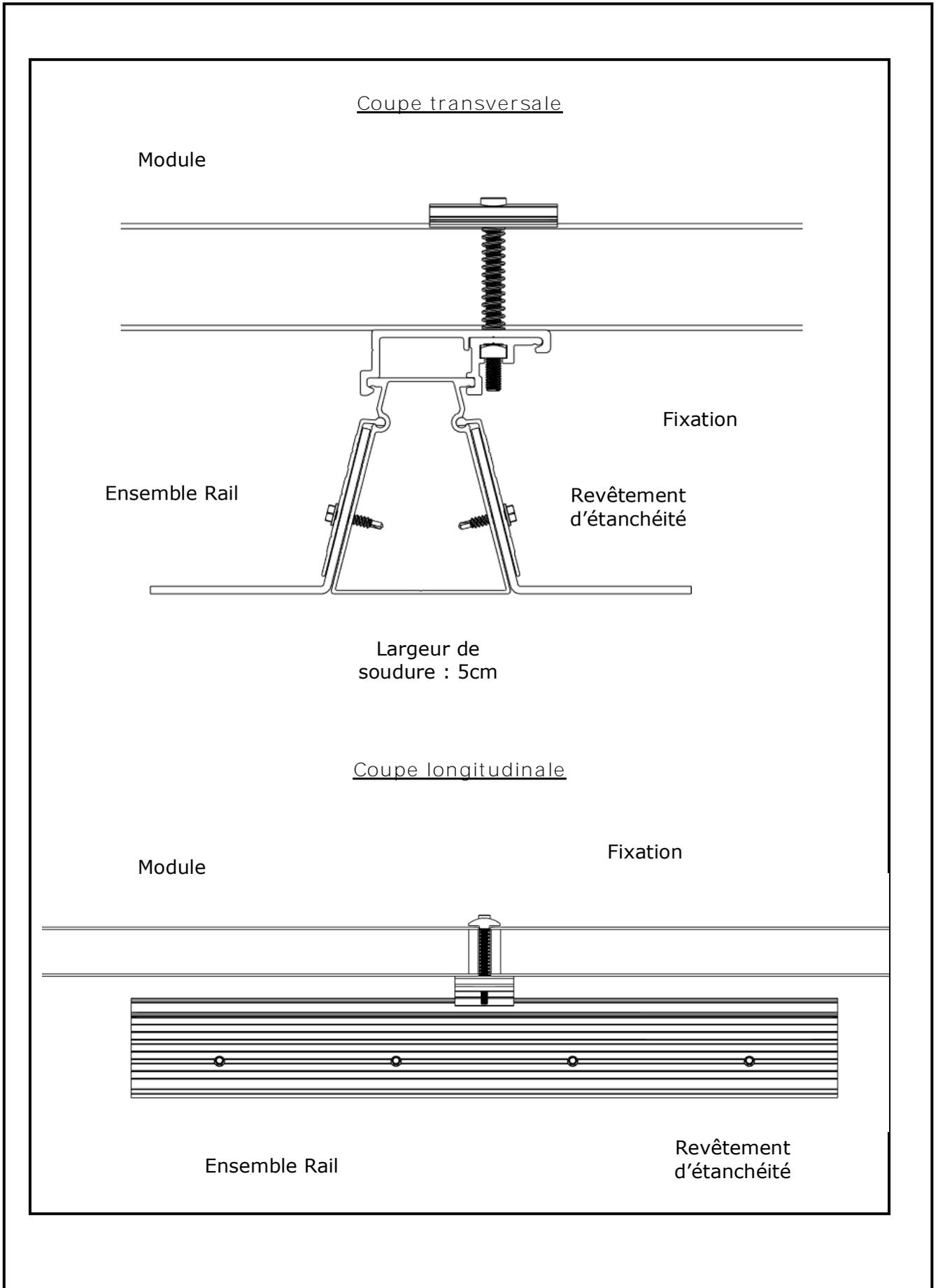
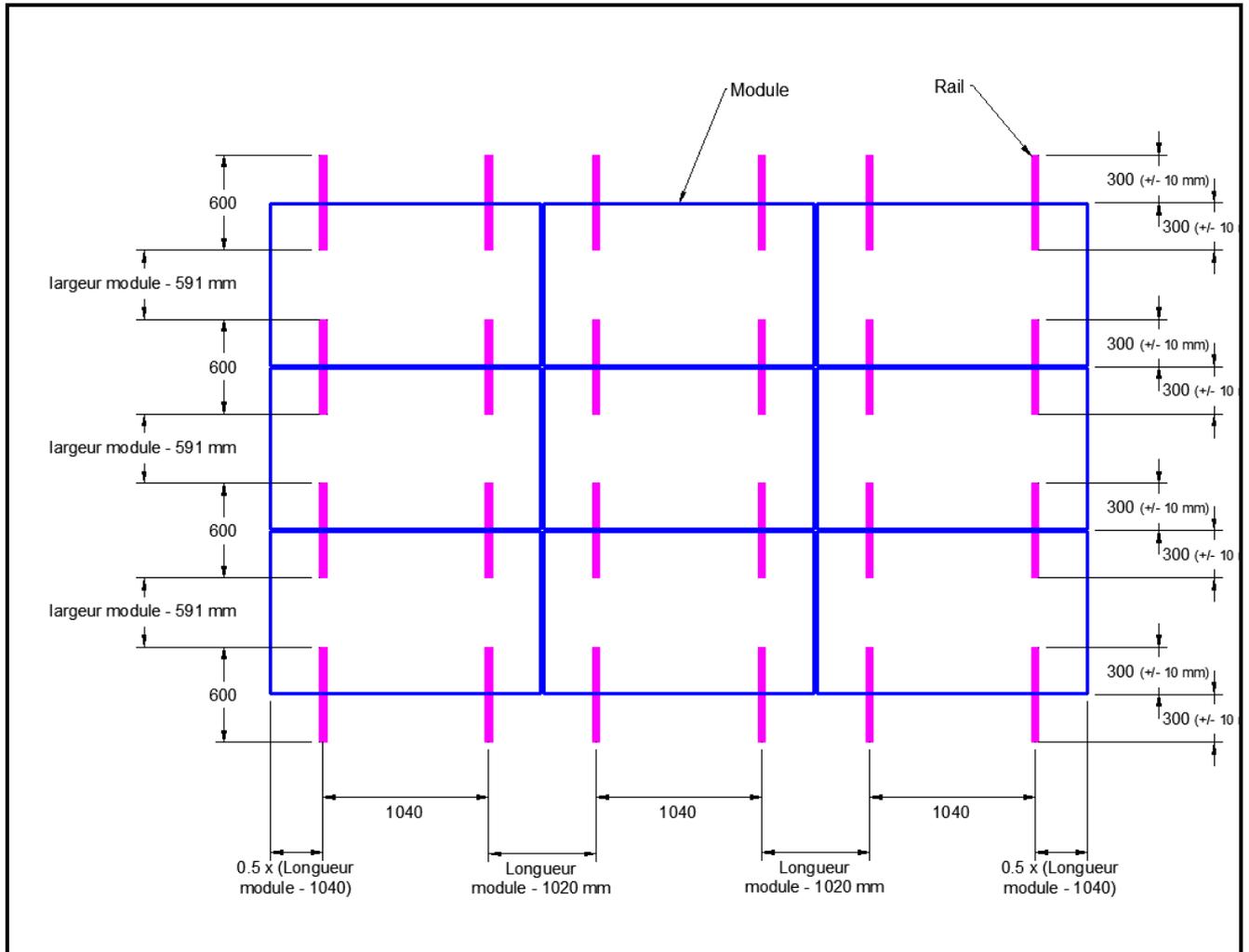


Figure 21 - Implantation des rails / modules



Annexe 3

Grille de vérification des gammes de modules par le comité d'ATEX sur la base du référentiel de vérification des modules photovoltaïques en Avis Technique

Grille de vérification G01/3275_V1

Associée à l'ATEX n° 3275_V1

Procédé : ROOF-SOLAR BITUME TAN GP ROOFALTEO - Plat

Date de mise en application : 08/04/2024

Cette grille de vérification indique les gammes de modules acceptées par le comité d'ATEX, dont les modules peuvent être intégrés en tant qu'élément constitutif d'un procédé photovoltaïque faisant l'objet de l'ATEX citée. L'ATEX citée fait elle-même référence à cette grille de vérification des gammes de modules.

Au moment de la commande des modules photovoltaïques pour un chantier donné, le Maître d'Ouvrage et son installateur doivent s'assurer que la gamme de modules correspondante fait partie des gammes de modules présentes dans la grille de vérification de l'ATEX utilisée. Le n° de la grille de vérification à utiliser doit comporter le n° de l'ATEX.

Cette grille de vérification est utilisable exclusivement en association avec l'ATEX de cas A **n° 3275_V1**.
S'il existe une grille de vérification plus récente portant un n° du type **Gn/3275_V1 avec n > 01**, celle-ci annule et remplace la présente grille. La version la plus récente de la grille de vérification est celle publiée sur le site du CSTB.

Dans l'ATEX concernée, si plusieurs groupes de gammes de modules se distinguent par des domaines d'emploi différents ou des mises en œuvre différentes, etc, ces différents groupes sont désignés par des lettres (A, B, C... par ordre chronologique de validation, s'il n'y a qu'un seul groupe, il est désigné par la lettre A). L'ordre des lettres ne constitue en aucun cas un quelconque classement des groupes les uns par rapport aux autres.

Une lettre indiquée dans une case de la grille de vérification valide qu'une gamme de module a été acceptée par le comité d'ATEX pour une utilisation en tant qu'élément constitutif du procédé sous ATEX pour le domaine d'emploi du groupe que la lettre désigne (voir l'ATEX pour les caractéristiques de chaque groupe vis-à-vis du domaine d'emploi ou de la mise en œuvre).

Liste des gammes de modules vérifiées sur la base des critères d'acceptation de modules photovoltaïques en Avis Technique

ROOF-SOLAR BITUME TAN GP ROOFALTEO - Plat

Fabricant	Gamme de modules	Tension maximale	Plages de puissances	Dimensions hors-tout (mm)	n° d'Appréciation Technique d'Expérimentation
					3275_V1
SYSTOVI	PS73xxxN07 PS75xxxN17	1 000 V	300-330 Wc	1 663,5 x 1 000,5 x 35	A
TRINA SOLAR	TSM-DE09.08	1 500 V	390-410 Wc	1 754 x 1 096 x 30	B
DMEGC	DMxxxM10-54HBW(/-V) DMxxxM10-54HSW(/-V)	- : 1 000 V ou -V : 1 500 V	400 à 415 Wc	1 708 x 1 134 x 30 1 722 x 1 134 x 30	B
LONGi	LR5 54 HIH/HPH	1 500 V	400 à 420 Wc	1 722 x 1 134 x 30	B
TRINA	TSM-DE09R.08	1 500 V	415 à 435 Wc	1 762 x 1 134 x 30	B

(*) : la date ne peut dépasser la date de fin de validité de l'Appréciation Technique d'Expérimentation associé

Détail des caractéristiques des modules :

Légende :

P_{mpp} : Puissance au point de puissance maximum.

U_{co} : Tension en circuit ouvert.

U_{mpp} : Tension nominale au point de puissance maximum.

I_{cc} : Courant de court-circuit.

I_{mpp} : Courant nominal au point de puissance maximum.

$\sigma_T (P_{mpp})$: Coefficient de température pour la puissance maximum.

$\sigma_T (U_{co})$: Coefficient de température pour la tension en circuit ouvert.

$\sigma_T (I_{cc})$: Coefficient de température pour l'intensité de court-circuit.

Sommaire des gammes de modules

SYSTOVI – PS73/PS75	4
TRINA SOLAR – TSM-xxx DE09.08.....	6
DMEGC - DMxxxM10-54HBW(/-V) HSW(/-V).....	8
LONGi LR5 54 HIH/HPH.....	11
TRINA TSM-DE09R.08.....	13

Liste des gammes de modules vérifiées sur la base des critères d'acceptation de modules photovoltaïques en Avis Technique

ROOF-SOLAR BITUME TAN GP ROOFALTEO - Plat

SYSTOVI – PS73/PS75

SYSTOVI

PS73XXXN07
PS75XXXN17

Modules PS73XXXN07

P_{mpp} (W)	300	305	310	315	320	325	330
U_{co} (V)	39,60	39,96	40,44	40,56	40,98	41,16	41,43
U_{mpp} (V)	31,92	32,26	32,72	32,83	33,29	33,520	33,860
I_{cc} (A)	10,01	10,04	10,07	10,08	10,14	10,170	10,220
I_{mpp} (A)	9,44	9,48	9,55	9,56	9,64	9,670	9,720
αT (P_{mpp}) [%/K]	-0,41						
αT (U_{co}) [%/K]	-0,32						
αT (I_{cc}) [%/K]	0,047						
Courant inverse maximum (A)	18						

Modules PS75XXXN17

P_{mpp} (W)	300	305	310	315	320	325	330
U_{co} (V)	39,51	39,60	39,96	40,10	40,44	40,56	40,98
U_{mpp} (V)	32,30	32,65	33,10	33,30	33,69	34,09	34,54
I_{cc} (A)	9,97	10,01	10,04	10,06	10,07	10,08	10,14
I_{mpp} (A)	9,41	9,44	9,48	9,50	9,55	9,56	9,64
αT (P_{mpp}) [%/K]	-0,41						
αT (U_{co}) [%/K]	-0,32						
αT (I_{cc}) [%/K]	0,050					0,047	
Courant inverse maximum (A)	18						

Caractéristiques dimensionnelles
des modules photovoltaïques PS73/PS75

Dimensions hors tout (mm)	1 663,5 x 1 000,5 x 35
Surface hors-tout (m²)	1,66
Masse (kg)	19,5
Masse spécifique (kg/m²)	11,7

Conditionnement
des modules photovoltaïques PS73/PS75

nombre de modules maximum par emballage	30
nature de l'emballage	palette filmée et cerclée
position des modules	horizontale
nature des séparateurs	coins plastiques
Commentaire	-

Fabrication
des modules photovoltaïques PS73/PS75

Site(s) de fabrication	CETIH Carquefou à Carquefou (44) France
ISO 9001	ISO 9001:2015
classification sur le flash test systématique	-/+ 5%
mesure(s) par électroluminescence	Contrôle par électroluminescence sur 100% des laminés avant cadrage
inspection finale	Oui

Liste des gammes de modules vérifiées sur la base des critères d'acceptation de modules photovoltaïques en Avis Technique

ROOF-SOLAR BITUME TAN GP ROOFALTEO - Plat

Déclaration Environnementale des modules photovoltaïques PS73/PS75

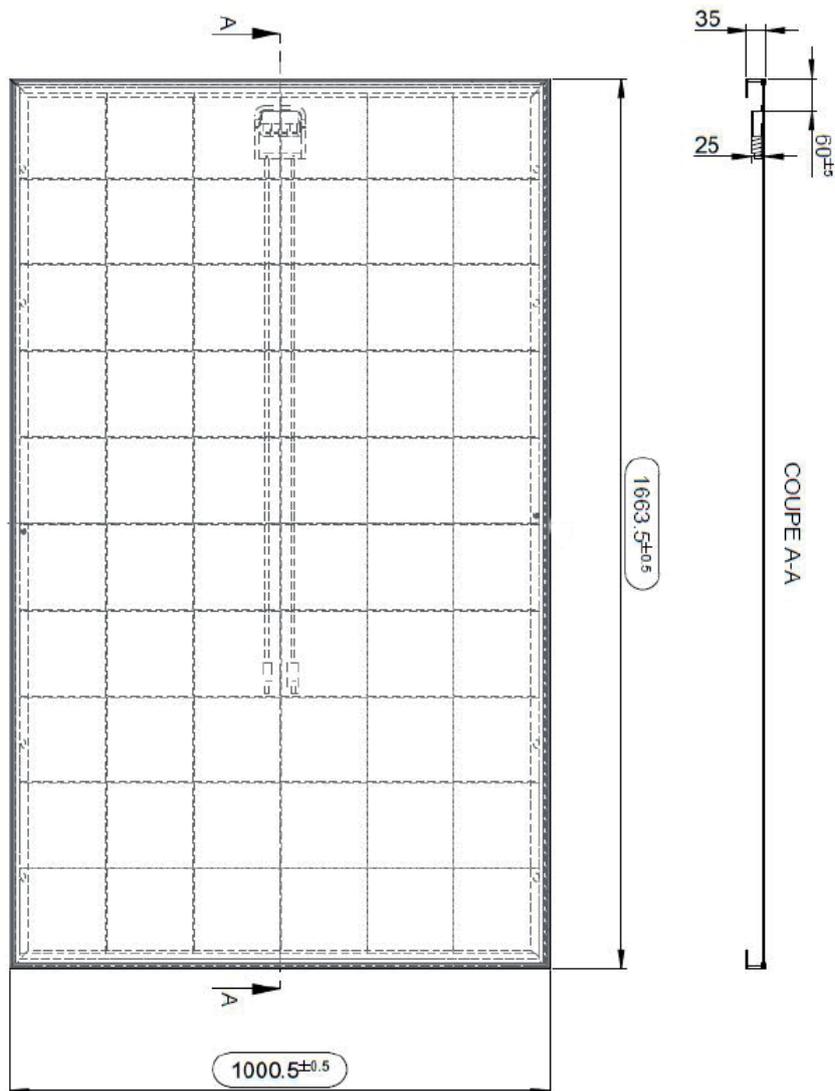
Le procédé associé à cette gamme de modules ne fait pas l'objet d'une Déclaration Environnementale (DE).

Composants identifiables visuellement des modules photovoltaïques PS73/PS75

Nature et nombre de cellules	monocristalline PERC au nombre de 60 cellules (10 lignes x 6 colonnes)
Boîtes de connexion	PV GZX 156K
Connecteurs	PV GZX 1500

Caractéristiques mécaniques des modules photovoltaïques PS73/PS75

épaisseur du verre et tolérances	3,2 ± 0,2 mm
moments d'inertie des profilés du cadre	- Ix = 2,23 cm ⁴ - Iy = 1,22 cm ⁴
nuance d'aluminium et état métallurgique	EN AW-6063 T5 anodisé noir
prise en feuillure du laminé	8,75 mm



Modules photovoltaïques et cadre : PS73xxxN07 / PS75xxxN17

Liste des gammes de modules vérifiées sur la base des critères d'acceptation de modules photovoltaïques en Avis Technique

ROOF-SOLAR BITUME TAN GP ROOFALTEO - Plat

TRINA SOLAR – TSM-xxx DE09.08

TRINA SOLAR

TSM-xxx DE09.08

Modules TSM-xxx DE09.08					
P_{mpp} (W)	390	395	400	405	410
U_{co} (V)	40,8	41	41,2	41,4	41,6
U_{mpp} (V)	33,8	34	34,2	34,4	34,6
I_{cc} (A)	12,14	12,21	12,25	12,34	12,4
I_{mpp} (A)	11,54	11,62	11,7	11,77	11,85
αT (P_{mpp}) [%/K]	-0,34				
αT (U_{co}) [%/K]	-0,25				
αT (I_{cc}) [%/K]	0.04				
Courant inverse maximum (A)	20				

Caractéristiques dimensionnelles des modules photovoltaïques TSM-xxx DE09.08	
Dimensions hors tout (mm)	1 754 x 1 096 x 30
Surface hors-tout (m²)	1,92
Masse (kg)	21
Masse spécifique (kg/m²)	10,9

Conditionnement des modules photovoltaïques TSM-xxx DE09.08	
nombre de modules maximum par emballage	36
nature de l'emballage	carton
position des modules	horizontale
nature des séparateurs	carton
Commentaire	-

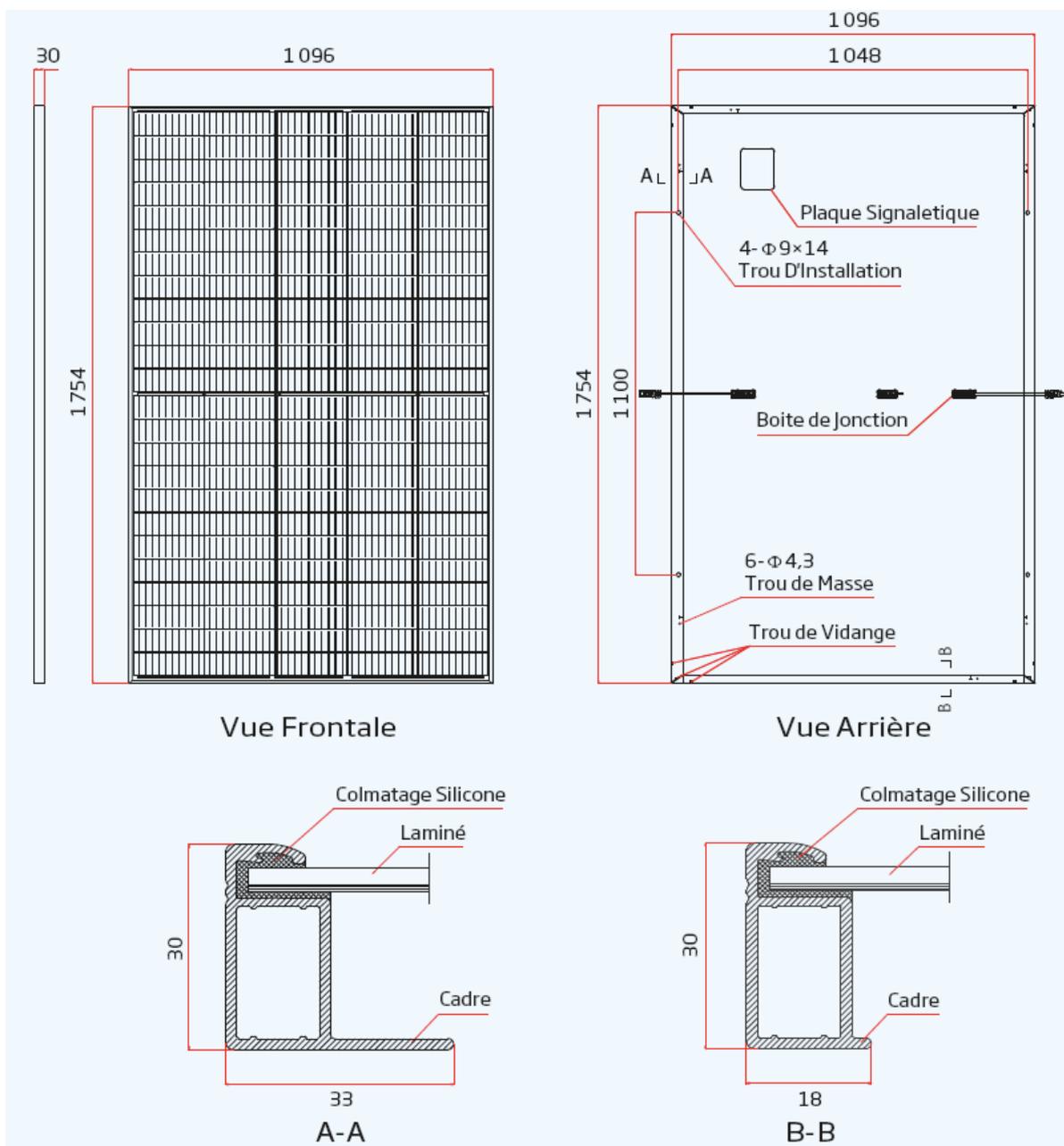
Fabrication des modules photovoltaïques TSM-xxx DE09.08	
Site(s) de fabrication	Trina Solar Yiwu technology CO., Ltd. No. 801, Longqi Road, Suxi Town Yiwu City, Zhejiang Province, P. R. China Post code 322009
ISO 9001	ISO 9001 Certificate [2021-2024] Changzhou
classification sur le flash test systématique	0 à +5 Wc
mesure(s) par électroluminescence	Simple
inspection finale	Oui

Déclaration Environnementale des modules photovoltaïques TSM-xxx DE09.08	
Le procédé associé à cette gamme de modules ne fait pas l'objet d'une Déclaration Environnementale (DE).	

Composants identifiables visuellement des modules photovoltaïques TSM-xxx DE09.08	
Nature et nombre de cellules	monocristalline au nombre de 120 cellules (24 lignes x 5 colonnes)
Boîtes de connexion	Trina Solar TS 306x
Connecteurs	TS4 , Trina Solar Co., Ltd

ROOF-SOLAR BITUME TAN GP ROOFALTEO - Plat

Caractéristiques mécaniques des modules photovoltaïques TSM-xxx DE09.08	
épaisseur du verre et tolérances	3,2mm +/-0,2 mm
moments d'inertie des profilés du cadre	Long côté : - $I_x = 2,08 \text{ cm}^4$ - $I_y = 1,13 \text{ cm}^4$ Petit côté : - $I_x = 1,30 \text{ cm}^4$ - $I_y = 0,49 \text{ cm}^4$
nuance d'aluminium et état métallurgique	EN AW-6005 T6 anodisé
prise en feuillure du laminé	8,5 mm



Modules photovoltaïques et cadre : TSM-DE09.08

Liste des gammes de modules vérifiées sur la base des critères d'acceptation de modules photovoltaïques en Avis Technique

ROOF-SOLAR BITUME TAN GP ROOFALTEO - Plat

DMEGC - DMxxxM10-54HBW(/-V) HSW(/-V)

DMEGC

DMxxxM10-54HBW(/-V)

DMxxxM10-54HSW(/-V)

Modules DMEGC DMxxxM10-54HBW(/-V) et DMxxxM10-54HSW(/-V)

P_{mpp} (W)	400	405	410	415
U_{co} (V)	37,09	37,21	37,33	37,45
U_{mpp} (V)	30,75	30,91	31,09	31,27
I_{cc} (A)	13,90	13,98	14,06	14,13
I_{mpp} (A)	13,03	13,11	13,20	13,29
αT (P_{mpp}) [%/K]	-0,330			
αT (U_{co}) [%/K]	-0,246			
αT (I_{cc}) [%/K]	+0,0448			
Courant inverse maximum (A)	25			

Caractéristiques dimensionnelles des modules DMEGC DMxxxM10-54HBW(/-V) et DMxxxM10-54HSW(/-V) (1 708 x 1 134) mm

Dimensions hors-tout (mm)	1 708 x 1 134 x 30
Surface hors-tout (m²)	1,94
Masse (kg)	19,5
Masse spécifique (kg/m²)	10,1

Caractéristiques dimensionnelles des modules DMEGC DMxxxM10-54HBW(/-V) et DMxxxM10-54HSW(/-V) (1 722 x 1 134) mm

Dimensions hors-tout (mm)	1 722 x 1 134 x 30
Surface hors-tout (m²)	1,95
Masse (kg)	21,2
Masse spécifique (kg/m²)	10,9

Conditionnement

nombre de modules maximum par emballage	36
nature de l'emballage	carton
position des modules	horizontalement
nature des séparateurs	angles cartonnés
Commentaire	-

Fabrication

Site(s) de fabrication	Sihong (Chine)
ISO 9001	ISO 9001:2015
classification sur le flash test systématique	0 à + 3 %
mesure(s) par électroluminescence	Oui
inspection finale	Oui

Déclaration Environnementale

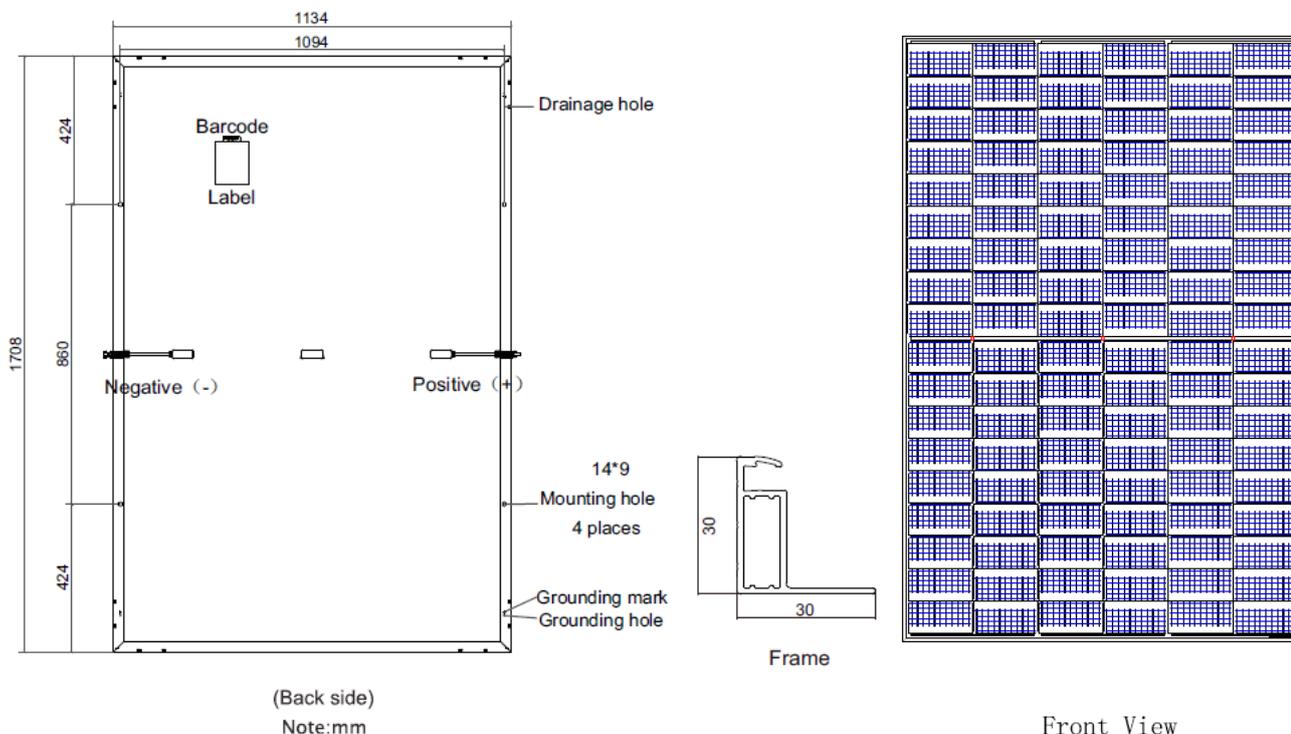
Le produit DMEGC M10-54HSW M10-54HBW M10-54HBB fait l'objet d'une Déclaration Environnementale (DE) collective. Cette DE a été établie le 22/03/2022 et a fait l'objet d'une vérification par tierce partie indépendante selon l'arrêté du 31 août 2015 et est déposée sur le site www.inies.fr
Le procédé complet associé à cette gamme de modules ne fait pas l'objet d'une Déclaration Environnementale (DE).

Liste des gammes de modules vérifiées sur la base des critères d'acceptation de modules photovoltaïques en Avis Technique

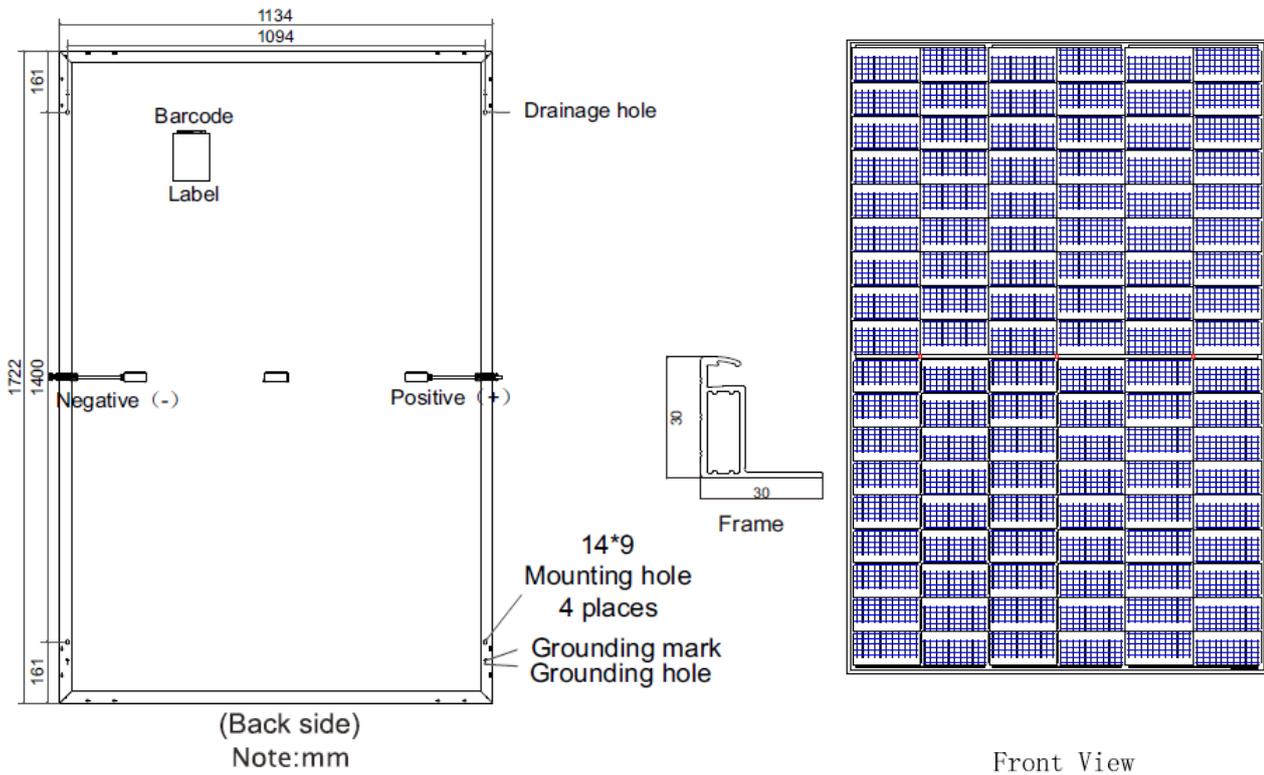
ROOF-SOLAR BITUME TAN GP ROOFALTEO - Plat

Composants identifiables visuellement	
Nature et nombre de cellules	demi-monocristallines au nombre de 108 (18 lignes x 6 colonnes)
Boîtes de connexion	PV-ZH011C-5 et PV-ZH011C-3L de Zhejiang Zhonghuan Sunter PV Technology
Connecteurs	PV-KST4-EVO 2 et PV-KBT4-EVO 2 de Stäubli Electrical Connectors

Caractéristiques mécaniques	
épaisseur du verre et tolérances DMEGC DMxxxM10-54HBW/-V et DMxxxM10-54HSW/-V (1 708 x 1 134) mm	2,8 ± 0,2 mm
épaisseur du verre et tolérances DMEGC DMxxxM10-54HBW/-V et DMxxxM10-54HSW/-V (1 722 x 1 134) mm	3,2 ± 0,2 mm
moments d'inertie des profilés du cadre	$I_z = 1,75 \text{ cm}^4$ $I_y = 1,26 \text{ cm}^4$
nuance d'aluminium et état métallurgique	EN AW-6063 T5 ou T6 ou T66 ou EN AW- 6005 T5 ou T6
prise en feuillure du laminé	6,9 mm
Charge positive (vers le bas sur la face avant du module photovoltaïque) mécanique statique d'essai (valeur effective sans coefficient réducteur) maximale appliquée lors de l'essai MQT 16 de la norme NF EN IEC 61215-2	5 400 Pa
Charge négative (vers le haut sur la face arrière du module photovoltaïque) mécanique statique d'essai (valeur effective sans coefficient réducteur) maximale appliquée lors de l'essai MQT 16 de la norme NF EN IEC 61215-2	2 400 Pa



ROOF-SOLAR BITUME TAN GP ROOFALTEO - Plat



ROOF-SOLAR BITUME TAN GP ROOFALTEO - Plat

LONGi LR5 54 HIH/HPH

LONGi

LR5

Modules LR5 54 HIH/HPH					
P_{mpp} (W)	400	405	410	415	420
U_{co} (V)	36,75	37	37,25	37,5	37,75
U_{mpp} (V)	30,75	31	31,25	31,49	31,73
I_{cc} (A)	13,76	13,83	13,88	13,94	14,01
I_{mpp} (A)	13,01	13,07	13,12	13,18	13,24
αT(P_{mpp}) [%/K]	-0,34				
αT(U_{co}) [%/K]	-0,265				
αT(I_{cc}) [%/K]	+0,05				
Courant inverse maximum (A)	25A				

Caractéristiques dimensionnelles	
Dimensions hors-tout (mm)	1 722 x 1 134 x 30
Surface hors-tout (m²)	1,95
Masse (kg)	20,8
Masse spécifique (kg/m²)	10,7

Conditionnement	
nombre de modules maximum par emballage	36
nature de l'emballage	Carton + film plastique
position des modules	verticale
nature des séparateurs	Coins en carton
Commentaire	le stockage sur chantier se fait à l'abri des intempéries

Fabrication	
Site(s) de fabrication	Taizhou, Chuzhou (Chine)
ISO 9001	ISO 9001:2015
classification sur le flash test systématique	0 à + 3 %
mesure(s) par électroluminescence	Oui
inspection finale	Oui

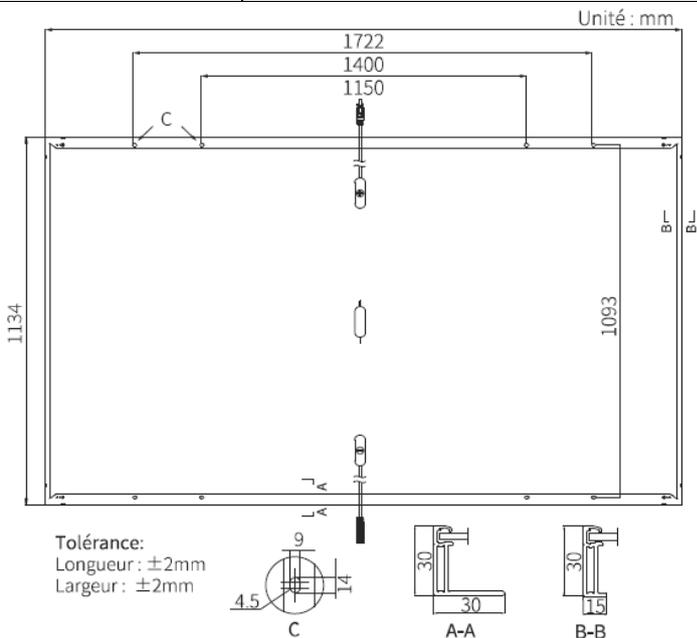
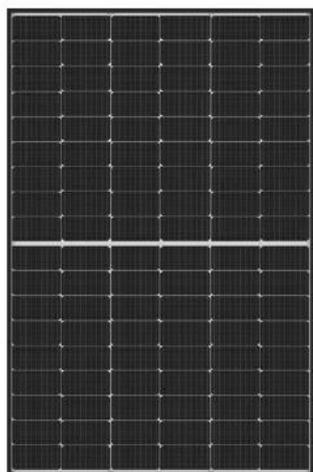
Liste des gammes de modules vérifiées sur la base des critères d'acceptation de modules photovoltaïques en Avis Technique

ROOF-SOLAR BITUME TAN GP ROOFALTEO - Plat

Déclaration Environnementale	
Le procédé associé à cette gamme de module ne fait pas l'objet d'une Déclaration Environnementale (DE).	

Composants identifiables visuellement	
Nature et nombre de cellules	monocristallines au nombre de 108 (6 colonnes de 18 cellules)
Boîtes de connexion	PV-LR0xy de LONGi
Connecteurs	PV-LR5 de LONGi
	PV-KST4/KBT4-EVO2A de Stäubli Electrical Connectors

Caractéristiques mécaniques	
épaisseur du verre et tolérances	3,2 ± 0,2 mm
moments d'inertie des profilés du cadre	Profilés longs : - $I_x = 1,94 \text{ cm}^4$, - $I_y = 0,548 \text{ cm}^4$, Profilés courts : - $I_x = 1,27 \text{ cm}^4$, - $I_y = 0,399 \text{ cm}^4$.
nuance d'aluminium et état métallurgique	EN AW-6005 T6
prise en feuillure du laminé	8,0 ± 0,2 mm
Charge positive (vers le bas sur la face avant du module photovoltaïque) mécanique statique d'essai (valeur effective sans coefficient réducteur) maximale appliquée lors de l'essai MQT 16 de la norme NF EN IEC 61215-2	5 400 Pa
Charge négative (vers le haut sur la face arrière du module photovoltaïque) mécanique statique d'essai (valeur effective sans coefficient réducteur) maximale appliquée lors de l'essai MQT 16 de la norme NF EN IEC 61215-2	2 400 Pa



ROOF-SOLAR BITUME TAN GP ROOFALTEO - Plat

TRINA TSM-DE09R.08

TRINA

TSM-DE09R.08

Modules TRINA TSM-DE09R.08					
P_{mpp} (W)	415	420	425	430	435
U_{co} (V)	49,4	49,7	49,9	50,3	50,6
U_{mpp} (V)	41,0	41,3	41,5	41,8	42,0
I_{cc} (A)	10,64	10,69	10,74	10,81	10,86
I_{mpp} (A)	10,11	10,17	10,24	10,3	10,36
αT(P_{mpp}) [%/K]	-0,34				
αT(U_{co}) [%/K]	-0,25				
αT(I_{cc}) [%/K]	+0,04				
Courant inverse maximum (A)	20				

Caractéristiques dimensionnelles	
Dimensions hors-tout (mm)	1 762 x 1 134 x 30
Surface hors-tout (m²)	2,00
Masse (kg)	21,8
Masse spécifique (kg/m²)	10,9

Conditionnement	
nombre de modules maximum par emballage	36
nature de l'emballage	Carton
position des modules	horizontale
nature des séparateurs	Coins en carton
Commentaire	le stockage sur chantier se fait à l'abri des intempéries

Fabrication	
Site(s) de fabrication	Yiwu (Chine)
ISO 9001	ISO 9001:2015
classification sur le flash test systématique	0 à + 5 Wc
mesure(s) par électroluminescence	Oui
inspection finale	Oui

Liste des gammes de modules vérifiées sur la base des critères d'acceptation de modules photovoltaïques en Avis Technique

ROOF-SOLAR BITUME TAN GP ROOFALTEO - Plat

Déclaration Environnementale	
Le procédé associé à cette gamme de module ne fait pas l'objet d'une Déclaration Environnementale (DE).	

Composants identifiables visuellement	
Nature et nombre de cellules	monocristallines au nombre de 144 (6 colonnes de 24 cellules)
Boîtes de connexion	TS 306x de TRINA SOLAR
Connecteurs	TS4 de TRINA SOLAR

Caractéristiques mécaniques	
épaisseur du verre et tolérances	3,2 ± 0,2 mm
moments d'inertie des profilés du cadre	<ul style="list-style-type: none"> • Profilé grand côté : <ul style="list-style-type: none"> - $I_x = 1,65 \text{ cm}^4$, - $I_y = 1,04 \text{ cm}^4$. • Profilé petit côté : <ul style="list-style-type: none"> - $I_x = 1,25 \text{ cm}^4$, - $I_y = 0,334 \text{ cm}^4$.
nuance d'aluminium et état métallurgique	EN AW-6005 T6
prise en feuillure du laminé	7 mm
Charge positive (vers le bas sur la face avant du module photovoltaïque) mécanique statique d'essai (valeur effective sans coefficient réducteur) maximale appliquée lors de l'essai MQT 16 de la norme NF EN IEC 61215-2	6 000 Pa
Charge négative (vers le haut sur la face arrière du module photovoltaïque) mécanique statique d'essai (valeur effective sans coefficient réducteur) maximale appliquée lors de l'essai MQT 16 de la norme NF EN IEC 61215-2	2 400 Pa

