

APPRECIATION TECHNIQUE D'EXPERIMENTATION

Numéro de référence CSTB : 3255_V1

sur le procédé photovoltaïque : « IKO SURFA 5 TOPSOLAR BITUME »

ATEx de cas a

Validité du 29/01/2024 au 31/01/2027



Copyright : Société IKO-AXTER

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 IKO-AXTER
4 rue Joseph COSTE
59552 COURCHELETTES

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° 3255_V1

Note Liminaire : Cette Appréciation porte essentiellement sur les procédés d'étanchéité et de production photovoltaïque définis dans le Dossier Technique.

Selon l'avis du Comité d'Experts en date du 21/09/2023, le demandeur ayant été entendu, la demande d'ATEX ci-dessous définie:

- demandeur : Société IKO-AXTER
- technique objet de l'expérimentation : Procédé complet de toiture étanchée composé d'un complexe d'étanchéité bitumineuse, de modules photovoltaïques cadrés maintenus parallèlement ou inclinés de 10° par rapport au plan de la toiture par des attelages soudés sur l'étanchéité.

Cette technique est définie dans le dossier enregistré au CSTB sous le numéro ATEX 3255_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 **31 janvier 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

Lorsqu'il est mis en œuvre sur élément porteur en tôles d'acier nervurées, le procédé n'est valable qu'avec les tôles d'acier nervurées SURFALTEO 42.1010, SURFALTEO 49.950, SURFALTEO 59.900, SURFALTEO 73.780, SURFALTEO 73.780 PP fabriquées par BACACIER ; celles-ci sont dimensionnées et mises en œuvre conformément aux fiches techniques figurant en annexe E du Dossier Technique.

Les charges admissibles de neige normale tiennent compte d'un tassement des isolants limité à 2 mm lorsqu'ils sont chargés par les attelages du procédé.

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

Dans ces conditions et sous réserve de respecter la méthodologie de dimensionnement spécifique prévue au Dossier Technique (cf. annexe F du Dossier Technique), la stabilité semble assurée.

1.2 – Sécurité des intervenants

La mise en œuvre de ce procédé impose les dispositions relatives à la sécurité des personnes contre les chutes de hauteur. A cet égard, ce système n'impose pas de dispositions autres que celles habituellement requises pour la mise en œuvre des toitures.

1.2 – Sécurité en cas d'incendie

Dans les lois et règlements en vigueur, les dispositions à considérer pour les toitures-terrasses inaccessibles 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 de tenue au feu Broof (t3) du procédé photovoltaïque "IKO SURFA 5 TOPSOLAR BITUME" n'est toutefois pas connu.

Appréciation Technique d'Expérimentation n° 3255_V1

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.

1.3 – Sécurité en cas de séisme

Conformément à l'arrêté du 22 octobre 2010 modifié, relatif à la classification et aux règles de construction parasismique applicable aux bâtiments de la classe dite "à risque normal", l'implantation des modules photovoltaïques en surimposé n'est pas visée par la réglementation.

1.4 Sécurité électrique

Les modules photovoltaïques visés (cf. annexe 3 de l'ATEX) bénéficient de certificats et rapports de conformité aux normes NF EN 61215 et NF EN 61730.

Les modules photovoltaïques sont équipés de connecteurs avec système de verrouillage, IP67 au minimum, permettant un bon contact électrique entre chacune des polarités et assurant également une protection de l'installateur contre les risques de chocs électriques.

Le respect des prescriptions définies dans la norme NF C 15-100 en vigueur, pour le dimensionnement et la pose, permet de s'assurer de la sécurité et du bon fonctionnement des connecteurs électriques.

La réalisation de l'installation photovoltaïque conformément au guide UTE C 15-712 en vigueur permet d'assurer la protection des biens et des personnes.

Une liaison équipotentielle des masses des cadres des modules photovoltaïques et des attelages est réalisée (cf. figures 34 à 36 du Dossier Technique).

La sécurité électrique semble donc avérée.

1.5 Durabilité

Le tableau 19 du Dossier Technique permet de s'assurer de l'adéquation entre la composition des différents éléments métalliques du procédé et les atmosphères extérieures.

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 attelages (hors plastron) est réalisée selon un cahier des charges spécifique d'IKO-AXTER. Compte tenu des contrôles effectués en cours de fabrication puis par IKO-AXTER lors de la livraison, la constance de fabrication semble assurée.

La fabrication des revêtements d'étanchéité sont effectués par la société IKO-AXTER. Ces éléments sont sous Document Technique d'Application. Les plastrons sont extraits par découpe de membranes fabriquées par IKO-AXTER dont le contrôle est intégré à l'usine. 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 des travaux d'étanchéité est confiée à des entreprises qualifiées et formées aux techniques de pose des revêtements d'étanchéité. La société IKO-AXTER dispense une formation obligatoire abordant les spécificités liées à la mise en œuvre du procédé IKO SURFA 5 TOPSOLAR BITUME.

2.3 – Assistance technique

Pour chaque chantier, une étude par les services techniques d'IKO-AXTER est obligatoire.

L'assistance technique se fait sous l'égide d'IKO-AXTER éventuellement complétée par l'assistance technique de la société BACACIER.

Appréciation Technique d'Expérimentation n° 3255_V1

3°) Risques de désordres

Les isolants listés au Dossier Technique sont sollicités par des charges ponctuelles et cela, sur un support qui peut être discontinu dans le cas d'un élément porteur en tôles d'acier nervurées. Compte tenu notamment des essais de comportement sous charge maintenue, le risque de déformations importantes des isolants semble limité.

4°) Recommandations

Il est recommandé de :

- Dans le cas d'éléments porteurs en Tôles d'Acier Nervurées, les ancrages des lignes de vie ne doivent pas être effectués dans ces tôles 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 DTU série 43 ;
- Le procédé induit des sollicitations ponctuelles différentes des charges réparties subies par la toiture. Ainsi la structure porteuse du bâtiment doit intégrer dans son dimensionnement les charges additionnelles apportées par le procédé photovoltaïque IKO SURFA 5 TOPSOLAR BITUME. Une coordination entre les lots concernés doit être prévue ;

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 29 janvier 2024,
La Présidente du Comité d'Experts,
Coralie NGUYEN

Appréciation Technique d'Expérimentation n° 3255_V1

ANNEXE 1

FICHE SOMMAIRE D'IDENTIFICATION (1)

Demandeur : Société IKO-AXTER

Définition de la technique objet de l'expérimentation :

Le procédé IKO SURFA 5 TOPSOLAR BITUME est un système complet de toiture photovoltaïque permettant la surimposition en toitures isolées et étanchées de modules photovoltaïques rigides cadrés posés parallèlement ou inclinés de 10° par rapport au plan de toiture. Le procédé est destiné à la France métropolitaine en climat de plaine, en travaux neufs et de réfection, sur élément porteur en béton (pente 0 à 10%), panneaux bois à usage structurel CLT (pente selon DTA et 10% maximum), tôles d'acier nervurées (profils SURFALTEO 42.1010, 49.950, 59.900, 73.780 et 73.780 PP) de la société BACACIER (pente de 3 à 10%) ou aux DROM sur éléments porteurs en béton uniquement (pente de 2 à 10%). Le système s'applique sur versants plans ou courbes (dans ce dernier cas, uniquement sur élément porteur béton avec étanchéité fixée mécaniquement et rayon de courbure de 20 m minimum).

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

Il intègre :

- des éléments porteurs en béton, panneaux bois à usage structurel (CLT) ou en tôles d'acier nervurées (TAN) conformes à la norme NF DTU 43.3. Lorsque le procédé "IKO SURFA 5 TOPSOLAR BITUME" est posé sur élément porteur en tôles d'acier nervurées, seuls les profilés suivants, d'épaisseurs nominales 0,75 ou 1 mm, de la société BACACIER sont admis: SURFALTEO 42.1010, ALTEO 49.950, ALTEO 59.900, ALTEO 73.780 (tôles d'acier nervurées pleines) ou ALTEO 73.780 PP (tôles d'acier nervurées perforées). Les fiches techniques des bacs figurent au Dossier d'ATEX ;
- un pare-vapeur fourni par IKO-AXTER ;
- des isolants. Le §1 du Dossier Technique précise la liste des isolants pouvant être utilisés en fonction de la nature de l'élément porteur ;
- un revêtement d'étanchéité. Le revêtement d'étanchéité est fourni par la société IKO-AXTER. Le §1 du Dossier Technique précise les feuilles d'étanchéité bitumineuses, monocouches ou bicouches, pouvant être utilisées en fonction de la nature de l'élément porteur ;
- des attelages supports des modules photovoltaïques : Les attelages, fournis par IKO-AXTER, permettent de supporter et liaisonner les modules photovoltaïques au revêtement d'étanchéité. Ils sont constitués des éléments suivants :
 - base en aluminium 6060 T6, de dimensions 200 x 250 x 2 mm, munie d'une glissière permettant d'accueillir les pontets,
 - plastron, de dimensions 320 x 370 x 4 mm avec un évidement en partie centrale, en liant élastomère SBS,
 - pontets équipés de brides, en aluminium 6060 T6, s'insérant dans la glissière de la base. Les pontets se déclinent en pontets plats pour la pose des modules parallèlement au plan de toiture ou en pontets bas et hauts pour la pose des modules inclinés de 10° par rapport au plan de toiture ;
- 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 67 minimum avec système de verrouillage.

(1) La description complète de la technique est donnée dans le dossier déposé au CSTB par le demandeur et enregistré sous le numéro ATEx 3255_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.

ANNEXE 2

CAHIER DES CHARGES DE CONCEPTION ET DE MISE EN OEUVRE

Ce document comporte 60 pages.

Procédé IKO SURFA 5 TOPSOLAR BITUME

« Dossier technique établi par le demandeur »

Version tenant compte des remarques formulées par le comité d'Experts

Datée de décembre 2023

A été enregistré au CSTB sous le n° d'ATEX 3255_V1.

Fin du rapport

Appréciation Technique d'Expérimentation n°3255-V1

IKO SURFA 5 TOPSOLAR BITUME

SYSTEME D'ETANCHEITE PHOTOVOLTAIQUE

Titulaire : IKO-AXTER
6, rue Laferrière
75009 Paris
www.iko.fr

Distributeur : IKO-AXTER

Dossier Technique

établi par le demandeur

A. Description

1. Principe

Le procédé IKO SURFA 5 TOPSOLAR BITUME est un système complet de toiture photovoltaïque, isolant, étanchéité bitumineuse et modules photovoltaïques rigides cadrés.

Il est destiné à la réalisation d'installation productrices d'électricité solaire sur toiture terrasse sans ajout de lestage ni perforation de la membrane d'étanchéité.

Les modules photovoltaïques peuvent être posés :

- A plat, parallèle au plan de l'étanchéité : système **IKO SURFA 5 TOPSOLAR BITUME PLAT** (figure 1)
- Penté, avec une inclinaison de 10° par rapport au plan de l'étanchéité : système
 - **IKO SURFA 5 TOPSOLAR BITUME 2PANS** : orientés majoritairement axe est / ouest du bâtiment (figure 2)
 - **IKO SURFA 5 TOPSOLAR BITUME SHED** : orientés majoritairement axe sud du bâtiment : (figure 3)

La mise en œuvre des modules photovoltaïques rigides cadrés se fait grâce à des **ATTELAGES** (figure 4, 5 et 6) mis en œuvre sur l'étanchéité.

Ces ATTELAGES sont en **disposition normale** au nombre de 2 par module photovoltaïque en systèmes IKO SURFA 5 TOPSOLAR BITUME PLAT ou 2PANS, 4 en SHED. Dans certaines zones de vent ou de neige il sera nécessaire de mettre en œuvre des ATTELAGES complémentaires : **disposition renforcée** soit 3 par module en système IKO SURFA 5 TOPSOLAR BITUME PLAT ou 2PANS, 6 en SHED.

Le procédé est destiné :

- A la France européenne, climat de plaine (altitude ≤ 900 m), sur éléments porteurs béton de pente 0 à 10%, tôles d'acier nervurées de pente 3 à 10%, CLT selon DTA particulier, à 10% maxi.
- aux DROM, sur éléments porteurs béton uniquement de pente 2 à 10%

Il est composé :

- D'un élément porteur :
 - Béton défini au § 8.2.
 - Tôles d'acier nervurées de chez BACACIER définies au § 8.3 :
 - SURFALTEO 42.1010
 - SURFALTEO 49.950
 - SURFALTEO 59.900
 - SURFALTEO 73.780
 - SURFALTEO 73.780 PP (avec uniquement les isolants suivants : Rockacier C Nu d'épaisseur 60 mm à 260 mm en un ou plusieurs lits, PIR Iko Enertherm Alu d'épaisseur 80 à 400 mm, PIR Powerdeck + d'épaisseur 80 à 280 mm)
 - Panneaux bois à usage structurel (CLT) sous DTA visant l'utilisation en support d'étanchéité définis § 8.4.
- D'un pare-vapeur fourni par IKO-AXTER (cf. § 3.531)
- D'un isolant à choisir parmi les suivants :
 - Sur TAN sous revêtement fixé mécaniquement (systèmes B et C) :
 - Laine minérale Rockacier C Nu d'épaisseur 60 mm à 260 mm en un ou plusieurs lits,
 - Laine minérale Rockacier C Nu Energy d'épaisseur 80 à 260 mm en un ou plusieurs lits,
 - Laine minérale Pantoit Tekfi 2 d'épaisseur 80 à 260 mm en un ou plusieurs lits,
 - Laine minérale SmartRoof C (38) (mono-densité) d'épaisseur 60 à 90 mm en un lit,
 - Laine minérale SmartRoof C (37) (bi-densité) d'épaisseur 100 à 260 mm en un ou plusieurs lits,
 - PIR (Powerdeck +, Efigreen Acier d'épaisseur maxi 290 mm, Panel Pir Alu T, Knauf SteelThane, Iko Enertherm Alu) posés sur SmartRoof C d'épaisseur mini 60 mm,
 - Laine minérale Rocterm Coberlan C d'épaisseur 80 à 260 mm en un ou plusieurs lits,
 - PIR (Powerdeck +, Efigreen Acier d'épaisseur maxi 290 mm, Panel Pir Alu T, Knauf SteelThane, Iko Enertherm Alu) posé sur Rocterm Coberlan C d'épaisseur mini 80 mm,
 - PIR Iko Enertherm Alu d'épaisseur 80 à 400 mm,
 - PIR Powerdeck + d'épaisseur 80 à 280 mm.
 - Sur CLT
 - sous revêtement semi-indépendant adhésif (système A) : PIR (Panel PIR 5 C, Eurothane Autopro SI (F), Knauf Thane MultTI SE, Efigreen Alu+, Iko Enertherm Alu XL PRO, Utherm Roof PIR K FRA).
 - sous revêtement fixé mécaniquement (systèmes B et C) :
Isolant de classe C minimum admis en toiture terrasse technique autoprotégé sous étanchéité fixée mécaniquement sur CLT.
Il doit posséder une résistance sous charge maintenue telle que sa déformation n'excède pas 2 mm dans les conditions du e-cahier CSTB n°3669_V2. La résistance sous charge maintenue doit être spécifiée dans un certificat ACERMI, DTA ou ATT de l'isolant.

- Sur béton
 - sous revêtement semi-indépendant adhésif (système A) : PIR (Panel PIR 5 C, Eurothane Autopro SI (F), Knauf Thane MultITI SE, Efigreen Alu+, Iko Enertherm Alu XL PRO, Utherm Roof PIR K FRA).
 - sous revêtement fixé mécaniquement (systèmes B) : Isolant de classe C minimum admis en toiture terrasse technique autoprotégé sous étanchéité fixée mécaniquement sur béton.
Il doit posséder une résistance sous charge maintenue telle que sa déformation n'excède pas 2 mm dans les conditions du e-cahier CSTB n°3669_V2. La résistance sous charge maintenue doit être spécifiée dans un certificat ACERMI, DTA ou ATT de l'isolant.
- D'une étanchéité bitumineuse fournie par IKO-AXTER :
 - sur éléments porteurs béton, tôles d'acier nervurées et CLT (systèmes B et C) :
 - monocouche IKO MONO ACIER SOLAR fixé mécaniquement selon DTA Iko Mono Acier (C) 5.2/17-2574_V1-E1,
 - bicouche IKO DUO ACIER SOLAR L4 FMP/G + IKO DUO FUSION SOLAR G/F (IKO DUO TOPACIER AR/F (C)) fixé mécaniquement selon DTA IKO DUO TOPACIER 5.2/17-2568_V1-E1,
 - sur éléments porteurs béton et CLT (système A) :
 - bicouche autoadhésif IKO DUO STICK SOLAR L4 T3 SI + IKO DUO FUSION SOLAR G/F (IKO DUO FUSION AR/F (C)) mis en œuvre selon DTA IKO DUO STICK(C) 5.2/17-2567_V1-E1.
- D'ATTELAGES supports fournis par IKO-AXTER (cf. fig. 4, 5 et 6) soudés sur l'étanchéité :
 - ATTELAGE PLAT pour système IKO SURFA 5 TOPSOLAR BITUME PLAT permettant de réaliser une mise en œuvre des modules à plat, parallèle au plan de l'étanchéité ;
 - ATTELAGE BAS et ATTELAGE HAUT pour système IKO SURFA 5 TOPSOLAR BITUME 2PANS et SHED permettant de réaliser une mise en œuvre du module penté avec une inclinaison de 10°.
- De modules photovoltaïques cadrés : :
 - Modules jusque 1,70 m² (type A)
 - Modules jusque 1,92 m² (type B)
 - Modules jusque 2,16 m² (type C)

dont les références et les puissances sont indiquées dans la grille de vérification des modules en cours de validité, figurant en annexe 3 de la présente Appréciation Technique d'Expérimentation à la page de l'Appréciation Technique d'Expérimentation publiée

La partie électrique des travaux doit être réalisée par une entreprise titulaire d'une qualification spécifique délivrée par un organisme agréé (cf. §16.2)

En fonction des matériaux constitutifs du procédé, le tableau 19 indique les atmosphères extérieures possibles.

Le procédé est utilisable (selon les règles NV modifiées)

- sur des terrasses soumises à des charges climatiques de vent n'excédant pas :

Tableau 1 : Dépressions maximales en vent normal (Pa) admissibles par le procédé IKO SURFA 5 TOPSOLAR BITUME PLAT, 2PANS ou SHED selon le module photovoltaïque, la mise en œuvre de l'étanchéité, et la disposition utilisée (hors module photovoltaïque)

Type de module	Dépressions maximales admissibles en vent normal (Pa)			
	Fixée mécaniquement (Systèmes B et C)		Autoadhésif (Système A)	
	en disposition normale	en disposition renforcée	en disposition normale	en disposition renforcée
Type A	1301	1900	890	1283
Type B	1156	1683	795	1140
Type C	1132	1650	776	1030
Ces valeurs doivent être plafonnées le cas échéant par la valeur admissible de dépression maximale (en vent normal) du module choisi dans la grille de vérification des modules photovoltaïques en cours de validité, figurant en annexe 3 de la présente Appréciation Technique d'Expérimentation à la page de l'Appréciation Technique d'Expérimentation publiée.				
Disposition normale : 2 ATTELAGES / module en PLAT et 2PANS, 4 ATTELAGES/module en SHED Disposition renforcée : 3 ATTELAGES / module en PLAT et 2PANS, 6 ATTELAGES/module en SHED				

- Sur des terrasses soumises à des charges climatiques sous neige normale ou accidentelles n'excédant pas :

Tableau 2.1 : Charge climatique de neige normale (Pa) admissible par le procédé IKO SURFA 5 TOPSOLAR BITUME PLAT ou 2PANS selon le module photovoltaïque et la disposition utilisés (hors module photovoltaïque)

Elément porteur	Pression admissible sur le support (isolant ou revêtement) (kPa) (1)	Charge de neige normale maximale admissible (Pa)					
		Type A		Type B		Type C	
		en disposition normale	en disposition renforcée	en disposition normale	en disposition renforcée	en disposition normale	en disposition renforcée
Béton CLT	20	753	1185	682	1078	564	900
	30	1185	1834	1078	1671	900	1403
	40	1618	2482	1473	2265	1235	1906
	50	2050	3130	1869	2858	1570	2409
	60	2482	3778	2265	3452	1906	2912
TAN	20	753	1185	682	1078	564	900
	30	1185	1834	1078	1671	900	1403
(1) Les valeurs de pressions admissibles sur le support sont - Sur TAN o 20 kPa pour tout isolant laine minérale listé au § 1, y compris lorsqu'il est utilisé en lit inférieur le cas échéant. o 30 kPa pour tout isolant PIR admis posé directement sur TAN. - Sur Béton et CLT, données dans le DTA propre ou le certificat ACERMI de chaque isolant : charge maintenue pour une déformation du revêtement d'étanchéité de 2 mm au plus. Cette valeur est fonction de son épaisseur. Disposition normale : 2 ATTELAGES / module. Disposition renforcée : 3 ATTELAGES / module Ces valeurs doivent être plafonnées le cas échéant par la valeur de charge de neige maximale (en neige normale) du module choisi dans la grille de vérification des modules photovoltaïques en cours de validité, figurant en annexe 3 de la présente Appréciation Technique d'Expérimentation à la page de l'Appréciation Technique d'Expérimentation publiée.							

Tableau 2.2 : Charge climatique de neige normale (Pa) admissible par le procédé IKO SURFA 5 TOPSOLAR BITUME SHED selon le module photovoltaïque et la disposition utilisés (hors module photovoltaïque)

Elément porteur	Pression admissible sur le support (isolant ou revêtement) (kPa) (1)	Charge de neige normale maximale admissible (Pa)					
		Type A		Type B		Type C	
		en disposition normale	en disposition renforcée	en disposition normale	en disposition renforcée	en disposition normale	en disposition renforcée
Béton CLT	20	1618	2482	1473	2265	1235	1906
	30	2482	3778	2265	3452	1906	2912
	40	3346	5074	3056	4639	2577	3919
	50	4210	6371	3848	5826	3248	4925
	60	5074	7667	4639	7013	3919	5932
TAN	20	1618	2482	1473	2265	1235	1906
	30	2482	3778	2265	3452	1906	2912
(1) Les valeurs de pressions admissibles sur le support sont - Sur TAN o 20 kPa pour tout isolant laine minérale listé au § 1, y compris lorsqu'il est utilisé en lit inférieur le cas échéant. o 30 kPa pour tout isolant PIR admis posé directement sur TAN. - Sur Béton et CLT, données dans le DTA propre ou le certificat ACERMI de chaque isolant : charge maintenue pour une déformation du revêtement d'étanchéité de 2 mm au plus. Cette valeur est fonction de son épaisseur. Disposition normale : 4 ATTELAGES/module. Disposition renforcée : 6 ATTELAGES/module Ces valeurs doivent être plafonnées le cas échéant par la valeur de charge de neige maximale (en neige normale) du module choisi dans la grille de vérification des modules photovoltaïques en cours de validité, figurant en annexe 3 de la présente Appréciation Technique d'Expérimentation à la page de l'Appréciation Technique d'Expérimentation publiée.							

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 3 de la présente Appréciation Technique d'Expérimentation à la page de l'Appréciation Technique d'Expérimentation publiée.

De manière à prédimensionner l'installation, la densité d'ATTELAGES peut être calculée par comparaison des charges des tableaux 1 et 2 avec les charges climatiques qui s'exercent sur la toiture issues de la Note d'information « Procédés photovoltaïques sous Avis Technique mis en œuvre en toiture - Vérification simplifiée des charges climatiques en toiture » de l'e-Cahier du CSTB 3803_V2 de juin 2022, et reprises en annexe A.

Le choix final de la densité d'ATTELAGE sera la densité la plus élevée entre celle calculée selon l'exposition au vent et celle calculée selon l'exposition à la neige, en fonction de la zone de toiture.

Dans tous les cas, pour chaque chantier, un dimensionnement systématique est à demander aux Services Techniques d'IKO-AXTER.

Il se fait, selon l'annexe F, en fonction de :

- La nature de l'élément porteur
- La nature et l'épaisseur de l'isolant
- Le type de revêtement d'étanchéité
- Le module photovoltaïque
- L'environnement du chantier (vent – neige)

2. Domaine d'emploi

Le procédé IKO SURFA 5 TOPSOLAR BITUME est employé :

- Sur versants
 - plans
 - courbes sur élément porteur béton avec étanchéité fixée mécaniquement (rayon de courbure de 20 m mini).
- En France européenne en climat de plaine et travaux neufs sur éléments porteurs :
 - béton, de pente entre 0 et 10 % avec revêtement d'étanchéité bicouche, 1 à 10 % avec revêtement d'étanchéité monocouche, sur tout type d'hygrométrie.
 - CLT, les locaux à forte et très forte hygrométrie étant exclus.
 - tôles d'acier nervurées (cf. § 8.3) de pente entre 3 et 10 %, les locaux à très forte hygrométrie étant exclus. (les TAN SURFALTEO 73.780 PP ne sont pas admises en forte hygrométrie)
- En France européenne en climat de plaine et travaux de réfection :
 - avec dépose complète de l'élément porteur dans le cas d'éléments porteurs CLT et tôles d'acier nervurées.
 - avec dépose complète de l'isolant dans le cas du béton : cf. § 8.5.
- En DROM en travaux neufs sur élément porteur béton, de pente entre 2 et 10 % sur tout type d'hygrométrie,

Afin de prendre en compte les charges ponctuelles induites par les ATTELAGES supports des modules photovoltaïques, les éléments porteurs TAN ont été dimensionnées par une campagne d'essais spécifique. (cf. § 8.3)

Les règles propres aux travaux d'étanchéité, aux éléments porteurs et aux panneaux isolants, non modifiées par le présent document sont applicables dans les départements européens et DROM pour les climats de plaine, notamment :

- NF DTU 43.1, NF DTU 43.3, NF DTU 43.4 et NF DTU 43.5 ou Avis technique particulier à l'élément porteur ;
- Cahier des Prescriptions Techniques communes « Supports de système d'étanchéité de toitures dans les Départements et Régions d'Outre-Mer (DROM) » (e-Cahier du CSTB 3644 d'octobre 2008).

Le procédé se met en œuvre en ménageant des zones sans panneaux photovoltaïques conformément au plan de calepinage, sur une largeur :

- de 1 m en bordure des relevés périphériques et autour des évacuations d'eau pluviales,
- de 0,5 m en bordure des lanterneaux, reliefs, émergences et des joints de dilatation,
- de 0,3 m de part et d'autre des faitages,
- de 1 m le long des noues.

Le procédé peut être mis en œuvre sur toute la toiture, ou sur une partie seulement. L'étanchéité de la surface non concernée par la production d'électricité, ainsi que celles des rives, angles, et points singuliers est réalisée en se référant aux DTA des monocouches et bicouches IKO-AXTER.

Le délai entre la mise en œuvre de l'étanchéité et celle des ATTELAGES (aménagement différé) ne pourra excéder 18 mois.

La pose des modules photovoltaïques n'est pas prévue dans les zones de toiture avec accumulations de neige au sens des règles NV65 modifiées (cf. Annexe A).

Pour toute la suite du document :

L : longueur du module photovoltaïque choisi, en mm

l : largeur du module photovoltaïque choisi, en mm

n : nombre d'ATTELAGES prévus sur la longueur du module photovoltaïque

E : espacement entre rangée d'ATTELAGES

d : Distance entre ATTELAGE d'une même rangée

3. Eléments constitutifs

3.1 Généralités

Le procédé photovoltaïque IKO SURFA 5 TOPSOLAR BITUME (voir Figures 1 à 3) est l'association d'un module photovoltaïque cadré et d'un système de montage spécifique permettant une mise en œuvre en toiture-terrasse avec un complexe d'isolant-étanchéité

3.2 Modules photovoltaïques

Ces éléments ne sont pas fournis par IKO-AXTER

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 3 de la présente Appréciation Technique d'Expérimentation à la page de l'Appréciation Technique d'Expérimentation publiée.

La BOM (Bill Of Materials) de chaque gamme de modules et donc les références de tous les composants est rendue disponible au secrétariat de la Commission Chargée de Formuler les Avis Techniques.

Les gammes de modules valides sont indiquées dans la grille de vérification associée à cette Atex.

Les caractéristiques génériques des modules photovoltaïques inclus dans cet Avis Technique sont les suivantes :

3.21 Caractéristiques dimensionnelles

Les dimensions hors-tout des modules doivent respecter les critères du tableau 3 (voir dessins et section du cadre dans la grille de vérification des modules).

3.22 Face arrière

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

3.23 Cellules photovoltaïques

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

3.24 Intercalaire encapsulant

Référence faisant partie de la BOM des modules validés.

3.25 Vitrage

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

3.26 Constituants électriques

3.261 Boîte de connexion

Une boîte de connexion est collée en sous-face du module.

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 : IP67 minimum,
- Tension de système maximum : 1 000 V à 1 500 V DC entre polarités et avec la terre,
- Certificat de conformité valide à la norme IEC 62790:2014,
- La référence fait partie de la BOM des modules validés.

3.262 Câbles électriques

Les modules sont équipés de deux câbles DC électriques de 900 mm 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 V à 1 500 V (cf. grille de vérification des modules),
- Certificat de conformité valide à la norme EN 50618:2014 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).

3.263 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 67 minimum,
- Tension assignée de 1 000 V à 1 500 V (cf. grille de vérification des modules),
- 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.

3.264 Cadre du module photovoltaïque

Le cadre des modules est composé de profils en aluminium de série supérieure ou égale à 6000, anodisé d'épaisseur $\geq 10 \mu\text{m}$.

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 liaison équipotentielle 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 4,3 mm minimum.

3.3 ATTELAGE

Les éléments du système de montage IKO SURFA 5 TOPSOLAR BITUME sont commercialisés par projet suite au dimensionnement spécifique fourni par IKO-AXTER.

3.31 ATTELAGES support des modules photovoltaïques

(cf. figure 7, 8)

Attelages métalliques pré-montés permettant de supporter et liaisonner les modules photovoltaïques au revêtement d'étanchéité fournis par IKO-AXTER, composés de deux éléments :

- une PLATINE (BASE métallique de dimensions 20 x 25 cm, et PLASTRON d'étanchéité bitumineuse),
- un PONTET support de module photovoltaïque équipé d'une BRIDE munie d'une fixation pour le bridage des modules :
 - Système IKO SURFA 5 TOPSOLAR BITUME PLAT : PONTET PLAT permettant de réaliser une mise en œuvre parallèle au plan de l'étanchéité.
 - Système IKO SURFA 5 TOPSOLAR BITUME 2PANS ou SHED : PONTET BAS ou PONTET HAUT permettant de réaliser une mise en œuvre du module penté.

Les éléments de visserie sont en inox A2 de manière standard, et A4 sur demande cf. tableau 19

3.311 PLATINE

(cf. figure 10)

Une PLATINE est un assemblage sur chantier d'un PLASTRON et d'une BASE.

PLASTRON : prédécoupé en usine : 320 (±10) x 370 (±10) mm avec évidement rectangulaire centré de 60,3 x 130,3 mm, en liant élastomère SBS; épaisseur 4 mm (± 5%) ; surface grésée ; sous-face filmée permettant sa soudure. (cf. tableau 6)

BASE : profil extrudé et retouché avec évidements en aluminium 6060 T6; dimensions 200 x 250 mm épaisseur 2 mm ; glissière de 60 x 130 mm permettant d'accueillir les PONTETS supports des modules. Surface de contact : 0,038 m² (cf. figure 9)

3.312 PONTETS

(cf. figure 11, 12, 13)

Le PONTET est en aluminium extrudé 6060 T6, il est liaisonné à la PLATINE par l'intermédiaire d'une vis à collet carré M8 s'insérant dans la glissière de la BASE, surmonté pour les PONTETS BAS et PLAT d'un manchon hexagonal M8x30.

Le PONTET HAUT est équipé sur ses flancs de repose câbles.

3.313 BRIDE

(cf. figure 14)

La bride est en aluminium extrudé 6060 T6, elle est identique pour tous les types d'ATTELAGES. Elle est liaisonnée au PONTET par une vis six pans creux M8.

3.32 CALES

Les CALES de bord de champ photovoltaïque en IKO SURFA 5 TOPSOLAR BITUME PLAT ou 2PANS, systématique en IKO SURFA 5 TOPSOLAR BITUME SHED sont en plat aluminium 6060 T6 de 3 mm d'épaisseur. Elles sont rectangulaires, de dimensions 50 mm x hauteur du module photovoltaïque mis en œuvre.

3.4 Isolants

Ces éléments ne sont pas fournis par IKO-AXTER

Sont admis les panneaux isolants suivants dans les conditions de leur Document Technique d'Application particulier pour l'emploi considéré, mis en œuvre en un ou plusieurs lits.

- Sur TAN sous revêtement fixé mécaniquement (systèmes B et C) :
 - Laine minérale Rockacier C Nu d'épaisseur 60 mm à 260 mm en un ou plusieurs lits,
 - Laine minérale Rockacier C Nu Energy d'épaisseur 80 à 260 mm en un ou plusieurs lits,
 - Laine minérale Pantoit Tekfi 2 d'épaisseur 80 à 260 mm en un ou plusieurs lits,
 - Laine minérale SmartRoof C (38) (mono-densité) d'épaisseur 60 à 90 mm en un lit,
 - Laine minérale SmartRoof C (37) (bi-densité) d'épaisseur 100 à 260 mm en un ou plusieurs lits,
 - PIR (Powerdeck +, Efigreen Acier d'épaisseur maxi 290 mm, Panel Pir Alu T, Knauf SteelThane, Iko Enertherm Alu) posés sur SmartRoof C d'épaisseur mini 60 mm,
 - Laine minérale Rocterm Coberlan C d'épaisseur 80 à 260 mm en un ou plusieurs lits,
 - PIR (Powerdeck +, Efigreen Acier d'épaisseur maxi 290 mm, Panel Pir Alu T, Knauf SteelThane, Iko Enertherm Alu) posé sur Rocterm Coberlan C d'épaisseur mini 80 mm,
 - PIR Iko Enertherm Alu d'épaisseur 80 à 400 mm,
 - PIR Powerdeck + d'épaisseur 80 à 280 mm.
- Sur CLT
 - sous revêtement semi-indépendant adhésif (système A) : PIR (Panel PIR 5 C, Eurothane Autopro SI (F), Knauf Thane MulTTI SE, Efigreen Alu+, Iko Enertherm Alu XL PRO, Utherm Roof PIR K FRA),
 - sous revêtement fixé mécaniquement (systèmes B et C) : Isolant de classe C minimum admis en toiture terrasse technique autoprotégé sous étanchéité fixée mécaniquement sur CLT.
Il doit posséder une résistance sous charge maintenue telle que sa déformation n'excède pas 2 mm dans les conditions du e-cahier CSTB n°3669_V2. La résistance sous charge maintenue doit être spécifiée dans un certificat ACERMI, DTA ou ATT de l'isolant.
- Sur béton
 - sous revêtement semi-indépendant adhésif (système A) : PIR (Panel PIR 5 C, Eurothane Autopro SI (F), Knauf Thane MulTTI SE, Efigreen Alu+, Iko Enertherm Alu XL PRO, Utherm Roof PIR K FRA),
 - sous revêtement fixé mécaniquement (systèmes B) :
Isolant de classe C minimum admis en toiture terrasse technique autoprotégé sous étanchéité fixée mécaniquement sur béton.
Il doit posséder une résistance sous charge maintenue telle que sa déformation n'excède pas 2 mm dans les conditions du e-cahier CSTB n°3669_V2. La résistance sous charge maintenue doit être spécifiée dans un certificat ACERMI, DTA ou ATT de l'isolant.

3.5 Matériaux d'étanchéité fournis par IKO-AXTER

3.51 Liants

3.511 Liants HYRENE MM Cf. Tableau 4.

Il s'agit de mélanges conformes aux Directives UEAtc de 1984, en bitume SBS fillérisé à 35 % au plus.

3.512 Liant autoadhésif Cf. Tableau 5.

Liant HYRENE MM non fillérisé et dopes d'adhésivité.

3.52 Feuilles manufacturées principales

Les feuilles sont en bitume modifié par élastomère SBS, et conformes au Guide UEAtc de 2001 SBS et APP.

3.521 Feuilles des systèmes bicouches

Les feuilles de première couche ont une armature R4 au moins

- Première couche fixée mécaniquement : IKO DUO ACIER SOLAR L4 FMP/G cf. Tableau 7.
- Première couche autoadhésive : IKO DUO STICK SOLAR L4 T3 SI : cf. Tableau 8.
- IKO DUO FUSION SOLAR G/F : cf. Tableau 9.
- IKO DUO TOPACIER AR/F (C) et IKO DUO TOPACIER FEU LS AR/F (C) sont définis dans le DTA Iko Duo Topacier
- IKO DUO FUSION AR/G (C) et IKO DUO FUSION FEU AR/F (C) sont définies dans le DTA Iko Duo Fusion (C)

3.522 Feuille des systèmes monocouche

IKO MONO ACIER SOLAR et IKO MONO ACIER SOLAR FEU : cf. Tableau 10.

3.53 Autres matériaux en feuilles de la gamme IKO-AXTER

3.531 Matériaux pour écran pare-vapeur

- IKO VAP ACIER : voile de verre aluminium (conforme au CC2 - réf. DTU 43) ;
- IKO VAP (C) : cf. DTA Iko Duo Fusion (C)
- IKO VAP AL G/F (C) : membrane bitumineuse SBS de 3 mm d'épaisseur, armature composite aluminium voile de verre. Surface grésée, sous-face film. Rouleau 8 x 1 m, 30 kg, stockage debout. Sd ≥ 1000 m ;
- IKO VAP ALPA 2 EN 1 (C) : liant ALPA, épaisseur 2.5 mm, armature VV50 – filmé sous face – grésé en surface – joint soudés 6 cm - Rouleaux 8 x 1 m, 24 kg stockage debout. Sd ≥ 280 m.
- IKO VAP STICK (C) : pare vapeur bitumineux autoadhésif de 2 mm : liant élastomère HYRENE MM - armature VV50 – autoadhésif (cf. DTA Iko Duo Stick(C)) en sous face protégé par un film pelable – surface grésée - joint adhésif 6 cm - Rouleaux 7 x 1 m, 25 kg stockage debout. Sd ≥ 240 m.
- IKO VAP STICK ALU GR (C) : pare vapeur bitumineux autoadhésif de 2 mm : liant élastomère HYRENE MM - armature composite aluminium voile de verre – autoadhésif en sous face protégé par un film pelable – surface grésée - joint adhésif 6 cm - Rouleaux 7 x 1 m, 25 kg stockage debout. Sd ≥ 1000 m.
- IKO Band Bitume : Bande autoadhésive conforme à la norme NF DTU 43.3 P1-2.

3.532 Éléments constitutifs pour aires et chemins de circulations

- IKO ACCESS (C) : rouleaux de 8 x 1 m sans lisière, poids 37 kg, épaisseur hors granulats 3,0 mm (- 5 %), armature PY stabilisée 170 g/m², liant HYRENE MM : 3 050 g/m², granulats minéraux 1 350 g/m², sous-face filmée, résistance au poinçonnement statique sous-classe L4 ;

3.533 Feuilles soudables pour relevés

Sous-couche pour relevés isolés

- IKO DUO STICK L3 T3 SI (C) : liant élastomère HYRENE MM - armature polyester – bandes autoadhésives en sous face protégé par un film pelable – surface grésée avec film macroporeux - joint autoadhésif 6 cm - Rouleaux 7 x 1 m, 24 kg stockage debout.

Equerre de renfort ou remontée pare-vapeur sur relief béton et bloc de béton cellulaire autoclavé

- IKO EQUERRE 25 ou 33 (C) sous-face filmée - épaisseur minimum 3,5 mm, pour équerre de renfort conforme à la norme NF P 84 204 1 à NF P 84-207 (DTU 43.1 à DTU 43.4) ;
- IKO EQUERRE 100 (C) sous-face filmée - épaisseur minimum 3,5 mm pour renfort conforme aux normes NF P et P 84 série 200 (référence DTU série 43).

Membrane de relevés

- IKO RLV ALU/F (C) : membrane autoprotégée alu 8/100° - armature TV 60 g/m² - liant élastomérique – sous façade film – épaisseur en lisière 3,5 (-0) mm - lisière largeur 8 cm ;
- IKO RLV ALU PLUS AR/F (C) : même chape qu'IKO RLV ALU/F (C), armature polyester 120 g/m² avec finition de surface par paillettes d'ardoise ou granulés minéraux ;
- IKO RLV AR/F (C) : même chape que IKO RLV ALU/F (C) CPV, armature polyester 120 g/m² avec autoprotection ardoisée ;
- IKO MONO FUSION (C), IKO MONO ACIER AR/F (C), IKO MONO GREEN AR/F (C) sont définies dans le DTA Iko Duo Fusion (C)

3.6 Autres matériaux

3.61 Colle Ruberfix pour support de chemin de câble

Colle bitumineuse modifiée en pâte à prise rapide, monocomposante, épaisse, thixotrope, à élasticité permanente.

La colle est conditionnée en bidons de 25, 12,5 et 5 kg.

Le stockage doit se faire dans un endroit tempéré, à l'abri des intempéries et du gel. La colle peut se conserver 12 mois au sec dans son emballage d'origine.

Pour les conditions d'emploi, se référer à la fiche sécurité.

Elle est caractérisée par une résistance à la traction perpendiculaire entre une feuille élastomère grésée et un panneau de PSE > 50 kPa -

Fréquence de contrôle : 1/an.

Les caractéristiques de la colle sont données au Tableau 11 du Dossier Technique.

3.62 Enduit d'imprégnation à froid

- IKOpro Primaire bitume SR / Adérosol SR : vernis bitumineux d'imprégnation à froid à base de bitume en solution dans un solvant aromatique conforme à la norme NF P (DTU série 43) ;
- IKOpro Primaire bitume GC : vernis bitumineux à hautes performances à base de bitume élastomère et de dope adhésive en solution dans un solvant aromatique à séchage rapide conforme à la norme NF P (DTU série 43) ;
- IKOpro Primaire ECOL'eau : émulsion de bitume surstabilisé de couleur brun foncé. Extrait sec 50 %. Conforme à la norme NF P (DTU série 43).

3.63 Colle IKOPRO COLLE PU W :

colle polyuréthane mono composant, prête à l'emploi,

aspect : de couleur et d'aspect miel liquide,

densité 1,12,

durée de stockage : 9 mois à l'abri de la chaleur, dans un local sec et frais, dans son emballage d'origine hermétiquement fermé,

conditionnement : bidon de 6,5 kg, équipé d'un bec verseur,

étiquetage avec indication de la date de péremption,

résistance maximum atteinte après 5 jours à 20°C : rupture par décohesion de l'isolant,

Résistance à la traction perpendiculaire entre une feuille élastomère à surface grésée et un panneau isolant de polyuréthane Efigreen Alu (vitesse : 100 mm/min sur 15x15 à 20° C) : limitée par la valeur de décohesion de l'isolant. Fréquence de contrôle : 1/an.

La fabrication de ce produit fait l'objet d'un cahier des charges spécifique entre IKO-AXTER et son fournisseur, ce dernier est certifié ISO 9001 : 2008. Les caractéristiques sont fournies à travers un certificat qualité à chaque livraison.

3.64 Fixations mécaniques

Non fournies par IKO-AXTER

Fixations préalables des panneaux isolants

Les éléments de liaison et plaquettes, sont conformes aux normes P 84 série 200-1-2 (référence DTU série 43 P1-2), et au CPT Commun « Résistance au vent des isolants, supports de systèmes d'étanchéité de toitures » de l'e-Cahier du CSTB 3564, de juin 2006.

Fixations du revêtement d'étanchéité

Les fixations mécaniques de référence (cf. § 10.344) sont commercialisées par la Société LR ETANCO.

D'autres modèles de fixations ou de plaquettes métalliques sont admis sous réserve de respecter les Règles d'adaptation figurant en Annexe D.

Fixations des Tôles d'Acier Nervurées

Les éléments de liaison, leur vérification et leur dimensionnement sont conformes au DTU 43.3.

3.7 Matériel électrique

3.71 Câbles de mise à la terre

Les câbles de mise à la terre doivent présenter des sections adaptées à leur fonction (interconnexion des cadres des modules et des profilés ou liaison à la prise de terre du bâtiment) et dans tous les cas des caractéristiques conformes aux guides NF C 15-712.

Ces câbles de mise à la terre pourront être connectés à chaque cadre des modules photovoltaïques à l'aide de connecteurs par l'intermédiaires de cosses à œil en cuivre avec rondelles bimétal associées à système vis-écrou en acier inox A2, et interconnectés ensuite via un raccord à serrage, à sertir ou à griffes à la liaison générale de 16 mm².

3.72 Chemin de câbles

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

Ces chemins de câbles, définis par l'électricien, en fils d'acier inoxydable soudés (type CABLOFIL par exemple) sont adaptés au climat concerné. Le type de chemin de câbles ainsi que ces dimensions dépendront du nombre de câbles à acheminer et seront déterminés par l'électricien spécialisé. Il sera nécessaire de prévoir un couvercle pour le chemin de câbles.

Les chemins de câbles ne doivent pas reposer directement sur le revêtement d'étanchéité et seront donc mis en œuvre sur des supports :

- Les chemins de câbles de type Cablofil en toiture sont fixés sur des supports (cf. Figure 15) permettant une surélévation de 20 mm minimum par rapport à la toiture. Ces supports sont soudés industriellement au préalable sur une platine de même nature de dimensions minimales 10 cm x 10 cm.
- Support métalliques liaisonnés à l'étanchéité : omégas en tôles d'acier inox AISI 304 pliées de dimensions 50 mm x 50 mm x 50 mm x 150 mm et d'épaisseur 1,2 mm. Ces supports sont liaisonnés sur leurs deux côtés sur l'étanchéité à l'aide de bandes de membranes bitumineuses soudées de la gamme IKO-AXTER.
- Dallettes en béton : Les platines d'appui du chemin de câbles sont fixées sur des dalles en béton de dimensions 30 cm x 30 cm x 3 cm minimum, elles-mêmes posées sur un écran de protection (non-tissé polyester 170 g/m²) pour ne pas endommager le revêtement d'étanchéité.

3.73 Crosses de passage de câbles

Les traversées de câbles vers l'intérieur du bâtiment doivent être réalisées avec des crosses conformes aux préconisations du DTU 43.1 de diamètre à choisir en fonction du diamètre et du nombre de câbles à acheminer vers l'intérieur du bâtiment

4. Conditionnement, étiquetage et stockage

4.1 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.

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.

Le stockage sur chantier s'effectue de préférence au sec, sous abri mais il est possible de réaliser un stockage à l'extérieur en protégeant des intempéries les palettes de module avec une bâche.

4.2 ATTELAGES

Les quantités exactes des ATTELAGES sont déterminées lors de l'élaboration du plan de calepinage par la société IKO-AXTER

Le montage et le conditionnement des ATTELAGES (BASE, PLASTRON, PONTET) sont réalisés par IKO-AXTER.

Le conditionnement est réalisé en cartons de 16 pièces :

- Un carton étiqueté contenant 16 PLATINES (16 BASES, et 16 PLASTRONS séparés par une intercalaire siliconée),
- Un second carton étiqueté contenant soit 16 PONTETS HAUTS prémontés, soit 16 PONTETS BAS prémontés, soit 16 PONTETS PLATS prémontés.

Les cartons sont conditionnés et livrés sur palette 1160 x 970 mm :

- Palette de 30 cartons de PLATINES d'un poids indicatif de 500 kg
- Palette de 84 cartons de PONTETS BAS d'un poids indicatif de 300 kg
- Palette de 84 cartons de PONTETS PLATS d'un poids indicatif de 250 kg
- Palette de 24 cartons de PONTETS HAUTS d'un poids indicatif de 180 kg

Lors de la livraison, chaque palette comporte une étiquette indiquant le nombre de cartons contenu sur la palette.

Le stockage sur chantier s'effectue sur une surface plane et à l'abri du vent et apte à recevoir la charge.

4.3 Revêtements d'étanchéité :

Tous les produits sont conditionnés en rouleaux et étiquetés avec au minimum leur appellation commerciale, leurs dimensions et le marquage CE ainsi que la référence de la DoP.

Le stockage se fait debout.

5. Caractéristiques dimensionnelles

5.1 Modules photovoltaïques

Cf. grille de vérification des modules en cours de validité, figurant en annexe 3 de la présente Appréciation Technique d'Expérimentation à la page de l'Appréciation Technique d'Expérimentation publiée.

5.2 ATTELAGES

Largeur : 320 mm, longueur 370 mm, hauteur : cf. tableau 12

6. Caractéristiques électriques

6.1 Conformité à la norme NF EN 61215

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

6.2 Sécurité électrique

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

6.3 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 de vérification des modules, les performances électriques actuelles des modules ont été déterminées par flash test et ramenées ensuite aux conditions STC (Standard Test Conditions : éclairage 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).

7. Fabrications et contrôles

7.1 Membranes d'étanchéité

Les feuilles sont produites par la société IKO-AXTER dans son usine de Courchelettes (59).

L'autocontrôle de production fait partie de l'ensemble d'un système qualité conforme aux prescriptions de la norme ISO 9001 : 2015 certifié par l'AFAQ.

De plus, IKO-AXTER applique un système de management environnemental conforme à la norme ISO 14 001 : 2015 certifié par l'AFAQ pour son usine de Courchelettes.

La nomenclature des autocontrôles internes de fabrication des feuilles bitumineuses est indiquée au Tableau 13.

7.2 ATTELAGES

7.2.1 Eléments

Les BASES, PONTETS et BRIDES sont réalisés à partir de profils extrudés de longueur d'environ 6 m, puis découpés et retouchés selon un cahier des charges spécifique d'IKO-AXTER.

Lors de l'extrusion, les contrôles suivants sont réalisés :

- Conformité matière à chaque lot (nature de l'alliage selon EN 573-3, traitement thermique et dureté selon EN 755-2),
- Contrôles dimensionnels selon NF EN 755-9, à chaque lot de fabrication.

Lors de la découpe, les contrôles suivants sont réalisés au début, puis toutes les 500 pièces :

- Longueur,
- Positionnement et diamètre des trous.

Un rapport de contrôle accompagne chaque réception.

IKO-AXTER contrôle, pour chacune des livraisons :

- la correspondance produits commandés / produits livrés sur la base de l'étiquette fournisseur
- Le nombre d'éléments livrés
- la correspondance visuelle avec le produit attendu, ainsi que les dimensions et le positionnement des perçages.

Les PLASTRONS sont extraits par découpe de membranes fabriquées par IKO-AXTER, dont le contrôle est intégré à l'usine.

7.22 Montage

Les PONTETS sont montés selon un plan fourni et une instruction de travail, qui comprend également l'encartonnage et l'étiquetage de chaque carton.

A chaque départ de palette pour livraison est prélevé un carton. Sont vérifiés : nombre, aspect visuel, étiquetage, conformité de l'ATTELAGE et de son montage en fonction de l'OF.

7.3 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.

8. Prescriptions relatives aux éléments porteurs et aux supports

8.1 Généralités

Les éléments porteurs béton, CLT, tôle d'acier nervurée (TAN) et leurs supports sont conformes aux prescriptions des normes - DTU ou des Avis Techniques les concernant.

Les supports destinés à recevoir l'étanchéité doivent être stables et plans, présenter une surface propre, libre de tout corps étranger et sans souillure d'huile, plâtre, hydrocarbures, etc.

La mise en œuvre du procédé IKO SURFA 5 TOPSOLAR BITUME induit des charges ponctuelles sur l'élément porteur, qui ne sont pas prises en compte dans les charges réparties qui s'exercent par la toiture.

8.2 Éléments porteurs et supports en maçonnerie

Sont admis, les éléments porteurs et supports en maçonnerie conformes à la norme NF P 10-203 (DTU 20.12).

La préparation des supports et le pontage des joints sont effectués conformément aux prescriptions de la norme NF P 84-204-1 (DTU 43.1 P1). Les pontages sont réalisés avec une bande de largeur 20 cm d'IKO RLV ALU/F (C), face aluminium contre le support.

La pose en adhérence du pare vapeur impose l'imprégnation de l'élément porteur en maçonnerie par un EIF. Elle est interdite sur maçonnerie de système A avec bac collaborant et sur maçonnerie de type D.

Les fixations mécaniques de l'isolant support ou de l'étanchéité ne sont pas autorisées sur les formes de pente en béton lourd ou léger, les voiles précontraints, les voiles minces préfabriqués, les corps creux avec ou sans chape de répartition, les planchers à chauffage intégré, les planchers comportant des distributions électriques noyées, et les planchers de type D définis dans la norme NF P 10-203 (référence DTU 20.12).

8.3 Éléments porteurs en tôles d'acier nervurées

Seules les tôles d'acier nervurées de BACACIER (d'épaisseur nominales 0,75 mm et 1 mm) suivantes sont admises :

Tôles d'acier nervurées pleines :

- SURFALTEO 42.1010
- SURFALTEO 49.950
- SURFALTEO 59.900
- SURFALTEO 73.780

Tôle d'acier nervurée perforée :

- SURFALTEO 73.780 PP (avec uniquement les isolants suivants : Rockacier C Nu d'épaisseur 60 mm à 260 mm en un ou plusieurs lits, PIR Iko Enertherm Alu d'épaisseur 80 à 400 mm, PIR Powerdeck + d'épaisseur 80 à 280 mm)

Elles sont non structurelles et sont soumises au marquage CE selon la norme EN 14782.

Elles seront mises en œuvre conformément au DTU 43.3, avec les spécificités suivantes :

- couturage tous les 0,5 m,
- fixation obligatoire toutes nervures sur chaque appui.

Les caractéristiques charges/portées spécifiques à l'usage décrit dans ce document sont données en annexe E.

8.4 Éléments porteurs et supports CLT

8.41 Nature et exigences

Sont autorisés les panneaux bois à usage structurel (CLT) sous DTA visant l'utilisation en support d'étanchéité avec protection par dalles sur plots.

8.42 Dimensionnement

Les charges à prendre en compte pour les éléments porteurs sont :

- Les charges permanentes : elles correspondent à la somme :
 - du poids du complexe isolation-étanchéité (pare-vapeur, isolant, revêtement d'étanchéité),
 - du poids du procédé photovoltaïque : ATTELAGES + module (cf. tableau 14)
- Les charges d'exploitation, y compris les charges climatiques. La plus élevée de la charge d'entretien (100 daN/m² au sens de la norme NF P 06- 001) ou de la charge climatique est retenue.

La charge de calcul non pondérée est la somme de la charge permanente et de la charge d'exploitation.

8.43 Préparation du support

Lorsque le pare-vapeur est semi-indépendant par clouage ou lorsque le revêtement est mis en œuvre par fixation mécanique (systèmes B), les CLT ne nécessitent ni pontage ni imprégnation préalable à l'EIF.

Pour les pare-vapeur adhérents soudés sur CLT, la préparation comporte la réalisation de pontages en IKO RLV ALU/F (C) face aluminium contre le support de largeur 20 et l'application d'un EIF en évitant les joints de panneaux.

Lorsque le pare-vapeur ou le revêtement est adhésif (système A), sur CLT, la préparation du support comprend l'imprégnation par un EIF en évitant les joints de panneaux. Le pontage des joints des panneaux bois est réalisé conformément au NF DTU 43.4 P1, par une bande d'IKO DUO FUSION AR/F(C) de 20 cm de largeur sur les joints, la face ardoisée sur le support.

8.5 Supports constitués par d'anciens revêtements d'étanchéité (uniquement sur béton)

Ce sont d'anciennes étanchéités à base de bitume modifié autoprotégées adhérentes ou semi indépendantes.

Dans le cas d'une ancienne étanchéité isolée, l'isolant et l'étanchéité seront systématiquement déposés.

Les critères de conservation et de préparation des anciennes étanchéités (uniquement sur béton sans isolant) pour leur réemploi, le cas échéant, comme support ou comme écran pare vapeur sont définis dans la norme NF P 84-208 (DTU 43.5).

Dans le cas d'une mise en œuvre de l'étanchéité en adhésif, l'ancienne étanchéité (uniquement sur béton sans isolant) ou le pare vapeur doit obligatoirement être adhérent.

9. Pare vapeur et isolants

9.1 Choix et mise en œuvre du pare vapeur

Le tableau 15 s'applique au choix et au principe de mise en œuvre de l'écran pare-vapeur.

Conformément à la norme NF DTU 43.1 P1, dans le cas de panneaux isolants placés sous le revêtement d'étanchéité, et lorsque le relief est en maçonnerie ou en réfection conforme au DTU 43.5, une équerre de renfort comportant un talon de 6 cm au minimum, avec une aile verticale dépassant d'au moins 6 cm au-dessus du nu supérieur de l'isolant de partie courante est soudée en plein horizontalement sur le pare-vapeur et verticalement.

Cette équerre de renfort est en :

- IKO EQUERRE 25 (C) pour des isolants d'épaisseur ≤ 130 mm ;
- IKO EQUERRE 33 (C) pour des isolants d'épaisseur > 130 mm et ≤ 210 mm
- A découper dans IKO EQUERRE 100 (C) pour des isolants d'épaisseur > 210 mm

9.2 Supports isolants non porteurs

9.21 Nature

Le revêtement d'étanchéité n'apporte pas de limite à la résistance thermique des panneaux isolants.

Sont admis les panneaux isolants suivants dans les conditions de leur Document Technique d'Application particulier pour l'emploi considéré, mis en œuvre en un ou plusieurs lits listés au § 3.4

9.22 Mise en œuvre

9.221 Sous revêtement d'étanchéité fixé mécaniquement : systèmes B et C

Les panneaux isolants sont mis en œuvre en un ou plusieurs lits en quinconce et jointifs, fixés mécaniquement selon les prescriptions de leur DTA.

Les attelages de fixation mécanique des isolants supports fixés mécaniquement, doivent être du type « solide au pas » qui empêche, en service, le désaffleurement de la tête de l'élément de liaison au-dessus de la plaquette lorsque la compression à 10 % de déformation de l'isolant support est inférieure à 100 kPa (norme NF EN 826).

Sur TAN, le joint filant entre panneaux est perpendiculaire aux nervures des tôles.

9.222 Sous revêtement d'étanchéité auto-adhésif (sur béton et CLT) : système A

Fixations mécaniques

Les panneaux fixés mécaniquement peuvent être posés en plusieurs lits.

L'emploi est limité aux dépressions au vent extrême au plus égales à 6 333 Pa (3618 Pa en vent normal), sauf limite propre de l'isolant décrite dans son Document Technique d'Application particulier (cf. *annexe B*).

La densité et répartition de fixation de l'isolant sont celles prescrites par son Document Technique d'Application (DTA) particulier.

À défaut de prescription particulière, la fixation mécanique des panneaux isolants est réalisée conformément aux NF DTU série 43 P1 complétés par le CPT Commun de l'e-cahier du CSTB 3564 de juin 2006.

Dans le cas où la compression à 10 % de déformation (norme NF EN 826) de l'isolant est inférieure à 100 kPa (cf. tableau des caractéristiques spécifiées du Document Technique d'Application des panneaux isolants), les attelages de fixations mécaniques, éléments de liaison et plaquette, doivent être du type « solide au pas » qui empêche en service, le désaffleurement de la tête de l'élément de liaison au-dessus de la plaquette. Les attelages conformes à la norme NF P 30-317 répondent à cette condition.

Collage à froid à la colle IKOPRO COLLE PU W

L'emploi est limité aux dépressions au vent extrême au plus égales à 5357 Pa (3061 Pa en vent normal) (cf. *annexe B*).

Le support doit être sec et à une température ≥ 5 °C.

La température de mise en œuvre doit être comprise entre 5 °C et 50 °C, et l'humidité relative comprise entre 30 et 95 %HR.

La mise en œuvre de la colle IKOPRO COLLE PU W s'effectue par cordons de 1,5 cm minimum de large (soit, environ 50 g/ml) espacés régulièrement de :

- 30 cm pour les panneaux de 60 cm de large ;
- 33 cm pour les panneaux de 1 m de large, avec un minimum de deux cordons par panneaux.

Une consommation minimale de 200 g/m² est à retenir.

La mise en œuvre des cordons s'effectue à l'aide de l'embout rétractable du bidon.

La colle IKOPRO COLLE PU W est une colle dont le caractère maximal d'expansion est obtenu au bout de 3 heures. La pose des panneaux doit se faire immédiatement en prenant soin de presser le panneau sur le support, en circulant dessus par exemple afin d'assurer un contact de la sous-face du panneau aux cordons de colle. En présence de défauts ponctuels de planéité du support, les panneaux seront redécoupés pour assurer la liaison de leur sous-face avec le support. Dans le cas où la pose des panneaux est retardée (≥ 3 min après la pose des cordons, la colle sera raclée, et d'autres cordons seront redéposés comme indiqué ci-avant).

La mise en œuvre de ces panneaux isolants à la colle IKOPRO COLLE PU W en plusieurs lits est possible dans la mesure où les panneaux compatibles avec la colle IKOPRO COLLE PU W prévoient cet emploi dans leur Document Technique d'Application. Les lits seront posés à joints croisés dans les 2 directions par rapport au lit précédent avec la même densité et répartition de collage.

10. Mise en œuvre du revêtement d'étanchéité

10.1 Composition des systèmes en partie courante

10.11 Généralités

La préparation des supports est réalisée conformément au § 8.

La composition est indiquée aux tableaux 16 et 16bis.

La seconde couche éventuelle est soudée, joints à recouvrements d'au moins 6 cm décalés d'au moins 10 cm par rapport à ceux de la première couche, ou croisés.

10.12 Règles de substitution

IKO DUO FUSION SOLAR G/F peut être remplacée par IKO DUO TOPACIER AR/F (C) sur IKO DUO ACIER SOLAR L4 FMP/G et IKO DUO FUSION AR/G (C) sur IKO DUO STICK SOLAR L4 T3 SI.

IKO DUO TOPACIER AR/F (C) peut être remplacé par IKO DUO TOPACIER FEU LS AR/F (C).

IKO DUO FUSION AR/G (C) peut être remplacé par IKO DUO FUSION AR/F (C), IKO DUO FUSION FEU AR/F (C).

IKO MONO ACIER SOLAR peut être remplacé par IKO MONO ACIER SOLAR FEU.

En cas d'un aménagement différé (cf. § 2) de plus d'un mois et au maximum de 18 mois le complexe d'étanchéité comportera obligatoirement en surface une membrane autoprotégée minérale.

10.2 Mise en œuvre du revêtement d'étanchéité adhésif (système A)

10.21 Généralités

Les valeurs limites de dépressions admissibles en fonction du support sont données au tableau B1 en annexe B. Elles sont à comparer aux valeurs de dépression calculées par référence aux Règles NV 65 modifiées en vent extrême données au tableau B2, annexe B.

Les valeurs de dépressions figurant au *tableau B2 en annexe B* sont celles des bâtiments de constructions courantes (hauteur ≤ 20 m, élancement courant $\gamma_0 = 1$, versants plans). Pour les autres cas, à la demande de l'entreprise, l'assistance technique d'IKO-AXTER détermine les limites d'emploi des systèmes, en conformité avec le *tableau B1 en annexe B*.

Sur isolant thermique, le type d'isolant et sa mise en œuvre peuvent entraîner une restriction du domaine d'emploi, sans dépasser la valeur limite de 6 333 Pa (3618 Pa en vent normal).

Cette mise en œuvre est possible sur éléments porteurs béton et CLT.

Les panneaux isolants sont posés à la colle IKOPRO COLLE PU W ou par fixations mécaniques (cf. § 9.222).

Le revêtement d'étanchéité est constitué d'un complexe bicouche IKO DUO STICK SOLAR L4 T3 SI + IKO DUO FUSION SOLAR G/F (IKO DUO FUSION AR/F (C))

Dans le cas où le revêtement de la zone munie de modules photovoltaïques est un complexe bicouche IKO DUO STICK SOLAR L4 T3 SI + IKO DUO FUSION SOLAR G/F, l'IKO DUO FUSION AR/F (C) de la zone non photovoltaïque sera prolongé de 1m au moins sous la zone munie de modules photovoltaïques.

10.22 Mise en œuvre de l'étanchéité

La feuille IKO DUO STICK SOLAR L4 T3 SI est posée en semi-indépendance par auto-adhésivité.

Le support doit être propre et sec, débarrassé de toute poussière ou élément non adhérent.

La feuille IKO DUO STICK SOLAR L4 T3 SI de première couche se met en œuvre à des températures ≥ 5 °C. L'adhésivité de la première couche est réactivée par soudure à l'avancement de la deuxième couche.

La feuille IKO DUO STICK SOLAR L4 T3 SI est autocollée au support ou à l'élément porteur selon le mode opératoire suivant :

- Les feuilles sont positionnées en les déroulant sur le support puis en les ré-enroulant ;
- La bande pelable protégeant le recouvrement du lé déjà en place est alors enlevée ;
- Les feuilles sont alors liaisonnées au support, et au lé déjà en place, en ôtant le film pelable de sous-face au fur et à mesure du déroulage, et en marouflant au fur et à mesure du déroulage.

Cas de la pose sur polyisocyanurate (PIR) (abouts de lés)

Les joints d'about de lé sont soudés au chalumeau. Le recouvrement est de 10 cm minimum.

10.3 Mise en œuvre des revêtements d'étanchéité fixés mécaniquement (systèmes B et C)

10.31 Généralités

Les panneaux isolants sont posés conformément au § 9.221

Concernant le système bicouche, le revêtement d'étanchéité est constitué, d'un complexe bicouche IKO DUO ACIER SOLAR L4 FMP/G + IKO DUO FUSION SOLAR G/F (IKO DUO TOPACIER AR/F (C)).

Dans le cas où le revêtement de la zone munie de modules photovoltaïques est un complexe bicouche IKO DUO ACIER SOLAR L4 FMP/G + IKO DUO FUSION SOLAR G/F, l'IKO DUO TOPACIER AR/F (C) de la zone non photovoltaïque sera prolongé de 1m au moins sous la zone munie de modules photovoltaïques.

10.32 Mise en œuvre du système B

La feuille IKO DUO ACIER SOLAR L4 FMP/G est déroulée à sec (perpendiculairement aux nervures des tôles, sur tôles d'acier nervurées) et fixée mécaniquement en lisière sous les recouvrements longitudinaux par des fixations composées de vis et de PLAQUETTES Ø 40 (système de référence SRC).

En cas de mise en œuvre d'isolant support avec une résistance à la compression à 10 % < 100 kPa, les attelages de fixation doivent obligatoirement être de type solide au pas.

Recouvrements longitudinaux

Les recouvrements longitudinaux sont de 10 cm pour l'IKO DUO ACIER SOLAR L4 FMP/G.

La feuille IKO DUO ACIER SOLAR L4 FMP/G comporte deux lignages en surface, utilisables comme aide au positionnement des fixations et à la réalisation des joints de recouvrements longitudinaux, respectivement positionnés par rapport au bord du lé à 4 cm mini et 10 cm mini.

Recouvrements transversaux

Les recouvrements transversaux sont de 10 cm pour la feuille IKO DUO ACIER SOLAR L4 FMP/G,

10.33 Mise en œuvre du système C

Les feuilles IKO MONO ACIER SOLAR sont déroulées à sec sur le support et fixées mécaniquement en lisière sous les recouvrements soudés au chalumeau. Les recouvrements longitudinaux sont de 10 cm, les recouvrements transversaux de 15 cm.

Le recouvrement des feuilles monocouches nécessite un soin particulier, afin d'assurer la continuité de la membrane et de limiter les surépaisseurs aux joints.

Sur éléments porteurs TAN, les lés sont déroulés perpendiculairement aux nervures des tôles.

a) Réduction des surépaisseurs :

Réchauffer légèrement et écraser avec une spatule chaude la lisière à recouvrir. Ceci concerne aussi bien les recouvrements longitudinaux que les abouts de lés.

En about de lé, noyer le surfaçage minéral à la spatule chaude sur 15 cm après léger réchauffage au chalumeau.

b) Croisements de joints :

Il est interdit de superposer 4 lés à un croisement de recouvrements. Tous les croisements sont en T.

Pour faciliter la réalisation des jonctions en T, il est nécessaire de rallonger le fil d'eau en coupant à 45° l'about inférieur de la bande de soudure de chaque lé. Ces coupes biaisées doivent également être mises en sifflet par écrasement, à la spatule chaude.

c) Contrôle de soudure :

Après soudure des jonctions, on doit constater la présence d'un petit bourrelet de bitume en bordure.

Les feuilles IKO MONO ACIER SOLAR sont fixées mécaniquement en lisière longitudinale sur la bande nue de recouvrement, par des fixations composées de vis et de PLAQUETTES 40/40 (système de référence SR1a) ;

Ces fixations sont définies au § 10.334

L'axe de la PLAQUETTE 40/40 Nervurée est positionné à 3 cm mini du bord du lé à fixer (cf. figure 17).

Le joint de recouvrement comporte un lignage à 3 cm du bord du lé utilisable comme aide au positionnement des fixations.

10.34 Densité et répartition des fixations en partie courante, rives et angles

10.341 Dispositions générales

La densité de fixations (donnée en annexe C) est calculée en fonction de la zone et du site de vent par référence aux :

- Règles NV 65 modifiées, en vent extrême, pour des bâtiments d'élancement courant respectant les conditions suivantes :
 - $h \leq 2,5 a$, avec h = hauteur du bâtiment et a = longueur,
 - $f \leq h/2$ pour des toitures à versants plans ou $f \leq 2/3.h$ pour des toitures à versants courbes avec f = flèche entre le faîtage et la noue ;
- Dispositions du CPT « Résistance au vent des systèmes d'étanchéité de toiture fixés mécaniquement » (e-Cahier du CSTB 3563, de juin 2006) :
 - de la zone et du site de vent (zones 1 à 5) ; site normal ou exposé),
 - à la localisation en toiture : parties courantes, rives, angles, etc.
 - au système de référence choisi parmi les deux systèmes SRC ou SR1a
 - à une charge dynamique admissible par fixation, $W_{adm,SR}$, obtenue pour chacun des deux systèmes de référence : $W_{adm,SR,C}$ et $W_{adm,SR,1a}$ sur éléments porteurs en tôles d'acier nervurées pleines d'épaisseur 0,75 mm, pour une fixation de référence de résistance caractéristique P_{kR} au sens de la norme NF P 30-313 :
 - SRC : $W_{adm,SR,C} = 634$ N/fixation
 - SR1a : $W_{adm,SR,1a} = 728$ N/fixation

Pour les éléments porteurs et/ou les fixations autres que ceux des systèmes SRC et SR1a, l'adaptation est faite conformément aux règles d'adaptation du CPT « Résistance au vent des systèmes d'étanchéité de toiture fixés mécaniquement » (e-Cahier du CSTB 3563, de juin 2006) (cf. Annexe D).

Sur demande, l'assistance technique de la société IKO – AXTER fournit les calculs.

La densité de fixation n'est jamais inférieure à 3/m².

Lorsque l'intervalle entre fixations devient inférieur à 18 cm, on utilisera obligatoirement la solution en fixations complémentaires mentionnée ci-dessous.

10.342 Fixations complémentaires

Lorsque l'espacement calculé entre fixations est inférieur à 18 cm, il est nécessaire de mettre en œuvre des fixations complémentaires

Cas du système B

La première couche est fixée en lisière, avec une ligne complémentaire de fixations en milieu de lé, ou deux lignes de fixations distantes de 30 cm, l'espacement des fixations en lisière et des fixations complémentaires étant identiques. (cf. tableau C1) Une bande de pontage, de largeur 16 cm minimum, de même nature que la feuille de première couche, est soudée en plein sur la première couche en recouvrement des fixations complémentaires.

Cas du système C

L'entraxe des fixations de la feuille IKO MONO ACIER SOLAR et de la bande de renfort résultent du même calcul.

Les bandes de renfort (bande de IKO MONO ACIER SOLAR de 16 cm retourné avec PLAQUETTE 40/40 Nervurée) sont déroulées à sec sur le support en lignes parallèles à mi-largeur des feuilles IKO MONO ACIER SOLAR. Les fixations sont disposées au milieu de ces bandes (voir figure 18) à des intervalles spécifiés dans le tableau C2.

Les feuilles IKO MONO ACIER SOLAR sont soudées sur les bandes de renfort au fur et à mesure du déroulage. La fermeture des jonctions s'effectue par soudage

10.343 Espacement des fixations

Les tableaux de l'annexe C récapitulent les espacements entre fixations dans les conditions simplifiées des Règles NV 65 modifiées pour des bâtiments avec éléments porteurs en tôles d'acier nervurées, CLT ou en béton, à versants plans de hauteur 20 m au plus, ouverts ou fermés, en travaux neufs.

Ces espacements sont calculés sur la base des $W_{adm,SR}$ des systèmes de références obtenus avec une fixation de référence de résistance caractéristique obtenue selon la NF P 30-313 : $P_{kSR} = 1\,520$ N avec une plaquette métallique sur élément porteur en tôle d'acier nervurée à plage pleine de 0,75 mm d'épaisseur.

L'étude des autres cas (bâtiment de hauteur > 20 m ou élancé, toiture à versants courbes...) est fournie par l'assistance technique d'IKO-AXTER, sur demande.

Tolérances sur l'espacement maximal entre deux fixations

Les valeurs des tolérances ci-dessous permettent d'adapter les espacements entre fixations au pas réel des tôles d'acier nervurées.

Si l'espacement entre deux fixations est supérieur à la valeur calculée (cf. *tableaux Annexe C*), l'espacement entre les deux fixations suivantes sera réduit d'autant (cf. *tableau 17*).

10.344 Fixation mécanique

Fixation mécanique de référence

SRC : La fixation mécanique de référence est constituée de la plaquette métallique Ø 40 mm associée à la vis EDVF de Ø 4,8 mm de LR Etanco, de Pksr = 1 520 N, au sens de la norme NF P 30-313 de LR Etanco sur tôle d'acier de 0,75 mm d'épaisseur.

SR1a : La fixation mécanique de référence est constituée de la plaquette 40 x 40 associée à la vis VMS de Ø 4,8 mm et de Pksr = 1 520 N, au sens de la norme NF P 30-313, de LR Etanco sur tôle d'acier pleine de 0,75 mm d'épaisseur.

Autres fixations

D'autres modèles de fixations ou plaquettes métalliques sont admises dans les conditions des règles d'adaptation de l'annexe C.

IKO-AXTER peut apporter son Assistance Technique au calcul du Wadm_{ns} de l'attelage de fixation mécanique et à l'étude des densités et répartitions des fixations.

Lorsque la compression à 10 % de déformation (norme NF EN 826) des isolants supports est inférieure à 100 kPa les attelages de fixation mécanique sont de type « solide au pas ».

10.4 Mise hors d'eau en fin de journée

En fin de journée, ou en cas d'arrêt inopiné pour cause d'intempéries, la couche isolante est mise hors d'eau comme suit :

Cas du système A

La seule première couche n'assure pas la mise hors d'eau du chantier :

Une bande de IKO DUO FUSION G/F (C) est soudée sur le pare-vapeur adhérent et sur le revêtement de la partie courante en ayant pris soin de protéger le bord du panneau isolant. Les équerres de renfort sont soudées en périphérie sur la couche de revêtement en place.

Lorsque le pare vapeur est posé en semi-indépendance, la fermeture du complexe se fait jusqu'à l'élément porteur.

Cas des systèmes B et C

Une bande de première couche ou du monocouche est soudée sur le pare-vapeur ou sur les plages des tôles d'acier nervurées et sur le revêtement de partie courante, les équerres de renfort sont soudées en périphérie sur la couche de revêtement en place.

11. Relevés et émergences

11.1 Généralités

Les relevés d'étanchéité sont réalisés conformément aux dispositions de la norme NF DTU série 43 concernée, notamment pour ce qui concerne les hauteurs de relevés et les arrêts d'eau en tête des relevés, contre le ruissellement.

Dans le cas de présence d'un rupteur thermique, les préconisations de son Avis Technique particulier sont à respecter

11.2 Relevés non isolés thermiquement

Les reliefs en maçonnerie, blocs de béton cellulaire autoclavé ou acier, non isolés sont imprégnés d'EIF.

Sur relief en bois ou en panneaux à base de bois est mise en œuvre une sous-couche IKO EQUERRE 100 (C) ou IKO RLV AR/F (C) conforme au NF DTU 43.4.

11.2.1 Composition

- EIF (sur maçonnerie ou costière métallique) ;
- BANDE D'ÉQUERRE 35 PY soudée avec talon d'au moins 10 cm ;
- Relevé en IKO RLV ALU/F (C) avec talon de 15 cm minimum.

Le § 3.533 précise les feuilles de substitution possibles en relevés

11.2.2 Mise en œuvre

Les feuilles utilisées en relevés sont soudées à joints décalés par rapport à la partie courante :

- avec talon de 10 cm mini sur la première couche de partie courante pour l'équerre de renfort,
- et 15 cm mini pour la feuille de relevé (talon dépassant d'au moins 5 cm celui de l'équerre sur la couche de partie courante).

Cas particulier des systèmes B et C

En pied de relief et d'émergences, la feuille de première couche ou le monocouche de partie courante reçoit une rangée complémentaire de fixations d'entraxe ≤ 25 cm au maximum, (non comptées dans le calcul de densité moyenne), espacées de l'intervalle donné en rive et en angle, selon la localisation, et détaillé dans les *Tableaux C* de l'*Annexe C*. Elles sont recouvertes par le talon de l'équerre de renfort du relevé. Le recouvrement soudé doit dépasser d'au moins 4 cm les bords des plaquettes.

Dans l'acier, les vis utilisées en pied de relevé doivent présenter une capacité de perçage :

- ≥ 20/10 mm si les fixations sont au droit de la costière,
- ≥ 8/10 mm si les fixations échappent à la costière.

11.3 Relevés isolés thermiquement sur maçonnerie

Sur isolant soudable :

Les relevés isolés sont réalisés conformément aux dispositions de la norme NF-DTU série 43 concernée.

Sur isolant PIR (Panel PIR 5 C, Eurothane Autopro SI (F), Knauf Thane MulTTI SE, Efigreen Alu+, Iko Enertherm Alu XL PRO, Utherm Roof PIR K FRA):

Dans le cas d'un acrotère en béton, les feuilles de relevés sont identiques à celle des relevés non isolés en ajoutant préalablement une sous-couche autoadhésive IKO DUO STICK L3 T3 SI (C) conformément au CPT commun « Isolation thermique des relevés d'étanchéité sur acrotère béton des toitures inaccessibles, techniques, terrasses et toitures végétalisées sur élément porteur en maçonnerie », *e-Cahier du CSTB 3741* de novembre 2013.

11.4 Dispositifs d'écartement des eaux de ruissellement

Les dispositifs d'écartement des eaux pluviales sont réalisés conformément aux dispositions de la norme NF P (DTU série 43) concernée.

Les protections par bandes solin doivent bénéficier d'un Avis Technique favorable.

12. Ouvrages particuliers

12.1 Noues en pente - faîtages - chéneaux

12.11 Généralités

Ces ouvrages sont réalisés de manière analogue aux parties courantes.

12.12 Cas particulier des noues en pente nulle pour le système C

Le renfort de noue en IKO MONO ACIER SOLAR retournée est fixé par PLAQUETTE 40/40 Nervurée

L'entraxe des fixations de la feuille IKO MONO ACIER SOLAR et de la feuille de renfort résultent du même calcul.

Pour les noues nécessitant une ligne de fixation complémentaire, la feuille de renfort de noue est fixée avec des PLAQUETTE 40/40 Nervurée au centre de la feuille de renfort. Une bande de pontage (16 cm) de même nature est ensuite soudée au droit des fixations complémentaires (cf. figure 18).

12.121 Noues centrales

Le fil d'eau est renforcé sur 1 m environ de part et d'autre, en déroulant une feuille de renfort de noues fixées mécaniquement en lisière à l'intervalle requis. Le recouvrement longitudinal entre ces deux feuilles est de 8 cm.

Le revêtement de partie courante recouvre celui de la noue sur 0,15 m au moins et est soudé.

12.122 Noues de rive

Le fil d'eau est renforcé sur 1 m environ, en déroulant une feuille de renfort de noues fixée mécaniquement en lisière à l'intervalle requis.

Les feuilles IKO MONO ACIER SOLAR de partie courante transversales au fil d'eau sont soudées en plein sur la feuille de renfort de noue. Si les feuilles IKO MONO ACIER SOLAR de partie courante sont parallèles au fil d'eau, un demi-lé de IKO MONO ACIER SOLAR est préalablement soudé sur ce renfort en rive pour être recouvert par la partie courante sur 0,15 m au moins.

12.2 Évacuation des eaux pluviales - pénétrations

Ces ouvrages sont réalisés conformément aux dispositions des normes NF P 84-204 à NF P 84-208 (référence DTU série 43 P1). Les raccordements aux ouvrages d'évacuations d'eaux pluviales se font sur des platines enduites d'EIF sur leurs deux faces insérées entre la première couche du revêtement de partie courante et une pièce de renfort IKO DUO FUSION G/F (C) de dimensions telles qu'elle dépasse la platine de 20 cm au moins.

12.3 Joints de dilatation

Les joints de dilatation sont exécutés conformément aux dispositions des normes P 84 série 200 (référence DTU série 43 P1), et de l'Avis Technique Exceljoint.

12.4 Chemins de circulations

Les chemins de circulation seront mis en œuvre avant toute mise en œuvre de modules photovoltaïques.

Les chemins de circulation prévus dans le calepinage seront réalisés par soudure d'une membrane IKO ACCESS (C) (ou IKO MONO FUSION (C), de couleur différente de la partie courante).

13. Dispositions particulières aux DROM

13.1 Prescriptions relatives aux éléments porteurs et aux supports en maçonnerie

Sont admis les éléments porteurs et les supports en maçonnerie conformes au CPT Commun « Supports de système d'étanchéité de toitures dans les départements d'outre-mer (DOM) (*e-Cahier du CSTB 3644 d'octobre 2008*), les supports non traditionnels bénéficiant d'un Avis Technique pour cet emploi. Leur préparation ainsi que le pontage des joints sont effectués conformément aux prescriptions des normes NF P 84-204-1 (référence DTU 43.1 P1) et des Avis Techniques les concernant.

Lorsque le support du système d'étanchéité est l'élément porteur lui-même, il est préparé à l'EIF.

La pente minimum à mettre en œuvre est de 2 %.

Les reliefs sont conformes aux spécifications des Règles de la CSNE de mai 1990.

En cas de réfections dans le cas de la maçonnerie, l'intégralité du système existant est déposé et le diagnostic de l'élément porteur est réalisé selon la norme NF P 84-208 (référence DTU 43.5).

13.2 Mise en œuvre du pare-vapeur

Selon les dispositions du CPT Commun « Supports de système d'étanchéité de toitures dans les départements d'outre-mer (DROM) (*e-Cahier du CSTB 3644 d'octobre 2008*), la mise en œuvre d'un pare-vapeur n'est pas obligatoire, sauf sur locaux chauffés. Le pare-vapeur est à choisir et à mettre en œuvre conformément au *Tableau 15* sur locaux chauffés ou sinon s'il est prévu dans les documents particuliers du marché (DPM).

13.3 Étanchéité de partie courante et relevés

L'étanchéité est décrite dans le tableau 16bis.

Les relevés, de hauteur minimale 150 mm, sont traités de la même manière que ceux décrits au § 11.

13.4 Évacuation des eaux pluviales

L'intensité pluviométrique à prendre en compte et le dimensionnement des dispositifs d'évacuation des eaux pluviales est donné dans le NF DTU 60.11-3 pour des débits de 4,5 l/m².min. Les DPM peuvent prévoir des débits à 6 l/m².min

13.5 Modules photovoltaïques :

L'utilisation de modules photovoltaïques dans les DROM ne peut être acceptée qu'après consultation et accord du fabricant pour le chantier concerné.

14. Calepinage de la toiture

Le calepinage général de la toiture sera réalisé par IKO-AXTER, en coordination avec l'électricien préalablement à la mise en œuvre.

Il comporte le calepinage des ATTELAGES, des modules photovoltaïques et des chemins de câbles.

14.1 Zones d'exclusion d'équipement photovoltaïque. (figure 19)

La taille d'un champ photovoltaïque unitaire ne dépassera pas 300 m², avec le plus grand coté de 30 m maximum.

Hormis dans les zones

- comprenant des ombres portées trop importantes,

- d'accumulation de neige au sens des règles NV65 modifiées (cf. annexe A.2)

dans le respect des limites de vent admissibles par rapport aux zones de toiture (partie courante, rive et angle) et de neige, le procédé se met en œuvre en ménageant des zones sans panneaux photovoltaïques sur une largeur :

- de 1 m en bordure des relevés périphériques et autour des évacuations d'eau pluviales,
- de 0,5 m en bordure des lanterneaux, reliefs, émergences et des joints de dilatation,
- de 0,3 m de part et d'autre des faitages,
- de 1 m le long des noues.

14.2 Calepinage des ATTELAGES en zones de production photovoltaïque :

Selon l'exposition au vent :

Le procédé est utilisable en zone de vent 1, 2, 3, 4, et 5. Il est limité à une dépression au vent normal indiquée au tableau 1 (§ 1).

Le nombre d'ATTELAGES par module photovoltaïque est calculé en fonction de la zone et du site de vent par référence :

- A la note d'information « Procédés photovoltaïques sous Avis Technique mis en œuvre en toiture - Vérification simplifiée des charges climatiques en toiture de l'e-Cahier du CSTB 3803_V2 de juin 2022., en vent normal, pour des bâtiments d'élancement courant
- à la zone et du site de vent (zones 1 à 5) ; site normal ou exposé ;
- à la localisation en toiture : parties courantes, rives, angles, etc...

L'étude est fournie par les Services Techniques d'IKO-AXTER. Elle est obligatoire.

Selon la charge de neige :

Le procédé est utilisable en toute zone de neige. Il est limité à une charge de neige normale indiquée au tableau 2 (§ 1).

Le nombre d'ATTELAGES par module photovoltaïque est calculée en fonction de la Charge de neige normale maxi admissible donnée dans la note d'information « Procédés photovoltaïques sous Avis Technique mis en œuvre en toiture - Vérification simplifiée des charges climatiques en toiture de l'e-Cahier du CSTB 3803_V2 de juin 2022.

L'étude est fournie par les Services Techniques d'IKO-AXTER. Elle est obligatoire.

Cas de l'IKO SURFA 5 TOPSOLAR BITUME PLAT ou 2 PANS

L'implantation des ATTELAGES supportant les modules photovoltaïques est réalisée selon 2 dispositions types (cf. figure 20) :

- Disposition normale (2 ATTELAGES par module photovoltaïque) : $n = 2$
- Disposition renforcée (3 ATTELAGES par module photovoltaïque) : $n = 3$

avec des niveaux de performance de résistance aux actions climatiques (vent et neige) croissants :

Le nombre d'ATTELAGE par module photovoltaïque à retenir sera le plus important entre celui calculé selon l'exposition à la neige et celui calculé selon l'exposition au vent pour la zone de toiture considérée.

Les figures 22 à 25 illustrent la disposition des ATTELAGES.

L'espacement entre ATTELAGES et donné tableau 18.

Cas de l'IKO SURFA 5 TOPSOLAR BITUME SHED

L'implantation des ATTELAGES supportant les modules photovoltaïques est réalisée selon 2 dispositions types (cf. figure 21) :

- Disposition normale (4 ATTELAGES par module photovoltaïque) : $n = 2$
- Disposition renforcée (6 ATTELAGES par module photovoltaïque) : $n = 3$

avec des niveaux de performance de résistance aux actions climatiques (vent et neige) croissants :

Le nombre d'ATTELAGE par module photovoltaïque à retenir sera le plus important entre celui calculé selon l'exposition à la neige et celui calculé selon l'exposition au vent pour la zone de toiture considérée.

Les figures 26 à 27 illustrent la disposition des ATTELAGES.

L'espacement entre ATTELAGES et donné tableau 18.

15. Mise en œuvre des attelages

15.1 Généralités

Les ATTELAGES sont composés de :

- une PLATINE (BASE métallique de dimensions 20x25 cm et PLASTRON d'étanchéité bitumineuse),
- un PONTET support de module photovoltaïque :
 - Système IKO SURFA 5 TOPSOLAR BITUME PLAT : PONTET PLAT permettant de réaliser une mise en œuvre parallèle au plan de l'étanchéité,
 - Système IKO SURFA 5 TOPSOLAR BITUME 2PANS ou SHED : PONTET BAS et PONTET HAUT permettant de réaliser une mise en œuvre du module penté,
- Une BRIDE munie d'une fixation pour le bridage des modules.

Les ATTELAGES sont définis § 3.31.

En système IKO SURFA 5 TOPSOLAR BITUME PLAT, seuls les ATTELAGES PLATS sont utilisés. (cf. figure 28)

En système IKO SURFA 5 TOPSOLAR BITUME 2PANS les ATTELAGES sont alternativement des ATTELAGES HAUTS et des ATTELAGES BAS. (cf. figure 29)

En système IKO SURFA 5 TOPSOLAR BITUME SHED les ATTELAGES sont alternativement des ATTELAGES HAUTS et des ATTELAGES BAS, en ménageant un intervalle de 400 mm entre les panneaux. (cf. figure 30)

L'emplacement des ATTELAGES doit être repéré par traçage au cordeau sur le revêtement d'étanchéité. Les entraxes respectent les préconisations définies au § 14.

Le quadrillage obtenu lors du tracé sur la zone photovoltaïque permet de positionner les ATTELAGES.

15.2 Mise en place des PONTETS et soudage de l'ATTELAGE

Cf. figure 31

Les PONTETS sont enfilés dans la glissière de la PLATINE prévue à cet effet.

Le PONTET devra impérativement être en appui complet sur la glissière.

La surface du revêtement d'étanchéité est chauffée localement dans les zones définies par le pourtour des PLASTRONS.

Dans le cas où la membrane de surface est ardoisée, il est nécessaire au préalable de noyer la protection minérale en la faisant refluer, et ce sur toute l'emprise du PLASTRON. Ce noircissement du revêtement d'étanchéité se fait au chalumeau et à la spatule.

Dans le cas d'un aménagement différé, l'étanchéité de partie courante est soigneusement nettoyée avant de noyer la protection minérale sur toute l'emprise du PLASTRON. La BASE est positionnée sur le revêtement d'étanchéité de partie courante, en prenant soit de placer la glissière perpendiculairement au grand côté du module photovoltaïque à venir.

Puis le PLASTRON est enfilé sur la BASE. Il est soudé en plein sur la BASE et la partie courante.

15.3 Mise en place des modules

Les modules photovoltaïques sont posés sur les PONTETS et fixés au moyen des BRIDES équipant chaque PONTET.

Les modules sont posés en butée sur les PONTETS de chaque ATTELAGE avec un intervalle de 35 mm entre chaque module photovoltaïque. (cf. figure 32)

Un intervalle de 35 mm sera également à ménager entre chaque module dans l'autre sens.

La connexion électrique des modules se fait selon le § 16. Elle se fait au fur et à mesure de la pose des modules photovoltaïques, avant le serrage de la BRIDE.

Si le système de pose fait appel à des PONTETS HAUTS, l'écrou de la partie basse est serré au préalable à la clé dynamométrique avec un couple de 13 N.m.

Le serrage de la vis de BRIDE équipant tous les PONTETS se fait à la clé dynamométrique avec un couple de 13 N.m.

La mise à la terre des ATTELAGES se fait à l'aide de cosses à œil (cf. § 3.7) fixées sur le flanc des ATTELAGES (cf. figure 36)

15.4 Disposition spécifique en fin de champ ou en SHED :

En bordure des champs mis en œuvre en IKO SURFA 5 TOPSOLAR BITUME PLAT ou IKO SURFA 5 TOPSOLAR BITUME 2PANS, systématique en SURFA 5 SOLAR SHED, une cale (cf. § 3.35) de la même hauteur que les modules mis en œuvre, afin de bloquer la BRIDE lors de son serrage. (cf. figure 33)

16. Partie électrique

16.1 Généralités

Les travaux de raccordement électrique (fourniture et pose des onduleurs compris) seront confiés à une entreprise spécialisée dans le photovoltaïque, titulaire d'une qualification décernée par un organisme agréé (cf. § 16.2)

Le calepinage des modules devra être conforme au plan établi afin de respecter le nombre de modules photovoltaïques connectés en série, le nombre de branches en parallèle issus de l'étude fournie par l'électricien.

Le calepinage général des chemins de câbles sera réalisé préalablement à la mise en œuvre sur un fond de plan où figure le calepinage des modules photovoltaïques, et sera approuvé avant réalisation par IKO-AXTER pour ce qui concerne les interfaces avec la fonction étanchéité.

16.2 Compétence des installateurs

Entreprise spécialisée dans le photovoltaïque, titulaire d'une qualification décernée par un organisme agréé comme Qualibat, Qualit'ENR ou Qualifelec 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.

16.3 Spécifications électriques

L'installation doit être réalisée conformément aux documents en vigueur suivants : norme NF C 15-100, guides UTE C 15-712.

Tous les travaux touchant à l'installation électrique doivent être confiés à des électriciens habilités.

Les modules ne doivent être ni coupés ni percés.

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 1000 V (liée à la classe II de sécurité électrique).

16.4 Liaison électrique inter modules

(cf. schéma de principe : fig. 37)

La connexion et le passage des câbles électriques s'effectuent sous les modules photovoltaïques en étant fixés à l'aide de collier de serrage (type Rilsan ou équivalent) aux cadre des modules ou aux ATTELAGES (repose câble du PONTET HAUT par ex) ou dans des chemins de câbles capotés prévus à cet effet : ils ne sont donc jamais exposés au rayonnement solaire.

La connexion des modules photovoltaïques se fait au fur et à mesure de la pose des modules avant leur fixation ATTELAGES.

La liaison entre les câbles électriques des modules photovoltaïques et les câbles électriques supplémentaires (pour le passage d'une rangée à une autre ou pour la liaison des séries de modules photovoltaïques 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 éventuellement nécessaire de confectionner, grâce à des sertisseuses spécifiques, des rallonges disposant de deux connecteurs de type différents.

Pour la connexion d'une colonne de modules photovoltaïques à une autre, le passage des câbles se fera en passant dans le chemin de câbles avec capot.

Les connexions et les câbles doivent être mis en œuvre de manière à éviter toute détérioration due aux effets du vent et de la glace.

16.5 Câbles de mise à la terre

La mise à la terre du champ photovoltaïque s'effectue en peigne en récupérant, au fur et à mesure de la pose des modules photovoltaïques les masses métalliques des cadres des modules par l'intermédiaire de cosses de masse à œil en cuivre et rondelles bimétal fixées dans les trous de mise à la terre présents sur le cadre. (figure 35)

Le tout est relié au câble principal par l'intermédiaire d'un raccord à serrage ou à sertir (type Griffequip ou cosse C).

Les modules ne doivent être ni coupés ni percés.

16.6 Passage de câbles à l'intérieur du bâtiment

Le passage des câbles vers l'intérieur du bâtiment doit être réalisé sans créer de fuite au niveau de 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 à la norme NF DTU 43.1 (voir § 3.73).
- via une descente en façade dans une gaine technique ou un chemin de câbles.

Dans le cas des bâtiments collectifs d'habitations, les installations photovoltaïques à usage collectif ne doivent pas traverser ou cheminer dans les parties privatives.

16.7 Chemin de câbles

Aucun câble et aucun connecteur ne devra reposer sur le revêtement d'étanchéité ; les câbles devront reposer dans un chemin de câbles spécifique ou cheminer le long des ATTELAGES en étant fixés à l'aide de collier de serrage (type Rilsan ou équivalent).

En dehors des champs photovoltaïques, les câbles devront être regroupés dans des chemins de câbles spécifiques de type Cablofil. Le choix et la mise en œuvre du matériel répondront aux spécifications suivantes :

- Le chemin de câble doit être relié à la masse de l'installation tous les 15 à 20 mètres à l'aide d'accessoires dédiés (raccord à griffes, bornes...).
- Le dimensionnement des chemins de câbles est effectué conformément aux spécifications de la norme NF C 15-100 sur la base des canalisations à isolation PR. Dans le cas particulier des canalisations soumises au rayonnement solaire direct, la température ambiante à prendre en compte pour leur dimensionnement est considérée égale à 70 °C, par conséquent un facteur de correction de 0,58 est à appliquer conformément au tableau 52K de la NF C 15-100.

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

Les supports de chemins de câbles sont :

- Galvanisés à chaud (grammage galvanisation $\geq 85 \mu\text{m}$ selon la norme EN ISO 14713) en ambiance urbaine normale ou en acier inoxydable 316 L en ambiance urbaine sévère ou industrielle ou marine. Les chemins de câbles et support galvanisés à chaud ne doivent pas être coupés. Les chemins de câbles de type Cablofil en toiture sont fixés sur des supports (cf. Figure 15) permettant une surélévation de 20 mm minimum par rapport à la toiture. Ces supports sont soudés industriellement au préalable sur une platine de même nature de dimensions minimales 10 cm x 10 cm, l'entraxe entre supports est limité dans tous les cas à 2 m maximum.
Pour les pentes de toiture inférieures à 5%, la platine est collée sur la membrane d'étanchéité à l'aide de la colle RUBERFIX commercialisée par IKO-AXTER et compatible avec le liant des membranes d'étanchéité. La platine est collée sur toute sa surface avec une épaisseur minimale de 3 mm de colle RUBERFIX, le plan de collage ne doit pas être sollicité durant le temps de prise de la colle (qui dépend de la température ambiante, 24 h à 10°C ou 4 h à 25°C) donc le chemin de câble ne doit pas être installé avant ce délai minimal à respecter. Pour des pentes de toiture supérieures à 5%, le collage est renforcé par un plastron de 35 cm x 35 cm minimum évidé au droit du support, et soudé sur la platine et le revêtement d'étanchéité (le plastron est réalisé dans une feuille de finition du complexe).
- Des dalles en béton : les platines d'appuis du chemin de câbles sont fixées sur des dalles en béton de dimensions 30 cm x 30 cm x 3 cm minimum. Il convient de poser les dalles de béton sur un écran de protection (non-tissé polyester, 170 g/m²) afin de ne pas endommager le revêtement d'étanchéité. Ce système de dalles peut être mis en œuvre par l'électricien qualifié pour la pose des installations photovoltaïques, pour des toitures de pente inférieure ou égale à 5%. Les supports sont espacés de 1,5 m au maximum.
- Support métalliques liaisonnés à l'étanchéité : omégas en tôles d'acier inox AISI 304 pliées de dimensions 50 mm x 50 mm x 50 mm x 150 mm et d'épaisseur 1,2 mm. Ces supports sont liaisonnés sur leurs deux côtés sur l'étanchéité à l'aide de bandes de membranes 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.
- Tout autre support (non visé par l'Avis) devant résister aux intempéries et être placé selon un espacement qui dépend de la portance du chemin de câbles utilisé et de leur aptitude en résistance au vent. Cette distance entre supports doit être précisée par l'électricien qualifié pour la pose des installations photovoltaïques, ou à défaut tous les 1,5 mètres.

La mise en œuvre doit répondre aux exigences de la norme CEI 61 537 « Systèmes de chemins de câbles et systèmes d'échelle à câbles pour installations électriques » et norme NF C 15-100, aux guides UTE C 15-712 et "guide ADEME-SER" (limitation des boucles induites, cheminements spécifiques et distinct...).

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

17. Formation

La mise en œuvre est assurée par les entreprises d'étanchéité qualifiées, formées aux techniques de pose des revêtements d'étanchéité et à celle des ATTELAGES.

La société IKO - AXTER organise une formation obligatoire "installateur" dispensée dans ses locaux à Courchelettes (59). Cette formation permet d'aborder les spécificités liées à la mise en œuvre du procédé IKO SURFA 5 TOPSOLAR BITUME

Cette formation se décline en 2 parties :

- L'une théorique : présentation de l'entreprise IKO-AXTER, sécurité des intervenants, exigences de qualité, description du procédé, ...
- L'autre pratique : mise en œuvre d'une installation avec le montage du procédé IKO SURFA 5 TOPSOLAR BITUME sur une maquette.

A l'issue de cette formation, une attestation nominative est délivrée aux participants par la société IKO-AXTER.

Un guide de pose décrivant le matériel nécessaire, la mise en œuvre du procédé et les précautions particulières est transmis à l'entreprise de pose avant travaux.

Une assistance technique sur chantier est proposée à l'installateur pour la pose du premier IKO SURFA 5 TOPSOLAR BITUME.

18. Assistance technique

Une étude par les Services Techniques IKO-AXTER est obligatoire pour chaque chantier.

Assistance technique

L'assistance technique se fait sous l'égide d'IKO-AXTER :

- Pour chaque projet, les Services Techniques d'IKO-AXTER fournissent un plan de calepinage des ATTELAGES et des modules photovoltaïques ainsi qu'une étude pour la vérification de la tenue aux sollicitations climatiques du complexe isolant-étanchéité, des ATTELAGES et des modules photovoltaïques. Dans le cas d'un élément porteur SURFALTEO, ils se rapprochent de BACACIER pour son étude, en particulier pour les cas non pris en compte dans l'annexe E.
- La société BACACIER assure l'assistance technique (dimensionnement des profilés SURFALTEO) le conseil technique de mise en œuvre des profilés, mais n'effectue pas elle-même la pose. Pour les cas non prévus par les fiches techniques de l'annexe E une étude doit impérativement être réalisée, chantier par chantier, par les Services Techniques de BACACIER: travées inégales

Complexe d'étanchéité, calepinage et mise en œuvre des ATTELAGES IKO SURFA 5 TOPSOLAR BITUME

La Société IKO-AXTER apporte à l'entreprise son assistance technique pour la mise en œuvre sur chantiers.

19. Organisation de la mise en œuvre

19.1 Généralités

Pour chaque toiture photovoltaïque, une étude préalable est menée par les Services Techniques IKO-AXTER, afin d'établir un calepinage définissant précisément l'emplacement des ATTELAGES et des modules photovoltaïques.

19.2 Mise en œuvre

Elle est assurée par les entreprises d'étanchéité qualifiées et formées aux techniques de pose des revêtements d'étanchéité ainsi que plus spécifiquement à la mise en œuvre du procédé IKO SURFA 5 TOPSOLAR BITUME par la Société IKO-AXTER.

Les points relatifs à l'aspect électrique sont traités au § 16.

Les travaux de raccordement électrique (fourniture et pose des onduleurs) sont confiés à une entreprise spécialisée dans le photovoltaïque et titulaire de l'appellation adaptée.

20. Entretien et réparation

L'entretien et la réparation sont à la charge du maître d'ouvrage.

20.1 Entretien

L'entretien des toitures est celui prescrit par la norme NF P 84 - 200 (DTU série 43) concernée.

L'entretien de la centrale photovoltaïque se fera dans le cadre d'un contrat d'entretien effectué annuellement et conjointement à celui de la membrane d'étanchéité. Il est recommandé d'effectuer deux visites par an et un nettoyage de panneaux au minimum. Lors de chaque visite, l'installation devra être examinée pour s'assurer de la bonne tenue des modules photovoltaïques. Une attention particulière devra être portée

- Aux faces visibles des modules
- A l'ensemble des fixations
- Aux câbles, notamment dans les chemins de câbles et en périphérie du champ solaire ;
- Aux autres équipements électriques (onduleurs, coffrets), de leur support et fixation.

Il convient notamment de retirer des modules photovoltaïques les éventuels objets pouvant les cacher, ainsi que de nettoyer toute salissure.

Le nettoyage des modules photovoltaïques se fera à l'eau, en utilisant un chiffon non abrasif ou une serpillière, notamment en fin de chantier. Dans le cas d'un encrassement excessif et adhérent, un nettoyage à la brosse douce pourra être réalisé.

Un tuyau d'eau peut être utilisé, sa pression de service ne dépassera pas 3 bars. Tout point de la terrasse devra être situé à moins de 50 m d'un point d'eau.

Il est interdit de :

- Marcher directement sur les modules photovoltaïques.
- Déverser des produits agressifs : ni sur les modules, ni sur la toiture.

Tout désordre ou dégradation des composants ou accessoires électriques devra être signalé au maître d'ouvrage.

20.2 Réparabilité

Le remplacement d'un module sera fait par un intervenant qualifié en respectant la procédure de mise hors circuit du champ photovoltaïque.

Le bridage sur les attelages devra être réalisé par une entreprise qualifiée et formée à la mise en œuvre du procédé IKO SURFA 5 TOPSOLAR BITUME par IKO-AXTER.

20.21 Remplacement d'un module

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

- Déconnexion de l'onduleur du réseau en ouvrant le disjoncteur AC placé entre le réseau et celui-ci
- Déconnexion du champ photovoltaïque en ouvrant le disjoncteur DC placé entre le champ de modules et l'onduleur
- Démontage des brides de fixation concernées par le module à changer
- Débranchement de l'ancien module et branchement du nouveau.
- Mise à la terre du nouveau module
- Mise en place du nouveau module au sein de la structure aluminium conformément à la mise en œuvre préconisée.
- Réenclenchement du disjoncteur DC puis du disjoncteur AC.

20.22 Remplacement d'un ATTELAGE

Dans la zone concernée, retirer les modules conformément à la description du précédent paragraphe. L'ATTELAGE est enlevé de la manière suivante :

- chauffer le PLASTON en périphérie

- avec une spatule, soulever la partie chauffée du PLASTRON
 - Soulever l'ATTELAGE afin de le désolidariser entièrement du revêtement de partie courante.
- L'ATTELAGE doit être remplacé et le remontage des modules photovoltaïques doit être fait conformément au présent dossier technique.

B. Résultats expérimentaux

- Rapport d'essai au caisson de vent CSTC- CAR-19-158-1
- Rapport d'essai au caisson de vent CSTC- TDI-20-136-01
- Rapport d'essai au caisson de vent CSTC- CAR TDI-20-136-05
- Rapport d'essai ROCKWOOL Comportement sous charge maintenue sur support discontinu LNE P172798-2 DU 13 février 2018
- Rapport d'essai ROCKWOOL Comportement sous charge maintenue sur support discontinu LNE P172798-6 DU 13 février 2018
- Rapport d'essai sur Smartroof C - LNE P221310-3 et LNE P209121-3
- Rapport d'essai sur Rockacier C Nu energy - P209682-6
- Rapport d'essai sur Panotoit Tekfi 2 - FaCeT 21-0115_04273
- Rapport d'essai sur Coberlan C - ITECONS ISO075-22
- Rapport d'essai sur Iko Enertherm Alu - LNE P213718-1 et LNE P187893-1
- Rapport d'essai sur Powerdeck + - LNE P211276-1
- Rapport d'essai CSTC – GSFM-20-077-01 et GSFM-20-0140-01 (EN12179 – TARKA 120 VSMS)
- Essais de flexion sous charge descendantes ont été réalisés dans la station d'essai de chez BACACIER le tout contrôlé par SOCOTEC et APAVE
- Un modèle RDM de calcul a été créé afin de définir des tableaux de charges du présent dossier.
- Rapport d'essai « baudruche » au mur vertical sur chaque module.

ANNEXE A

Prédimensionnement du procédé IKO SURFA 5 TOPSOLAR BITUME

Cette annexe offre la possibilité d'évaluer l'équipabilité d'une terrasse. Elle ne remplace pas le dimensionnement réalisé par les Services Techniques d'IKO-AXTER.

A.1 Dépressions maximales admissibles en vent normal

Les valeurs du tableau 1 ci-dessous doivent être plafonnées le cas échéant par la valeur admissible de dépression maximale (en vent normal) du module choisi dans la grille de vérification des modules photovoltaïques en cours de validité, figurant en annexe 3 de la présente Appréciation Technique d'Expérimentation à la page de l'Appréciation Technique d'Expérimentation publiée.

Ces valeurs ainsi plafonnées sont à comparer à celles du tableau A1 issues de la Note d'information « Procédés photovoltaïques sous Avis Technique mis en œuvre en toiture - Vérification simplifiée des charges climatiques en toiture de l'e-Cahier du CSTB 3803_V2 de juin 2022.

Rappel Tableau 1 :

Dépressions maximales en vent normal (Pa) admissibles par le procédé IKO SURFA 5 TOPSOLAR BITUME PLAT, 2PANS ou SHED selon le type de module photovoltaïque, la mise en œuvre de l'étanchéité, et la disposition utilisée (hors module photovoltaïque)

Type de module	Dépressions maximales admissibles en vent normal (Pa)			
	Fixée mécaniquement (Systèmes B et C)		Autoadhésif (Système A)	
	en disposition normale	en disposition renforcée	en disposition normale	en disposition renforcée
Type A	1301	1900	890	1283
Type B	1156	1683	795	1140
Type C	1132	1650	776	1030
Ces valeurs doivent être plafonnées le cas échéant par la valeur admissible de dépression maximale (en vent normal) du module choisi dans la grille de vérification des modules photovoltaïques en cours de validité, figurant en annexe 3 de la présente Appréciation Technique d'Expérimentation à la page de l'Appréciation Technique d'Expérimentation publiée.				
Disposition normale : 2 ATTELAGES / module en PLAT et 2PANS, 4 ATTELAGES/module en SHED Disposition renforcée : 3 ATTELAGES / module en PLAT et 2PANS, 6 ATTELAGES/module en SHED				

Tableaux A1 : Charge ascendantes en Pa (issues de la Note d'information « Procédés photovoltaïques sous Avis Technique mis en œuvre en toiture - Vérification simplifiée des charges climatiques en toiture de l'e-Cahier du CSTB 3803_V2 de juin 2022.)

Ces tableaux sont établis en considérant une masse surfacique du procédé supérieure ou égale à 10 kg/m².

Système IKO SURFA 5 TOPSOLAR BITUME PLAT

Hauteur (m)	Pente	Position	Zone de vent (N : site normal / Ex : site exposé)									
			1		2		3		4		5	
			N	Ex	N	Ex	N	Ex	N	Ex	N	Ex
10	0 à 10%	Courante	252	375	322	448	427	559	532	658	742	910
		Rives	602	847	742	994	952	1 215	1 162	1 414	1 582	1 918
		Angles	952	1 320	1 162	1 540	1 477	1 871	1 792	2 170	2 422	2 926
15	0 à 10%	Courante	287	422	364	503	480	624	595	734	826	1 011
		Rives	672	942	826	1 104	1 057	1 346	1 288	1 566	1 750	2 120
		Angles	1 057	1 462	1 288	1 704	1 635	2 068	1 981	2 397	2 674	3 229
20	0 à 10%	Courante	318	463	401	551	526	682	651	800	900	1 099
		Rives	734	1 025	900	1 199	1 149	1 461	1 399	1 698	1 897	2 296
		Angles	1 149	1 586	1 399	1 848	1 773	2 240	2 147	2 596	2 895	3 493
Les cases grisées correspondent à des exclusions d'emploi												

A.2 Charge climatique de neige normale

Les valeurs des tableaux 2.1 et 2.2 ci-dessous doivent être plafonnées le cas échéant par la valeur admissible de neige normale du module choisi dans la grille de vérification des modules photovoltaïques en cours de validité, figurant en annexe 3 de la présente Appréciation Technique d'Expérimentation à la page de l'Appréciation Technique d'Expérimentation publiée.

Ces valeurs ainsi plafonnées sont à comparer à celles du tableau A2.1, issues de la Note d'information « Procédés photovoltaïques sous Avis Technique mis en œuvre en toiture - Vérification simplifiée des charges climatiques en toiture de l'e-Cahier du CSTB 3803_V2 de juin 2022.

Rappel tableau 2.1 : Charge climatique de neige normale (Pa) admissible par le procédé IKO SURFA 5 TOPSOLAR BITUME PLAT ou 2PANS selon le module photovoltaïque et la disposition utilisés (hors module photovoltaïque)

Elément porteur	Pression admissible sur le support (isolant ou revêtement) (kPa) (1)	Charge de neige normale maximale admissible (Pa)					
		Type A		Type B		Type C	
		en disposition normale	en disposition renforcée	en disposition normale	en disposition renforcée	en disposition normale	en disposition renforcée
Béton CLT	20	753	1185	682	1078	564	900
	30	1185	1834	1078	1671	900	1403
	40	1618	2482	1473	2265	1235	1906
	50	2050	3130	1869	2858	1570	2409
	60	2482	3778	2265	3452	1906	2912
TAN	20	753	1185	682	1078	564	900
	30	1185	1834	1078	1671	900	1403
(1) Les valeurs de pressions admissibles sont - Sur TAN o 20 kPa pour tout isolant laine minérale listé au § 1, y compris lorsqu'il est utilisé en lit inférieur le cas échéant. o 30 kPa pour tout isolant PIR admis posé directement sur TAN. - Sur Béton et CLT, données dans le DTA propre ou le certificat ACERMI de chaque isolant : charge maintenue pour une déformation du revêtement d'étanchéité de 2 mm au plus. Cette valeur est fonction de son épaisseur.							
Disposition normale : 2 ATTELAGES / module. Disposition renforcée : 3 ATTELAGES / module							
Ces valeurs doivent être plafonnées le cas échéant par la valeur de charge de neige maximale (en neige normale) du module choisi dans la grille de vérification des modules photovoltaïques en cours de validité, figurant en annexe 3 de la présente Appréciation Technique d'Expérimentation à la page de l'Appréciation Technique d'Expérimentation publiée.							

Rappel tableau 2.2 : Charge climatique de neige normale (Pa) admissible par le procédé IKO SURFA 5 TOPSOLAR BITUME SHED selon le module photovoltaïque et la disposition utilisés (hors module photovoltaïque)

Elément porteur	Pression admissible sur le support (isolant ou revêtement) (kPa) (1)	Charge de neige normale maximale admissible (Pa)					
		Type A		Type B		Type C	
		en disposition normale	en disposition renforcée	en disposition normale	en disposition renforcée	en disposition normale	en disposition renforcée
Béton CLT	20	1618	2482	1473	2265	1235	1906
	30	2482	3778	2265	3452	1906	2912
	40	3346	5074	3056	4639	2577	3919
	50	4210	6371	3848	5826	3248	4925
	60	5074	7667	4639	7013	3919	5932
TAN	20	1618	2482	1473	2265	1235	1906
	30	2482	3778	2265	3452	1906	2912
(1) Les valeurs de pressions admissibles sont - Sur TAN o 20 kPa pour tout isolant laine minérale listé au § 1, y compris lorsqu'il est utilisé en lit inférieur le cas échéant. o 30 kPa pour tout isolant PIR admis posé directement sur TAN. - Sur Béton et CLT, données dans le DTA propre ou le certificat ACERMI de chaque isolant : charge maintenue pour une déformation du revêtement d'étanchéité de 2 mm au plus. Cette valeur est fonction de son épaisseur.							
Disposition normale : 4 ATTELAGES/module. Disposition renforcée : 6 ATTELAGES/module							
Ces valeurs doivent être plafonnées le cas échéant par la valeur de charge de neige maximale (en neige normale) du module choisi dans la grille de vérification des modules photovoltaïques en cours de validité, figurant en annexe 3 de la présente Appréciation Technique d'Expérimentation à la page de l'Appréciation Technique d'Expérimentation publiée.							

Tableau A2.1 : Charge descendantes en Pa (issues de la Note d'information « Procédés photovoltaïques sous Avis Technique mis en œuvre en toiture - Vérification simplifiée des charges climatiques en toiture de l'e-Cahier du CSTB 3803_V2 de juin 2022.

Ce tableau est établi en considérant une masse surfacique du procédé inférieure ou égale à 15 kg/m²

Région de neige	Altitude (m)	Pente de la toiture	
		0 %	10 %
A1	200	497	493
	500	797	790
	900	1797	1780
A2	200	647	641
	500	797	790
	900	1797	1780
B1	200	647	641
	500	897	889
	900	1897	1879
B2	200	847	839
	500	897	889
	900	1897	1879
C1	200	697	691
	500	997	988
	900	1997	1978
C2	200	847	839
	500	997	988
	900	1997	1978
D	200	1047	1088
	500	1247	1236
	900	2247	2226
E	200	1297	1285
	500	1597	1582
	900	2597	2572
Les cases grisées correspondent à des exclusions d'emploi			

ANNEXE B

Dimensionnement du système d'étanchéité A (Autoadhésif)

Tableau B1 – Tenue en vent extrême en système apparent

Ces valeurs sont à comparer à celles du *tableau B2*, issues du CPT Commun « Résistance au vent des isolants supports des systèmes d'étanchéité de toitures » de l'e-Cahier du CSTB 3564 de juin 2006.

Les densités et modes d'application de l'IKOPRO COLLE PU W sont décrits dans le § 9.2.2.2 du Dossier Technique.

Support direct du revêtement		Mode de mise en œuvre de l'isolant	Wadm (en Pa) en vent extreme
Maçonnerie			4 712
CLT			6 666
Polyisocyanurate	• Panel PIR 5 C • Eurothane Autopro SI (F) • Efigreen Alu + • Knaufthane MuITTI SE • Iko Enertherm ALU XL PRO • Utherm Roof PIR K FRA	IKOPRO COLLE PU W	6 333(2)
		Fixé mécaniquement	6 333 (1) (2)
Sur ancienne étanchéité autoprotégée minérale			5 182
(1) La dépression est plafonnée, selon les Règles NV 65 modifiées (cf. § 9.2.2.2). (2) Performance plafonnée à 4 712 Pa sur maçonnerie si le pare-vapeur est soudé en semi-indépendance (sur IKO ECRAN PERFO (C)) (cf. <i>tableau 7</i>).			

Tableau B2.1 : Tôles d'acier nervurées, CLT - Bâtiments fermés

Hauteur	Position	Cp	Zone 1		Zone 2		Zone 3		Zone 4	
			normal	exposé	normal	exposé	normal	exposé	normal	exposé
10	Courante	1	875	1 181	1 050	1 365	1 313	1 641	1 575	1 890
	Rives	1.7	1 488	2 008	1 785	2 321	2 231	2 789	2 678	3 213
	Angles	2.4	2 100	2 835	2 520	3 276	3 150	3 938	3 780	4 536
15	Courante	1	963	1 300	1 156	1 502	1 445	1 806	1 733	2 080
	Rives	1.7	1 637	2 210	1 965	2 554	2 456	3 070	2 947	3 536
	Angles	2.4	2 311	3 120	2 773	3 605	3 467	4 334	4 160	4 992
20	Courante	1	1 039	1 403	1 247	1 621	1 559	1 948	1 870	2 244
	Rives	1.7	1 766	2 385	2 120	2 755	2 649	3 312	3 179	3 815
	Angles	2.4	2 494	3 366	2 992	3 890	3 740	4 676	4 488	5 386

Les cases grisées correspondent à des exclusions d'emploi

Tableau B2.2 : Tôles d'acier nervurées, CLT - Bâtiments ouverts

Hauteur	Position	Cp	Zone 1		Zone 2		Zone 3		Zone 4	
			normal	exposé	normal	exposé	normal	exposé	normal	exposé
10	Courante	1.5	1 313	1 772	1 575	2 048	1 969	2 461	2 363	2 835
	Rives	2	1 750	2 363	2 100	2 730	2 625	3 281	3 150	3 780
	Angles	2.9	2 538	3 426	3 045	3 959	3 806	4 758	4 568	5 481
15	Courante	1.5	1 445	1 950	1 733	2 253	2 167	2 708	2 600	3 120
	Rives	2	1 926	2 600	2 311	3 005	2 889	3 611	3 467	4 160
	Angles	2.9	2 793	3 770	3 351	4 357	4 189	5 236	5 027	6 032
20	Courante	1.5	1 559	2 104	1 870	2 431	2 338	2 922	2 805	3 366
	Rives	2	2 078	2 805	2 494	3 242	3 117	3 896	3 740	4 488
	Angles	2.9	3 013	4 068	3 616	4 700	4 520	5 650	5 424	6 508

Les cases grisées correspondent à des exclusions d'emploi

Tableau B2.3 : Béton - Bâtiments ouverts et fermés

Hauteur	Position	Cp	Zone 1		Zone 2		Zone 3		Zone 4		Zone 5	
			normal	exposé	normal	exposé	normal	exposé	normal	exposé	normal	exposé
10	Courante	0.7	613	827	735	956	919	1 148	1 103	1 323	1 470	1 764
	Rives	1.4	1 225	1 654	1 470	1 911	1 838	2 297	2 205	2 646	2 940	3 528
	Angles	2.1	1 838	2 481	2 205	2 867	2 756	3 445	3 308	3 969	4 410	5 292
15	Courante	0.7	674	910	809	1 052	1 011	1 264	1 213	1 456	1 618	1 941
	Rives	1.4	1 348	1 820	1 618	2 103	2 022	2 528	2 427	2 912	3 236	3 883
	Angles	2.1	2 022	2 730	2 427	3 155	3 033	3 792	3 640	4 368	4 854	5 824
20	Courante	0.7	727	982	873	1 135	1 091	1 364	1 309	1 571	1 746	2 095
	Rives	1.4	1 455	1 964	1 746	2 269	2 182	2 727	2 618	3 142	3 491	4 189
	Angles	2.1	2 182	2 946	2 618	3 404	3 273	4 091	3 927	4 713	5 237	6 284

Les cases grisées correspondent à des exclusions d'emploi

ANNEXE C

Dimensionnement des systèmes d'étanchéité B et C (fixés mécaniquement) E spacements précalculé des fixations pour

SYSTEME SRC : $WAD_{SRC} = 634 \text{ N/FIXATION}$

Attelages des systèmes de référence : $R_{sr} \geq 1\,520 \text{ N}$ avec plaquette métallique $\varnothing 40 \text{ mm}$

Première couche : IKO DUO ACIER SOLAR L4 FMP/G fixée par plaquette $\varnothing 40$

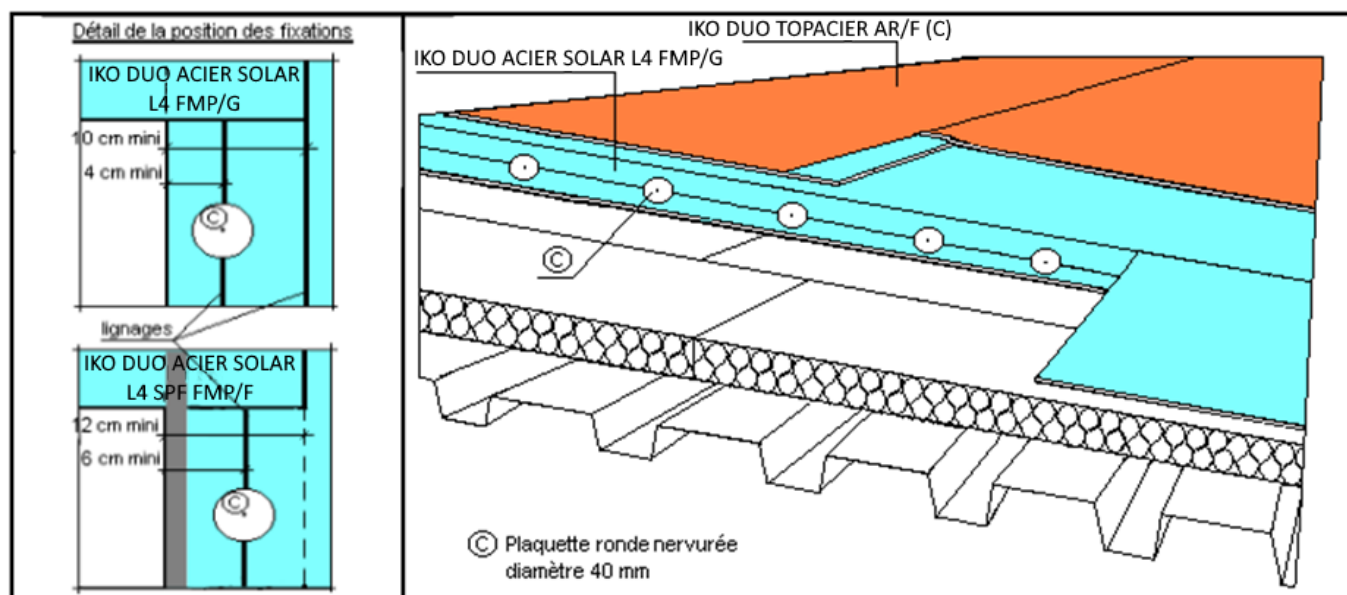


Tableau C1 : Espacements entre fixations pour SRC
Versants plans - Bâtiments d'élanement courant, hauteur $\leq 20 \text{ m}$

C1.1 Tôles d'acier nervurées, CLT- Bâtiments fermés									
Hau- teur	Position	Zone 1		Zone 2		Zone 3		Zone 4	
		Site normal	Site exposé	Site normal	Site exposé	Site normal	Site exposé	Site normal	Site exposé
10	Partie courante	37	37	37	37	37	37	37	37
	Rive	37	35	37	30	31	25	26	21
	Angles	33	24	27	21	22	35*	18	31*
15	Partie courante	37	37	37	37	37	37	37	33
	Rive	37	31	35	27	28	22	23	19
	Angles	30	22	25	19	20	32*	33*	28*
20	Partie courante	37	37	37	37	37	36	37	31
	Rive	37	29	33	25	26	21	22	18
	Angles	28	20	23	18	18	30*	31*	26*

C1.2 Tôles d'acier nervurées, CLT- Bâtiments ouverts									
Hau- teur	Position	Zone 1		Zone 2		Zone 3		Zone 4	
		Site normal	Site exposé	Site normal	Site exposé	Site normal	Site exposé	Site normal	Site exposé
10	Partie courante	37	37	37	34	35	28	29	24
	Rive	37	29	33	25	26	21	22	18
	Angles	27	20	23	35*	18	29*	30*	25*
15	Partie courante	37	36	37	31	32	26	27	22
	Rive	36	27	30	23	24	19	20	33*
	Angles	25	18	21	32*	33*	27*	28*	23*
20	Partie courante	37	33	37	28	30	24	25	20
	Rive	33	25	28	21	22	18	18	31*
	Angles	23	34*	19	29*	31*	25*	25*	21*

C1.3. Béton - Bâtiments ouverts et fermés											
Hau- teur	Position	Zone 1		Zone 2		Zone 3		Zone 4		Zone 5	
		Site normal	Site exposé	Site normal	Site exposé	Site normal	Site exposé	Site normal	Site exposé	Site normal	Site exposé
10	Partie courante	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37
	Rive	37	37	37	36	37	30	31	26	23	19
	Angles	37	28	31	24	25	20	21	35*	31*	26*
15	Partie courante	37	37	37	37	37	37	37	37	37	36
	Rive	37	37	37	33	34	27	29	24	21	18
	Angles	34	25	29	22	23	18	19	32*	29*	24*
20	Partie courante	37	37	37	37	37	37	37	37	37	33
	Rive	37	35	37	31	32	25	26	22	20	33*
	Angles	32	23	26	20	21	34*	35*	29*	27*	22*

* Avec fixations complémentaires à mi-lé (cf. § 10.342 du Dossier Technique).

** Avec deux rangs de fixations complémentaires (cf. § 10.342 du Dossier Technique).

Espacements précalculé des fixations pour

SYSTEME SR1A : $W_{ADM_{SR1A}} = 728 \text{ N/FIXATION}$

Tableau C2 – Espacements entre fixations en parties courantes, rives et angles, pour SR1a

Fixation de l'IKO MONO ACIER SOLAR										PLAQUETTE 40/40 Nervurée + Vis Ø 4,8 mm (Pk _R ≥ 1 520 N selon la norme NF P 30-313)																												
Renfort										IKO MONO ACIER SOLAR retournée (bandes et feuilles de renfort de noue) fixée avec PLAQUETTE 40/40 Nervurée + Vis Ø 4,8 mm (Pk _R ≥ 1 520 N selon la norme NF P 30-313)																												
Espaces entre fixations en cm										Destination																												
										Zone 1						Zone 2						Zone 3						Zone 4										
										Site Normal			Site Exposé			Site Normal			Site Exposé			Site Normal			Site Exposé			Site Normal			Site Exposé							
										Hauteur (m)			Hauteur (m)			Hauteur (m)			Hauteur (m)			Hauteur (m)			Hauteur (m)			Hauteur (m)			Hauteur (m)							
										10	15	20	10	15	20	10	15	20	10	15	20	10	15	20	10	15	20	10	15	20	10	15	20					
C2.1 Tôles d'acier nervurées, CLT- Bâtiments fermés																																						
Partie courante (et noues en partie courante) Rives (et noues en rives) Angles (et noues en angles)										37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	36			
										37	37	37	37	36	33	37	37	37	34	31	29	36	32	30	29	26	24	30	27	25	25	22	21					
										37	34	32	28	25	24	32	29	27	24	22	20	25	23	20	20	18	34*	21	19	18	35*	32*	30*					
C2.2 Béton - Bâtiments ouverts et fermés																																						
Partie courante (et noues en partie courante) Rives (et noues en rives) Angles (et noues en angles)										37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37		
										37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	35	37	37	37	35	31	29	36	33	30	30	27	25					
										37	37	37	32	29	27	36	33	30	28	25	23	29	26	24	23	21	19	24	22	20	20	18	34*					
C2.3 Tôles d'acier nervurées, CLT- Bâtiments ouverts																																						
Partie courante (et noues en partie courante) Rives (et noues en rives) Angles (et noues en angles)										37	37	37	37	37	37	37	37	37	35	33	37	37	34	32	29	27	34	31	28	28	25	24						
										37	37	37	34	31	28	37	34	32	29	26	24	30	27	25	24	22	20	25	23	21	21	19	18					
										31	28	26	23	21	19	26	24	22	20	18	34*	21	19	35*	34*	30*	28*	35*	32*	29*	29*	26*	24*					
(*) Avec fixations complémentaires sur bande de renfort (largeur 16 cm)																																						

ANNEXE D

Règles d'adaptation de la densité de fixation avec plaquette métallique pour les systèmes SRC et SR1a

1. Définitions

Le procédé a été évalué au caisson de vent sur tôles d'acier nervurées à plage pleine de 0,75 mm d'épaisseur avec des systèmes de fixations de référence SRC, et SR1a (cf. § 4.51).

Tableau D1 – Systèmes de références

Système de référence	Type de plaquette (LR Étanco)	Type de vis (LR Étanco)	Pk _{ft} (en N)	Wadm _{sr} (N/fixation)
SRC	Ø 40 mm nervurée acier galva épaisseur = 0,8 mm	EVDF Ø 4,8 mm	1 520 sur tôle d'acier épaisseur minimum 0,7 mm	634
SR1a	PLAQUETTE 40/40 Nervurée Acier galva, épaisseur = 0,8 mm	VMS 2C Ø 4,8 mm	1 520 sur tôle d'acier épaisseur minimum 0,7 mm	728 (parties courantes et noues)

Pour tout autre « nouveau système » (autre élément porteur et/ou fixation : vis, cheville, clou, etc. et plaquettes de répartition), il convient de respecter les présentes règles d'adaptation issue du CPT « Résistance au vent des systèmes d'étanchéité de toiture fixés mécaniquement » - e-Cahier du CSTB 3563 de juin 2006.

sr : système de référence

ns : nouveau système correspondant au système à évaluer

ft : fiche technique du fabricant décrivant la fixation

Pk : résistance caractéristique à l'arrachement de l'attelage de la fixation (ensemble vis + plaquette) déterminée selon norme NF P 30-313

R_{ns} : résistance caractéristique à retenir pour la fixation du nouveau système

D : densité de fixation u/m²

A : nuance de l'acier support

e : épaisseur du support

Q : charge limite de service d'un ancrage sans le béton

CR : classe de résistance à la compression du béton

2. Règles d'adaptation en fonction de l'élément porteur et de l'isolant thermique

Règle d'adaptation en fonction de l'élément porteur

Concernant les éléments porteurs en tôles d'acier nervurées, la fixation mécanique (attelage complet : vis + plaquette associée) doit résister au dévissage selon les critères d'acceptation du Guide EOTA n° 6 - e-Cahier du CSTB 3563 (rotation ≤ ¼ tour après 500 cycles et rotation ≤ ½ tour après 900 cycles).

Règle d'adaptation en fonction de l'isolant thermique

Règle d'adaptation applicable à tous les panneaux isolants.

Dans le cas où la fixation mécanique du revêtement traverse une couche de panneaux isolants thermiques, les fixations doivent également être conformes aux prescriptions du Document Technique d'Application particulier du panneau isolant.

Prescriptions complémentaires concernant les panneaux de compression ≤ 10 kPa

Dans le cas où le support direct du revêtement d'étanchéité est constitué d'une couche de panneaux isolants en laine minérale, les modèles de fixation mécanique sont du type : plaquette avec vis à filet sous tête (solide au pas) ou plaquette avec rivet à entretoise ou plaquette à rupture de pont thermique. Les attelages conformes à la norme NF P 30-317 conviennent.

3. Domaine de validité des adaptations

La densité de fixations du nouveau système « D_{ns} » doit être ≥ 3 fixations/m².

L'espacement entre fixations « E » d'une même rangée doit être ≥ 18 cm.

L'espacement entre deux axes de fixations d'une même rangée ≤ deux fois l'entraxe des nervures des tôles.

4. Exigences concernant les plaquettes de répartition des fixations

Il est rappelé que, en conformité aux normes NF DTU de la série 43, l'utilisation dans le nouveau système « ns » de plaquettes différentes de celles du système de référence « sr » est possible aux conditions suivantes :

- Les plaquettes sont admises avec leur Pk_{ft} ;
- L'épaisseur et la nuance d'acier sont ≥ à celles de la plaquette référence ;
- Les dimensions respectent les conditions du tableau D2 ;
- Pour le bicouche, les recouvrements entre feuilles d'étanchéité adaptés pour respecter une largeur en débord de 1 cm et une largeur de recouvrement au-delà de la plaquette de 3 cm (cf. figure D1).

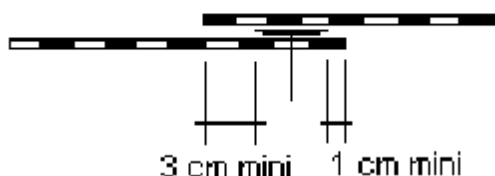


Figure D1 – Recouvrements entre feuilles de première couche

Tableau D2 – Dimension des plaquettes

Plaquettes des « Sri »		Plaquettes « ns »	
		rondes	Carrées, rectangulaires ou oblongues
SRC	Rondelle Ø = 40 mm	Ø ≥ 40 mm	Largeur et longueur ≥ 40 mm
SR1a	Carrée 40/40 Nervurée		

5. Exigences et valeurs de la résistance R_{ns} à retenir

Le tableau D3 donne, en fonction de l'élément porteur du nouveau système :

- Les caractéristiques exigées du nouvel élément porteur ;
- La résistance à la corrosion exigée pour les attelages complets (élément de liaison + plaquette) par référence à l'essai dit « Kesternich », avec 2 litres de SO₂ et présentant une surface de rouille ≤ 15 % à l'issue des 15 cycles de corrosion conformément au § 5.3.7.1 de l'ETAG n° 006 ;
- La résistance caractéristique « R_{ns} » à retenir pour le calcul corrigé des densités de fixations (D_{ns}).

Tableau D3 – Travaux neufs

Exigences	Élément porteur		
	Tôle d'acier nervurée	CLT	Maçonnerie de granulats courants
	Pleine		
Identification de l'élément porteur	$e_{ns} \geq e_{ft}$ $A_{ns} \geq A_{ft}$	$e_{ns} \geq e_{ft}$ Matériau de même type	$CR_{ns} \geq CR_{ft}$
Identification de l'élément de liaison	Vis Ø 4,8 mini	Vis Ø 4,8 mini	Vis, cheville ou clou à friction
	Rivet Ø 4,8 mini ⁽¹⁾		
Résistance à la corrosion de l'attelage complet ⁽³⁾ sur locaux à faible et moyenne hygrométrie ⁽²⁾	15 cycles avec surface rouille ≤ 15 % ⁽⁶⁾ ou acier inoxydable austénitique ⁽⁷⁾	15 cycles avec surface rouille ≤ 15 % ⁽⁶⁾ ou acier inoxydable austénitique ⁽⁷⁾	15 cycles avec surface rouille ≤ 15 % ⁽⁶⁾ ou acier inoxydable austénitique ⁽⁷⁾
Résistance à la corrosion de l'attelage complet ⁽³⁾ sur locaux à forte hygrométrie ⁽²⁾	15 cycles avec surface rouille ≤ 15 % ⁽⁶⁾ ou acier inoxydable austénitique ⁽⁷⁾	xxxxxx	15 cycles avec surface rouille ≤ 15 % ⁽⁶⁾ ou acier inoxydable austénitique ⁽⁷⁾
Valeur de R _{ns} à retenir	Pk _{ft}	Pk _{ft} ⁽⁴⁾	valeur mini (Pk _{ft} ou Q _{ft}) ⁽⁴⁾ ⁽⁵⁾

1. Rivet conforme au NF DTU 43.3 P1-2 avec clou acier et corps de rivet et entretoise alu.
2. Classes d'hygrométrie selon les normes P 84 série 200 (référence DTU série 43).
3. Certains panneaux isolants présentent des exigences particulières, cf. *Document Technique d'Application particulier*.
4. La profondeur d'ancrage des fixations du nouveau système doit être au moins égale à celle indiquée dans la fiche technique de la fixation.
5. Pk est la résistance au déboulonnage fixation/plaquette. Q est la charge limite de service correspondant à une charge n'entraînant pas un déplacement de la fixation > 2 mm ; le dispositif de fixation doit permettre ce déplacement de 2 mm sans désaffleurement de la tête de fixation. La connaissance des deux valeurs est nécessaire : si la valeur Q_{ft} est supérieure à la résistance caractéristique Pk_{ft} indiquée dans la fiche technique de la fixation, la valeur à retenir est celle de la fiche technique (Pk_{ft}).
6. Attelages complets présentant une surface de rouille ≤ 15 % à l'issue des 15 cycles de corrosion conformément au § 5.3.7.1 de l'ETAG n° 006 - mars 2000.
7. Acier inoxydable austénitique 1.4301, 1.4302, 1.4306, 1.4401 ou 1.4404 conformément à la norme NF EN 10088.

6. Détermination de la densité de fixations D_{ns} du nouveau système

La valeur R_{ns} à retenir est donnée par les tableaux D1 et D2, les règles d'adaptation sont les suivantes :

- Si, R_{ns} (en N) ≥ 1520 N (Pksr), alors Wadm_{ns} = WadmSRi,
- Si, R_{ns} (en N) ≤ 1520 N (Pksr), alors Wadm_{ns} = WadmSRi × R_{ns} / Pksr.

La densité corrigée de fixation à prévoir pour le nouveau système = « D_{ns} » avec :

« D_{ns} » = pression de vent/Wadm_{ns} (avec D_{ns} ≥ 3 dans tous les cas)

avec pression de vent calculée en fonction de la région, du site, de la hauteur du bâtiment, de la forme du versant, de la zone de toiture (partie courante, rive et angle) selon Règles NV 65 modifiées.

ANNEXE E

Caractéristiques des TAN SURFALTEO avec IKO SURFA 5 TOPSOLAR BITUME

Les portées indiquées prennent en compte :

- le poids du système photovoltaïque (15 daN/m²) ;
- la transmission des charges, appliquées aux modules photovoltaïques, via le système d'intégration photovoltaïque.

La charge accidentelle 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.

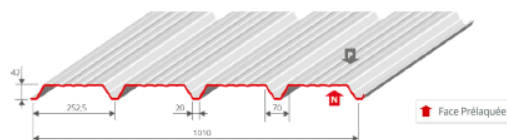
Les portées indiquées sont valables pour les modules définis par la grille de vérification téléchargeable sur le site evaluation.cstb.fr » par « figurant en annexe 3 de la présente Appréciation Technique d'Expérimentation et pour les isolants mentionnés ci-dessous :

- Rockacier C Nu d'épaisseur minimale 60 mm ;
- Rockacier C Nu Energy d'épaisseur minimale 80 mm ;
- Coberlan C d'épaisseur minimale 80 mm ;
- Smartroof C (37) d'épaisseur minimale 100 mm ;
- Smartroof C (38) d'épaisseur minimale 60 mm ;
- Iko Enetherm Alu d'épaisseur minimale 80 mm ;
- Powerdeck + d'épaisseur minimale 80 mm.

Le SURFALTEO 73.780 PP n'est admis qu'avec uniquement les isolants suivants : Rockacier C Nu d'épaisseur 60 mm à 260 mm en un ou plusieurs lits, PIR Iko Enetherm Alu d'épaisseur 80 à 400 mm, PIR Powerdeck + d'épaisseur 80 à 280 mm)

Particularités de mise en oeuvre :

- Fixations toutes nervures ;
- Couturage tous les 500 mm maximum ;



Épaisseur mm	Masse kg/m ²
0,75	7,11
1,00	9,48

Revêtements standards

Acier S320 GD	Épaisseur 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	0,75 / 1,00	NF EN 10169 - 2022 / NF P 34-301 - 2017

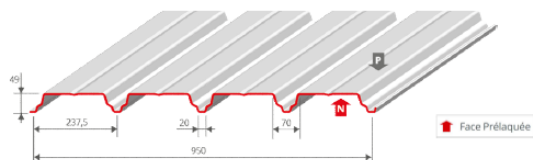
Tableau de portées (pour travées égales)

Charges daN/m ²		Portées d'utilisation m					
Neige N84	Perm.	2 appuis		3 appuis		4 appuis et plus	
		0,75	1,00	0,75	1,00	0,75	1,00
50	10	2,15	2,45	2,75	3,05	2,65	2,95
		2,05	2,30	2,60	2,95	2,55	2,85
		2,00	2,25	2,50	2,90	2,50	2,80
	25	2,10	2,35	2,65	3,00	2,60	2,85
		2,00	2,25	2,50	2,90	2,50	2,80
		1,95	2,20	2,40	2,85	2,45	2,75
	35	2,05	2,30	2,55	2,90	2,55	2,80
		1,95	2,20	2,40	2,85	2,45	2,75
		1,95	2,20	2,35	2,80	2,40	2,70
	46	2,00	2,25	2,50	2,85	2,50	2,75
		1,95	2,20	2,35	2,80	2,40	2,70
		1,90	2,15	2,25	2,75	2,35	2,65
75	10	1,90	2,15	2,25	2,75	2,30	2,65
		1,80	2,05	2,10	2,55	2,10	2,55
		1,75	2,00	2,05	2,45	2,00	2,50
	25	1,85	2,10	2,20	2,65	2,25	2,60
		1,80	2,00	2,05	2,45	2,05	2,50
		1,75	1,95	2,00	2,40	1,95	2,45
	35	1,85	2,05	2,15	2,60	2,20	2,55
		1,75	1,95	2,00	2,40	2,00	2,45
		1,75	1,95	1,95	2,35	1,95	2,40
	46	1,80	2,05	2,10	2,50	2,15	2,50
		1,75	1,95	2,00	2,35	1,95	2,40
		1,70	1,90	1,95	2,30	1,90	2,35
100	10	1,70	1,90	1,95	2,35	1,95	2,40
		1,60	1,80	1,85	2,20	1,80	2,15
		1,60	1,80	1,80	2,10	1,70	2,05
	25	1,70	1,90	1,90	2,30	1,90	2,35
		1,60	1,80	1,80	2,15	1,75	2,10
		1,60	1,80	1,75	2,05	1,70	2,05
	35	1,70	1,90	1,90	2,25	1,90	2,30
		1,60	1,80	1,80	2,10	1,75	2,10
		1,60	1,75	1,75	2,05	1,65	2,00
	46	1,65	1,85	1,85	2,20	1,85	2,25
		1,60	1,80	1,80	2,05	1,70	2,05
		1,55	1,75	1,70	2,00	1,65	2,00
125	10	1,55	1,75	1,75	2,10	1,65	2,05
		1,50	1,65	1,65	1,95	1,55	1,90
		1,45	1,65	1,55	1,90	1,55	1,80
	25	1,55	1,75	1,75	2,00	1,65	2,05
		1,50	1,65	1,60	1,90	1,55	1,85
		1,45	1,65	1,55	1,90	1,50	1,80
	35	1,55	1,75	1,70	2,00	1,60	2,00
		1,50	1,65	1,60	1,90	1,55	1,85
		1,45	1,65	1,50	1,85	1,50	1,75
	46	1,55	1,75	1,70	1,95	1,60	2,00
		1,50	1,65	1,55	1,90	1,50	1,85
		1,45	1,65	1,50	1,85	1,50	1,75
150	10	1,45	1,65	1,60	1,90	1,50	1,85
		1,40	1,55	1,45	1,80	1,45	1,70
		1,40	1,50	1,40	1,70	1,40	1,65
	25	1,45	1,65	1,60	1,85	1,50	1,85
		1,40	1,55	1,45	1,75	1,45	1,65
		1,35	1,50	1,35	1,70	1,40	1,65
	35	1,45	1,65	1,55	1,85	1,50	1,80
		1,40	1,55	1,40	1,75	1,40	1,65
		1,35	1,50	1,35	1,65	1,40	1,60
	46	1,45	1,65	1,55	1,80	1,45	1,80
		1,40	1,55	1,40	1,75	1,40	1,65
		1,35	1,50	1,35	1,65	1,40	1,60
200	10	1,30	1,45	1,30	1,65	1,35	1,55
		1,25	1,40	1,25	1,50	1,30	1,45
		1,20	1,40	1,20	1,40	1,25	1,45
	25	1,30	1,45	1,30	1,60	1,35	1,50
		1,20	1,40	1,25	1,45	1,25	1,45
		1,20	1,40	1,20	1,40	1,25	1,45
	35	1,30	1,45	1,30	1,60	1,30	1,50
		1,20	1,40	1,20	1,45	1,25	1,45
		1,20	1,40	1,20	1,40	1,25	1,40
	46	1,30	1,45	1,25	1,60	1,30	1,50
		1,20	1,40	1,20	1,45	1,25	1,45
		1,15	1,35	1,20	1,35	1,20	1,40
218	10	1,25	1,40	1,25	1,55	1,30	1,50
		1,20	1,35	1,20	1,40	1,25	1,40
		1,15	1,35	1,15	1,35	1,20	1,40
	25	1,25	1,40	1,25	1,55	1,30	1,45
		1,15	1,35	1,20	1,35	1,25	1,40
		1,15	1,35	1,15	1,35	1,20	1,35
	35	1,25	1,40	1,25	1,50	1,30	1,45
		1,15	1,35	1,15	1,35	1,20	1,40
		1,15	1,35	1,15	1,35	1,20	1,40
	46	1,25	1,40	1,25	1,50	1,30	1,45
		1,15	1,35	1,15	1,35	1,20	1,40
		1,10	1,30	1,15	1,30	1,20	1,35

Groupe A

Groupe B

Groupe C



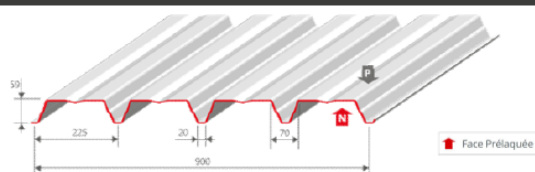
Épaisseur mm	Masse kg/m²
0,75	7,56
1,00	10,08

Revêtements standards

Acier S350 GD	Épaisseur 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	0,75 / 1,00	NF EN 10169 - 2022 / NF P 34-301 - 2017

Tableau de portées (pour travées égales)

Charges <i>daNm²</i>		Portées d'utilisation <i>m</i>					
Neige N84	Perm.	2 appuis		3 appuis		4 appuis et plus	
		0,75	1,00	0,75	1,00	0,75	1,00
50	10	2,25	2,55	3,15	3,45	2,90	3,20
		2,15	2,40	3,05	3,35	2,80	3,10
		2,10	2,35	3,00	3,30	2,75	3,05
	25	2,20	2,45	3,05	3,35	2,80	3,10
		2,10	2,35	2,95	3,30	2,70	3,00
		2,05	2,30	2,90	3,25	2,70	3,00
	35	2,15	2,40	3,00	3,30	2,75	3,05
		2,05	2,30	2,90	3,25	2,70	2,95
		2,00	2,25	2,85	3,20	2,60	2,95
	46	2,10	2,35	2,95	3,25	2,70	3,00
		2,00	2,25	2,85	3,20	2,65	2,90
		2,00	2,25	2,80	3,15	2,55	2,90
75	10	1,95	2,25	2,80	3,10	2,55	2,85
		1,90	2,10	2,65	3,00	2,45	2,75
		1,85	2,05	2,55	2,95	2,40	2,70
	25	1,95	2,20	2,75	3,05	2,50	2,80
		1,85	2,05	2,55	2,95	2,40	2,70
		1,80	2,05	2,50	2,90	2,35	2,70
	35	1,90	2,15	2,70	3,00	2,50	2,75
		1,85	2,05	2,50	2,90	2,40	2,70
		1,80	2,00	2,40	2,85	2,35	2,65
	46	1,90	2,15	2,65	2,95	2,45	2,75
		1,80	2,05	2,45	2,85	2,35	2,65
		1,80	2,00	2,35	2,80	2,30	2,60
100	10	1,75	2,00	2,40	2,85	2,30	2,60
		1,70	1,90	2,25	2,70	2,15	2,50
		1,65	1,85	2,10	2,60	2,10	2,45
	25	1,75	2,00	2,35	2,80	2,30	2,60
		1,70	1,90	2,20	2,65	2,15	2,45
		1,65	1,85	2,10	2,55	2,10	2,40
	35	1,75	1,95	2,35	2,80	2,30	2,55
		1,70	1,90	2,15	2,60	2,15	2,45
		1,65	1,85	2,05	2,55	2,10	2,40
	46	1,75	1,95	2,30	2,75	2,25	2,50
		1,65	1,85	2,15	2,55	2,10	2,40
		1,65	1,85	2,05	2,50	2,05	2,35
125	10	1,60	1,80	2,15	2,60	2,10	2,40
		1,55	1,75	1,95	2,35	1,95	2,25
		1,50	1,70	1,90	2,30	1,85	2,15
	25	1,60	1,80	2,10	2,55	2,10	2,40
		1,55	1,75	1,95	2,35	1,95	2,25
		1,50	1,70	1,90	2,25	1,85	2,15
	35	1,60	1,80	2,05	2,50	2,10	2,40
		1,50	1,75	1,90	2,30	1,90	2,25
		1,50	1,70	1,85	2,25	1,85	2,15
	46	1,60	1,80	2,00	2,45	2,05	2,35
		1,50	1,75	1,90	2,30	1,90	2,25
		1,45	1,70	1,85	2,20	1,80	2,15
150	10	1,50	1,70	1,90	2,30	1,90	2,20
		1,40	1,60	1,80	2,10	1,75	2,05
		1,40	1,60	1,75	2,05	1,65	2,00
	25	1,50	1,70	1,85	2,30	1,90	2,20
		1,40	1,60	1,80	2,05	1,75	2,05
		1,35	1,60	1,70	2,00	1,60	2,00
	35	1,50	1,70	1,85	2,25	1,90	2,20
		1,40	1,60	1,75	2,05	1,65	2,05
		1,35	1,60	1,65	2,00	1,60	2,00
	46	1,50	1,70	1,85	2,25	1,85	2,20
		1,40	1,60	1,75	2,05	1,65	2,05
		1,35	1,60	1,65	1,95	1,60	2,00
200	10	1,30	1,50	1,60	1,90	1,55	1,90
		1,25	1,45	1,45	1,80	1,45	1,80
		1,20	1,40	1,40	1,75	1,35	1,65
	25	1,30	1,50	1,60	1,90	1,55	1,90
		1,20	1,45	1,45	1,80	1,40	1,75
		1,20	1,40	1,40	1,75	1,35	1,65
	35	1,30	1,50	1,60	1,90	1,55	1,90
		1,20	1,40	1,45	1,80	1,40	1,75
		1,20	1,40	1,40	1,75	1,35	1,65
	46	1,30	1,50	1,60	1,85	1,55	1,90
		1,20	1,40	1,45	1,80	1,40	1,75
		1,20	1,40	1,40	1,75	1,35	1,60
218	10	1,25	1,45	1,55	1,85	1,50	1,85
		1,20	1,40	1,40	1,75	1,35	1,65
		1,15	1,35	1,35	1,60	1,30	1,55
	25	1,25	1,45	1,50	1,80	1,45	1,85
		1,15	1,35	1,40	1,75	1,35	1,65
		1,15	1,35	1,35	1,60	1,30	1,55
	35	1,25	1,45	1,50	1,80	1,45	1,80
		1,15	1,35	1,40	1,65	1,35	1,60
		1,15	1,35	1,35	1,60	1,30	1,55
	46	1,25	1,45	1,50	1,80	1,45	1,80
		1,15	1,35	1,35	1,65	1,35	1,60
		1,15	1,30	1,30	1,60	1,30	1,55
Groupe A		Groupe B		Groupe C			



Épaisseur mm	Masse kg/m²
0,75	7,98
1,00	10,64

Revêtements standards

Acier S350 GD	Épaisseur 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	0,75 / 1,00	NF EN 10169 - 2022 / NF P 34-301 - 2017

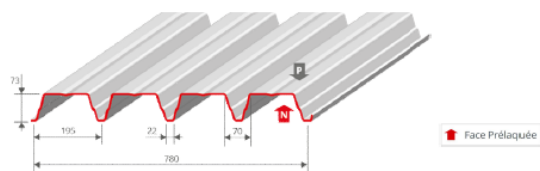
Tableau de portées (pour travées égales)

Charges daN/m^2		Portées d'utilisation m					
Neige N84	Perm.	2 appuis		3 appuis		4 appuis et plus	
		0,75	1,00	0,75	1,00	0,75	1,00
50	10	2,80	3,10	3,50	3,90	3,35	3,70
		2,70	3,00	3,35	3,80	3,30	3,60
		2,60	2,95	3,25	3,75	3,25	3,55
	25	2,70	3,00	3,40	3,80	3,30	3,60
		2,60	2,90	3,10	3,70	3,20	3,55
		2,55	2,85	3,05	3,65	3,15	3,50
	35	2,65	2,95	3,30	3,75	3,25	3,55
		2,55	2,85	3,05	3,65	3,15	3,45
		2,50	2,80	3,00	3,55	3,10	3,45
	46	2,60	2,90	3,10	3,70	3,20	3,50
		2,50	2,80	3,00	3,55	3,10	3,40
		2,45	2,75	2,95	3,50	3,00	3,35
75	10	2,45	2,75	2,90	3,45	2,95	3,35
		2,35	2,65	2,75	3,30	2,80	3,25
		2,30	2,55	2,70	3,10	2,70	3,20
	25	2,40	2,70	2,85	3,35	2,90	3,30
		2,30	2,60	2,70	3,10	2,70	3,20
		2,25	2,55	2,65	3,05	2,60	3,15
	35	2,40	2,70	2,75	3,30	2,85	3,25
		2,25	2,55	2,65	3,05	2,65	3,15
		2,25	2,50	2,60	3,00	2,55	3,10
	46	2,35	2,65	2,75	3,25	2,75	3,20
		2,25	2,50	2,60	3,00	2,60	3,10
		2,20	2,45	2,55	2,95	2,50	3,05
100	10	2,20	2,50	2,55	2,95	2,55	3,05
		2,05	2,35	2,40	2,85	2,40	2,90
		2,00	2,30	2,35	2,75	2,30	2,80
	25	2,20	2,45	2,50	2,90	2,50	3,00
		2,05	2,35	2,35	2,75	2,35	2,80
		2,00	2,30	2,30	2,70	2,25	2,75
	35	2,20	2,45	2,50	2,90	2,45	2,95
		2,05	2,35	2,35	2,75	2,30	2,80
		2,00	2,30	2,25	2,70	2,25	2,70
	46	2,15	2,40	2,45	2,85	2,40	2,90
		2,05	2,30	2,30	2,70	2,25	2,75
		2,00	2,25	2,25	2,65	2,20	2,60
125	10	2,00	2,25	2,30	2,70	2,25	2,75
		1,90	2,15	2,15	2,55	2,10	2,50
		1,85	2,10	2,05	2,50	2,05	2,45
	25	2,00	2,25	2,25	2,65	2,20	2,70
		1,90	2,15	2,10	2,50	2,05	2,50
		1,85	2,10	2,00	2,45	2,00	2,40
	35	2,00	2,25	2,25	2,60	2,20	2,65
		1,90	2,15	2,05	2,50	2,05	2,45
		1,85	2,10	2,00	2,40	2,00	2,35
	46	2,00	2,25	2,20	2,60	2,15	2,60
		1,85	2,15	2,05	2,45	2,00	2,40
		1,80	2,10	1,95	2,40	1,95	2,35
150	10	1,85	2,10	2,05	2,50	2,00	2,45
		1,75	1,95	1,90	2,30	1,90	2,30
		1,70	1,95	1,80	2,25	1,85	2,20
	25	1,85	2,10	2,05	2,45	2,00	2,40
		1,70	1,95	1,90	2,30	1,85	2,25
		1,65	1,95	1,75	2,20	1,85	2,20
	35	1,85	2,10	2,00	2,40	1,95	2,40
		1,70	1,95	1,85	2,25	1,85	2,25
		1,65	1,95	1,75	2,20	1,80	2,15
	46	1,80	2,10	2,00	2,40	1,95	2,35
		1,70	1,95	1,85	2,25	1,85	2,20
		1,65	1,95	1,75	2,15	1,80	2,15
200	10	1,60	1,85	1,70	2,10	1,70	2,05
		1,50	1,75	1,55	1,95	1,60	1,90
		1,45	1,70	1,55	1,80	1,60	1,85
	25	1,60	1,85	1,70	2,10	1,70	2,00
		1,45	1,75	1,55	1,90	1,60	1,90
		1,45	1,70	1,55	1,80	1,60	1,85
	35	1,55	1,85	1,65	2,05	1,70	2,00
		1,45	1,75	1,55	1,90	1,60	1,90
		1,40	1,70	1,55	1,80	1,55	1,85
	46	1,55	1,85	1,65	2,05	1,70	2,00
		1,45	1,75	1,55	1,90	1,60	1,90
		1,40	1,70	1,50	1,75	1,55	1,85
218	10	1,50	1,80	1,60	2,00	1,65	1,95
		1,40	1,70	1,50	1,80	1,55	1,85
		1,40	1,65	1,50	1,70	1,50	1,80
	25	1,50	1,80	1,60	2,00	1,60	1,95
		1,40	1,65	1,50	1,80	1,55	1,80
		1,35	1,65	1,45	1,70	1,50	1,80
	35	1,50	1,80	1,60	1,95	1,60	1,90
		1,40	1,65	1,50	1,75	1,55	1,80
		1,35	1,60	1,45	1,70	1,50	1,75
	46	1,50	1,75	1,55	1,95	1,60	1,90
		1,40	1,65	1,45	1,75	1,50	1,80
		1,35	1,60	1,45	1,70	1,50	1,75

Groupe A

Groupe B

Groupe C



Épaisseur mm	Masse kg/m²
0,75	9,21
1,00	12,28

Revêtements standards

Acier S350 GD	Épaisseur 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	0,75 / 1,00	NF EN 10169 - 2022 / NF P 34-301 - 2017

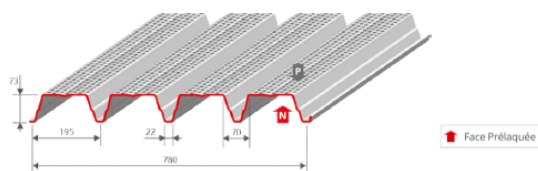
Tableau de portées (pour travées égales)

Charges daN/m^2		Portées d'utilisation m					
Neige N84	Perm.	2 appuis		3 appuis		4 appuis et plus	
		0,75	1,00	0,75	1,00	0,75	1,00
50	10	3,30	3,60	4,20	4,85	4,10	4,50
		3,20	3,50	4,05	4,60	3,95	4,35
		3,20	3,50	3,95	4,50	3,90	4,35
		3,20	3,55	4,10	4,70	4,00	4,40
	25	3,15	3,45	3,90	4,50	3,90	4,30
		3,10	3,40	3,85	4,40	3,85	4,25
		3,15	3,45	4,00	4,60	3,90	4,35
		3,10	3,40	3,85	4,40	3,85	4,20
	46	3,05	3,35	3,75	4,35	3,80	4,20
		3,10	3,40	3,95	4,50	3,85	4,25
		3,05	3,35	3,75	4,35	3,75	4,15
		3,00	3,30	3,70	4,25	3,75	4,15
75	10	2,95	3,25	3,60	4,15	3,70	4,10
		2,85	3,20	3,45	3,95	3,55	3,90
		2,80	3,15	3,30	3,90	3,50	3,90
		2,90	3,20	3,55	4,10	3,60	3,95
	25	2,80	3,15	3,25	3,90	3,50	3,85
		2,75	3,10	3,20	3,80	3,45	3,80
		2,85	3,20	3,50	4,00	3,55	3,90
		2,75	3,10	3,25	3,85	3,45	3,85
	35	2,70	3,05	3,15	3,75	3,40	3,80
		2,85	3,15	3,45	3,95	3,50	3,90
		2,75	3,05	3,20	3,80	3,40	3,80
		2,70	3,00	3,15	3,70	3,35	3,75
100	10	2,70	3,00	3,10	3,70	3,30	3,75
		2,55	2,90	3,00	3,55	3,15	3,65
		2,50	2,85	2,90	3,45	3,10	3,55
		2,70	3,00	3,05	3,65	3,25	3,70
	25	2,55	2,90	2,95	3,50	3,10	3,55
		2,50	2,80	2,85	3,40	3,05	3,50
		2,65	2,95	3,05	3,60	3,20	3,65
		2,50	2,85	2,90	3,45	3,10	3,55
	46	2,45	2,80	2,80	3,25	3,00	3,50
		2,60	2,90	3,00	3,55	3,15	3,60
		2,50	2,80	2,85	3,30	3,05	3,50
		2,45	2,75	2,80	3,20	2,95	3,45
125	10	2,45	2,75	2,80	3,25	3,00	3,45
		2,30	2,60	2,70	3,10	2,85	3,30
		2,25	2,55	2,60	3,05	2,75	3,25
		2,45	2,75	2,80	3,20	2,95	3,40
	25	2,30	2,60	2,65	3,05	2,80	3,30
		2,25	2,55	2,60	3,00	2,70	3,20
		2,45	2,75	2,75	3,20	2,90	3,40
		2,30	2,60	2,65	3,05	2,75	3,25
	35	2,25	2,55	2,55	3,00	2,65	3,20
		2,45	2,75	2,70	3,15	2,90	3,35
		2,25	2,60	2,60	3,00	2,70	3,20
		2,20	2,55	2,50	2,95	2,60	3,15
150	10	2,25	2,55	2,60	3,05	2,75	3,20
		2,10	2,40	2,45	2,85	2,50	3,05
		2,00	2,35	2,35	2,80	2,45	2,95
		2,25	2,55	2,55	3,00	2,70	3,15
	25	2,05	2,40	2,40	2,80	2,50	3,00
		2,00	2,35	2,30	2,75	2,40	2,95
		2,25	2,55	2,55	2,95	2,65	3,15
		2,05	2,40	2,40	2,80	2,45	3,00
	46	2,00	2,35	2,30	2,75	2,40	2,90
		2,20	2,55	2,50	2,95	2,60	3,10
		2,05	2,40	2,35	2,80	2,45	2,95
		1,95	2,35	2,30	2,70	2,35	2,85
200	10	1,90	2,25	2,20	2,65	2,30	2,80
		1,75	2,10	2,05	2,45	2,15	2,55
		1,70	2,05	1,95	2,40	2,05	2,50
		1,90	2,25	2,20	2,60	2,25	2,75
	25	1,75	2,10	2,00	2,45	2,10	2,55
		1,70	2,05	1,90	2,35	2,05	2,45
		1,90	2,25	2,15	2,60	2,25	2,75
		1,75	2,10	2,00	2,45	2,10	2,50
	35	1,70	2,00	1,90	2,35	2,05	2,45
		1,85	2,25	2,15	2,55	2,25	2,70
		1,75	2,05	2,00	2,40	2,05	2,50
		1,70	2,00	1,90	2,35	2,00	2,40
218	10	1,80	2,20	2,10	2,50	2,20	2,65
		1,70	2,00	1,90	2,35	2,00	2,45
		1,65	1,95	1,85	2,25	1,95	2,35
		1,80	2,20	2,05	2,50	2,15	2,60
	25	1,65	2,00	1,85	2,35	2,00	2,40
		1,65	1,95	1,85	2,25	1,95	2,35
		1,80	2,20	2,05	2,50	2,10	2,60
		1,65	2,00	1,85	2,30	2,00	2,40
	35	1,60	1,95	1,80	2,25	1,95	2,30
		1,80	2,15	2,05	2,45	2,10	2,55
		1,65	1,95	1,85	2,30	1,95	2,40
		1,60	1,90	1,80	2,20	1,95	2,30

Groupe A

Groupe B

Groupe C



Épaisseur mm	Masse kg/m²
0,75	8,73
1,00	11,64

Revêtements standards

Acier S350 GD	Épaisseur 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	0,75 / 1,00	NF EN 10169 - 2022 / NF P 34-301 - 2017

Tableau de portées (pour travées égales)

Charges daNm²		Portées d'utilisation m					
Neige N84	Perm.	2 appuis		3 appuis		4 appuis et plus	
		0,75	1,00	0,75	1,00	0,75	1,00
50	10	3,20	3,50	4,00	4,50	3,85	4,25
		3,10	3,40	3,80	4,40	3,75	4,10
		3,05	3,35	3,75	4,30	3,70	4,10
	25	3,10	3,40	3,90	4,40	3,75	4,15
		3,05	3,35	3,70	4,25	3,65	4,05
		3,00	3,30	3,65	4,20	3,60	3,95
	35	3,05	3,35	3,80	4,35	3,70	4,10
		3,00	3,30	3,65	4,20	3,60	3,95
		2,95	3,25	3,55	4,10	3,55	3,90
	46	3,00	3,30	3,70	4,25	3,65	4,05
		2,90	3,25	3,55	4,10	3,55	3,90
		2,90	3,20	3,50	4,00	3,55	3,85
75	10	2,85	3,15	3,40	3,95	3,45	3,80
		2,75	3,10	3,25	3,75	3,35	3,70
		2,70	3,05	3,20	3,70	3,35	3,65
	25	2,80	3,10	3,30	3,85	3,40	3,75
		2,70	3,00	3,20	3,70	3,30	3,65
		2,60	2,95	3,15	3,60	3,30	3,60
	35	2,75	3,10	3,25	3,80	3,35	3,70
		2,65	3,00	3,15	3,65	3,30	3,65
		2,60	2,95	3,10	3,55	3,25	3,60
	46	2,75	3,05	3,20	3,75	3,35	3,65
		2,60	2,95	3,10	3,60	3,25	3,60
		2,55	2,90	3,00	3,50	3,20	3,55
100	10	2,55	2,90	3,00	3,50	3,20	3,55
		2,40	2,80	2,85	3,35	3,10	3,40
		2,30	2,70	2,75	3,25	3,00	3,35
	25	2,55	2,85	2,95	3,40	3,15	3,50
		2,35	2,75	2,80	3,30	3,00	3,40
		2,30	2,70	2,70	3,20	2,95	3,35
	35	2,50	2,85	2,90	3,35	3,15	3,45
		2,30	2,75	2,75	3,25	3,00	3,35
		2,25	2,70	2,65	3,20	2,90	3,30
	46	2,45	2,80	2,85	3,30	3,10	3,40
		2,30	2,70	2,75	3,20	2,95	3,35
		2,20	2,65	2,60	3,15	2,85	3,30
125	10	2,30	2,65	2,70	3,15	2,90	3,25
		2,10	2,50	2,50	3,00	2,75	3,15
		2,00	2,45	2,40	2,95	2,60	3,10
	25	2,25	2,65	2,65	3,10	2,85	3,25
		2,05	2,50	2,45	2,95	2,70	3,15
		2,00	2,45	2,40	2,90	2,55	3,10
	35	2,20	2,65	2,60	3,05	2,85	3,25
		2,05	2,50	2,45	2,95	2,65	3,15
		1,95	2,40	2,35	2,85	2,55	3,10
	46	2,20	2,60	2,55	3,05	2,80	3,25
		2,00	2,45	2,40	2,90	2,60	3,15
		1,95	2,35	2,35	2,80	2,50	3,05
150	10	2,00	2,45	2,40	2,90	2,65	3,05
		1,85	2,30	2,25	2,70	2,45	2,95
		1,80	2,20	2,15	2,60	2,35	2,85
	25	2,00	2,45	2,40	2,85	2,60	3,05
		1,85	2,25	2,20	2,65	2,40	2,90
		1,80	2,20	2,10	2,60	2,35	2,85
	35	2,00	2,40	2,35	2,85	2,55	3,05
		1,85	2,25	2,20	2,65	2,40	2,90
		1,80	2,15	2,10	2,55	2,30	2,80
	46	1,95	2,40	2,35	2,80	2,55	3,00
		1,85	2,20	2,15	2,60	2,35	2,85
		1,80	2,10	2,10	2,55	2,30	2,75
200	10	1,70	2,05	2,05	2,45	2,20	2,65
		1,60	1,90	1,90	2,30	2,00	2,50
		1,55	1,85	1,85	2,20	1,90	2,40
	25	1,70	2,05	2,00	2,45	2,20	2,65
		1,60	1,90	1,90	2,25	2,00	2,45
		1,55	1,85	1,85	2,15	1,90	2,35
	35	1,70	2,00	2,00	2,40	2,15	2,60
		1,60	1,90	1,90	2,20	2,00	2,45
		1,55	1,85	1,85	2,15	1,90	2,35
	46	1,70	2,00	2,00	2,40	2,15	2,60
		1,55	1,85	1,85	2,20	1,95	2,40
		1,50	1,80	1,85	2,15	1,90	2,35
218	10	1,65	1,95	1,95	2,35	2,05	2,55
		1,50	1,80	1,85	2,15	1,90	2,35
		1,50	1,75	1,80	2,05	1,80	2,20
	25	1,65	1,95	1,90	2,30	2,05	2,50
		1,50	1,80	1,80	2,15	1,90	2,35
		1,45	1,75	1,80	2,05	1,80	2,20
	35	1,60	1,95	1,90	2,30	2,05	2,50
		1,50	1,80	1,80	2,10	1,85	2,30
		1,45	1,75	1,75	2,05	1,80	2,20
	46	1,60	1,90	1,90	2,30	2,05	2,45
		1,50	1,80	1,80	2,10	1,85	2,30
		1,45	1,75	1,75	2,05	1,80	2,15

Groupe A

Groupe B

Groupe C

Annexe F

Méthodologie suivie par les services techniques IKO – AXTER pour l'évaluation de la compatibilité du système IKO SURFA 5 TOPSOLAR BITUME avec un ouvrage déterminé

1. Sur élément porteur tôle d'acier nervurées

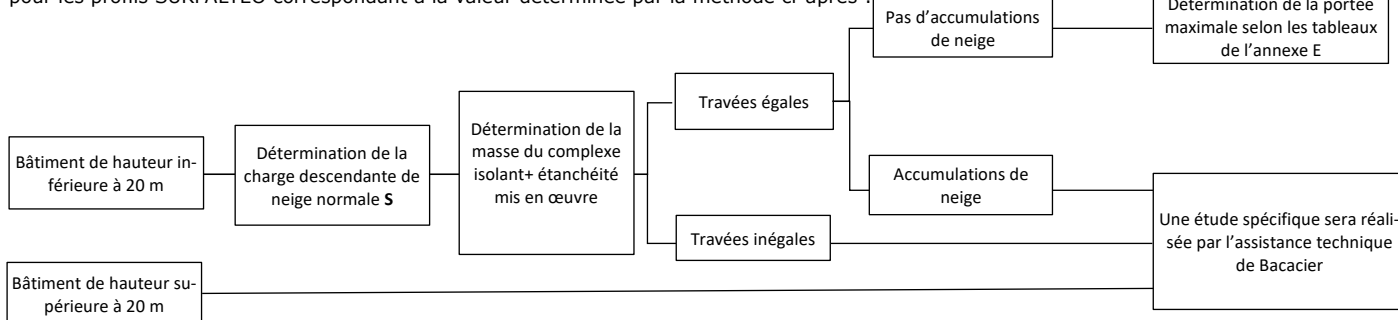
Pour vérifier la compatibilité de l'IKO SURFA 5 TOPSOLAR BITUME avec un ouvrage déterminé, les services techniques d'IKO-AXTER réalisent les vérifications suivantes :

1.1 Compatibilité pour les Tôles d'Acier Nervurées – profils SURFALTEO

La vérification en charge descendante (charge de neige) se fait selon les règles N84 modifiées 2009.

S (Pa) : charge descendante en neige normale ou accidentelle selon les règles N84 modifiées 2009

La toiture équipée de modules photovoltaïques avec le procédé IKO SURFA 5 TOPSOLAR BITUME doit présenter une portée maximale admissible pour les profils SURFALTEO correspondant à la valeur déterminée par la méthode ci-après :



1.2 Compatibilité pour le système d'étanchéité

Les services techniques d'IKO-AXTER réalisent, sans tenir compte de la présence du photovoltaïque, le calcul de densité de fixation en fonction de la zone et du site de vent par référence aux :

- Règles NV 65 modifiées, en vent extrême
- Dispositions du CPT « Résistance au vent des systèmes d'étanchéité de toiture fixés mécaniquement » (*e-Cahier du CSTB 3563*, de juin 2006)

En fonction :

- de la zone et du site de vent (zones 1 à 4) ; site normal ou exposé,
- de la localisation en toiture : parties courantes, rives, angles.
- du système de référence choisi parmi les deux systèmes SRC ou SR1a (*cf. §10.34 du dossier*),
- à une charge dynamique admissible par fixation, $W_{adm_{sr}}$, obtenue pour chacun des deux systèmes de référence : $W_{adm_{src}}$ et $W_{adm_{sr1a}}$ sur éléments porteurs en tôles d'acier nervurées pleines d'épaisseur 0,75 mm, pour une fixation de référence de résistance caractéristique P_{kR} au sens de la norme NF P 30-313.

1.3 Compatibilité pour l'ensemble isolant – étanchéité – modules photovoltaïques avec ATTELAGES

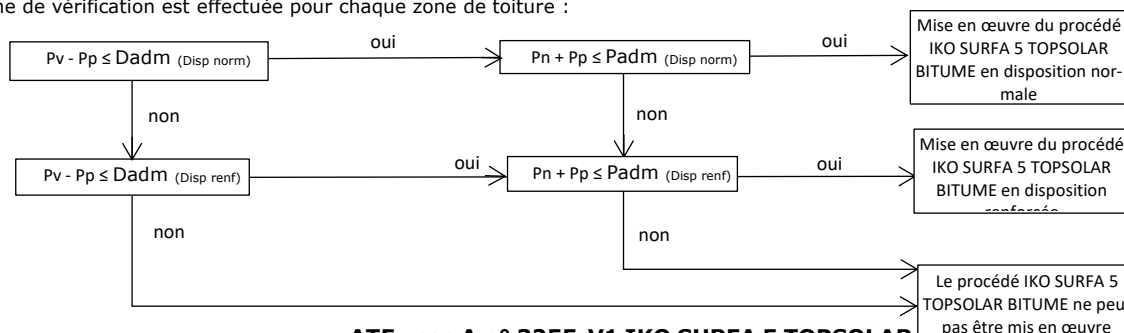
Les services techniques IKO-AXTER réalisent la vérification suivante :

- calcul des charges climatiques affectant l'ouvrage,
 - charge ascendante normale de vent (pv) qui s'exerce en partie courante, rives et angles selon les règles NV65 modifiée 2009
 - charge descendante de neige normale ou accidentelle (pn) qui s'exerce selon la zone de la terrasse selon les règles NV65 modifiée 2009
- vérification en fonction de la zone de l'ouvrage que ces charges climatiques sont, combinées avec le poids propre ATTELAGES et modules (Pp), pour une pression admissible sur le support de
 - 20 kPa sous un isolant laine (listé au § 3.4) y compris utilisé en lit inférieur d'un PIR ou
 - 30 kPa pour un isolant PIR (listé au § 3.4),

inférieures ou égales aux charges climatiques maximales admissibles par le procédé (tableaux 1 et 2.1 Et 2.2 croisés avec le tableau 2 de la grille de vérification des modules en cours de validité), respectivement :

	en disposition normale	en disposition renforcée
Dépressions maximales admissibles en vent normal (Pa) pour un module donné	$D_{adm} \text{ (Disp norm)}$	$D_{adm} \text{ (Disp renf)}$
Charge de neige normale maximale admissible (Pa) pour un module donné	$P_{adm} \text{ (disp norm)}$	$P_{adm} \text{ (disp renf)}$

La démarche de vérification est effectuée pour chaque zone de toiture :



2. Sur élément porteur Béton et CLT

Pour vérifier la compatibilité de l'IKO SURFA 5 TOPSOLAR BITUME avec un ouvrage déterminé, les services techniques IKO-AXTER réalisent les vérifications suivantes :

2.1 Compatibilité pour le système d'étanchéité

Pour le système A

Les services techniques IKO-AXTER réalisent, sans tenir compte de la présence du photovoltaïque, le calcul des dépressions calculées par référence aux Règles NV 65 modifiées en vent extrême, en partie courante, en rive et en angle de toiture.

Puis vérification que ces dépressions sont inférieures aux limites admissibles du système d'étanchéité auto adhésif (données au tableau B1 annexe B).

Pour les systèmes B et C

Les services techniques d'IKO-AXTER réalisent, sans tenir compte de la présence du photovoltaïque, le calcul de densité de fixation en fonction de la zone et du site de vent par référence aux :

- Règles NV 65 modifiées, en vent extrême
- Dispositions du CPT « Résistance au vent des systèmes d'étanchéité de toiture fixés mécaniquement » (*e-Cahier du CSTB 3563*, de juin 2006)

En fonction :

- de la zone et du site de vent (zones 1 à 5 en béton, 1 à 4 en CLT) ; site normal ou exposé,
- de la localisation en toiture : parties courantes, rives, angles.
- du système de référence choisi parmi les deux systèmes SRC ou SR1a (*cf. §10.34 du dossier*),
- à une charge dynamique admissible par fixation, $W_{adm_{sr}}$, obtenue pour chacun des deux systèmes de référence : $W_{adm_{srC}}$ et $W_{adm_{sr1a}}$ sur éléments porteurs en tôles d'acier nervurées pleines d'épaisseur 0,75 mm, pour une fixation de référence de résistance caractéristique Pk_{ft} au sens de la norme NF P 30-313.

2.2 Compatibilité pour l'ensemble isolant – étanchéité – modules photovoltaïques avec ATTELAGES

Les services techniques d'IKO-AXTER réalisent la vérification suivante :

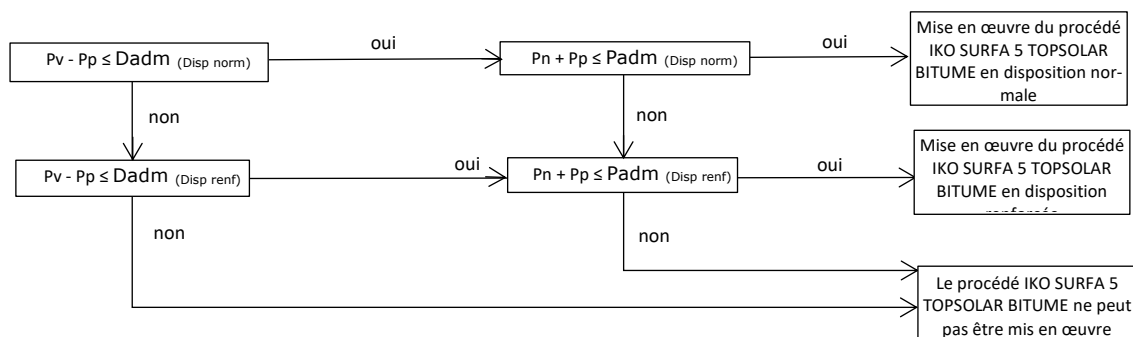
- calcul des charges climatiques affectant l'ouvrage,
 - charge ascendante normale de vent (p_v) qui s'exerce en partie courante, rives et angles selon les règles NV65 modifiée 2009
 - charge descendante de neige normale ou accidentelle (p_n) qui s'exerce selon la zone de la terrasse selon les règles NV65 modifiée 2009
- Calcul de la charge neige normale maximale admissible (P_a) pour un module donné en fonction de la pression admissible sur le support :

Les valeurs de pressions admissibles sont

- Etanchéité directement sur élément porteur : 60 kPa
 - Sur isolant : charge maintenue pour une déformation du revêtement d'étanchéité de 2 mm au plus. Cette valeur est fonction de son épaisseur et est donnée dans le DTA propre de chaque isolant. En cas d'isolant mixte, en l'absence d'essai particulier, la plus faible des deux est retenue
- vérification en fonction de la zone de l'ouvrage que ces charges climatiques sont, combinées avec le poids propre ATTELAGES et modules (P_p), inférieures ou égales aux charges climatiques de vent maximales admissibles par le procédé (tableaux 1 et 2.1 Et 2.2 croisés avec le tableau 2 de la grille de vérification des modules en cours de validité) et aux charges climatiques de neige calculées au point précédent, respectivement :

	en disposition normale	en disposition renforcée
Dépressions maximales admissibles en vent normal (P_a) pour un module donné	$D_{adm} \text{ (Disp norm)}$	$D_{adm} \text{ (Disp renf)}$
Charge de neige normale maximale admissible (P_a) pour un module donné	$P_{adm} \text{ (disp norm)}$	$P_{adm} \text{ (disp renf)}$

La démarche de vérification est effectuée pour chaque zone de toiture :



Tableaux et figures du Dossier Technique

Tableau 3 : Caractéristiques dimensionnelles des modules admis

	Type A	Type B	Type C
longueur (mm)	$1657 \leq L \leq 1689$	$1754 \leq L \leq 1835$	$1708 \leq L \leq 1903$
largeur (mm)	$987 \leq l \leq 1000,5$	$1016 \leq l \leq 1096$	1134
Hauteur du cadre (mm)	compris entre 30 et 42		
Masse spécifique daN/m ² (M)	$11,039 \leq M \leq 11,716$	$10,924 \leq M \leq 11,528$	$10,068 \leq M \leq 11,214$
Surface (m ²)	$\leq 1,70$	$\leq 1,92$	$\leq 2,16$

Tableau 4 – Caractéristiques du liant HYRENE MM

Caractéristiques	Unité	Valeur spécifiée à l'état initial	Valeur spécifiée après 6 mois à + 70°C	Référentiel
Ramollissement - TBA	°C	≥ 110	≥ 100	NF EN 1427
Pénétration à + 25 °C (indicatif)	dmm	≥ 40		NF EN 1426
Température limite de pliage à froid	°C	≤ -20	≤ -5	Guide UEAtc : 2001
Retour élastique après élongation		Après déformation de 200%, rémanence $\leq 10\%$	Après déformation de 25%, rémanence $\leq 10\%$	XP P 84-360

Tableau 5 – Caractéristiques du liant autoadhésif

Caractéristiques	Unité	Valeur spécifiée à l'état initial	Valeur spécifiée après 6 mois à + 70 °C	Référentiel
Ramollissement TBA	°C	≥ 100	≥ 100	NF EN 1427
Pénétration à + 25 °C	dmm	≥ 70		NF EN 1426
Température limite de souplesse à froid	°C	≤ -20	≤ -5	Guide UEAtc : 2001
Limite élastique (24h)	(%)	Après déformation de 200 %, rémanence $\leq 10\%$	Après déformation de 25 %, rémanence $\leq 10\%$	XP P 84-360

Tableau 6 – Présentation, composition et caractéristiques du PLASTRON

				PLASTRON
Armature	Polyester stabilisé	g/m ²	250	
Liants	Imprégnation : HYRENE MM non fillérisé.	g/m ²	350 ± 60	
	HYRENE MM	g/m ²	3 300	
Finition surface	Grès	g/m ²	300	
Finition sous-face	Film	g/m ²	10	
Épaisseur sur galon	NF EN 1849-1	mm	4,0 (± 5 %)	
Dimensions	NF EN 1848-1	m	320 (±10) x 370 (±10) mm avec évidement rectangulaire centré de 60,3 x 130,3 mm	
Propriété en traction : Force maximale L x T	Moyenne	NF EN 12311-1	N/50 mm	900
	Minimum			800
Propriété en traction : Allongement maximal L x T	Moyenne	NF EN 12311-1	%	45 x 50
	Minimum		%	35 x 40
Souplesse à basse température - état neuf - après vieillissement en température 24 semaines à 70 °C (selon guide UEAtc de 2001)	NF EN 1109	°C	≤ -16	
	NF EN 1109 + NF EN 1296	°C	≤ -1	
Résistance au fluage à température élevée - état neuf - après vieillissement en température 24 semaines à 70 °C (selon guide UEAtc de 2001)	NF EN 1110	°C	≥ 100	
	NF EN 1110 + NF EN 1296	°C	≥ 90	
Stabilité dimensionnelle	NF EN 1107-1	%	≤ 0,5	
Résistance au poinçonnement statique	NF EN 12730 (A)	kg	≥ 20	

Tableau 7 –Composition, présentation et caractéristiques des premières couches pour systèmes fixés mécaniquement

			IKO DUO ACIER SOLAR L4 FMP/G	
			25 CPV 170	25 PY 180
Composition				
Armature	Polyester	g/m²	170 (*)	180
Liant	Imprégnation PSB (1)	g/m²		350± 60
	HYRENE MM	g/m²	2500	2200
Finition de surface	Film macroperforé	g/m²	10	
	Grès	g/m²	80	
Finition de sous-face	Grès	g/m²	300 (2)	
Présentation				
Épaisseur + ou – 5 %	EN 1849-1	mm	2,65 (±5 %)	
Dimensions	EN 1848-1	m	7 x 1	
Poids	Indicatif	kg	23	
Lisière de recouvrement	Minimum	mm	100	
Lignages (position par rapport au bord du lé)		mm	40 et 100	
Caractéristiques				
Propriété en traction : Force maximale L x T	Moyenne	NF EN 12311-1	N/50 mm	750 x 750
	Minimum			500 x 500
Propriété en traction : allongement maximal L x T	Moyenne	NF EN 12311-1	%	35 x 35
	Minimum			25 x 25
Résistance à la déchirure au clou	Moyenne	NF EN 12310-1	N	200 x 250
	Minimum			180 x 230
Souplesse à basse température -Etat neuf	NF EN 1109		°C	≤ -16
- Etat vieilli (6 mois à 70°C) selon Guide UEAtc de déc. 2001	NF EN 1109 + NF EN 1296		°C	≤ -2
Résistance au fluage à température élevée -Etat neuf	NF EN 1110		°C	≥ 100
	NF EN 1110 + NF EN 1296		°C	≥ 90
Stabilité dimensionnelle	NF EN 1108		%	≤ 0.3
Résistance au poinçonnement statique	NF EN 12730 (A)		kg	≥ 20
Résistance au choc	NF EN 12691 : 2006		H (mm)	≥ 1000
(1) ou liant HYRENE MM non fillérisé				
(2) Sous-façage en film thermofusible au lieu du grésage, appellation IKO DUO ACIER SOLAR L4 FMP/F				
(*) NT Polyester stabilisé				

Tableau 8 –Composition, présentation et caractéristiques de la feuille de première couche pour systèmes autoadhésif

			IKO DUO STICK SOLAR L4 T3 SI	
Composition				
Armature		Polyester stabilisé	g/m²	180
Liant		Imprégnation PSB (1)	g/m²	350 ± 60
		HYRENE MM	g/m²	2 700
Finition surface		Film macroperforé	g/m²	10
		Grès	g/m²	80
Finition sous face		Liant autoadhésif		Bandes autoadhésives semi continues (Taux d'adhésivité ≥ 50 %)
		Film pelable	g/m²	40
Présentation				
Épaisseur minimale		NF EN 1849-1	mm	2,65 (± 5%) hors liant autoadhésif
Dimensions		NF EN 1848-1	m	7 x 1
Poids		Indicatif	kg	24
Lisière de recouvrement		Minimum	mm	60 autoadhésif
Caractéristiques				
Propriété en traction : Force maximale L x T	VDF	NF EN 12311-1	N/50mm	700 x 550
	VLF			500 x 440
Propriété en traction : Allongement maximal L x T	VDF	NF EN 12311-1	%	35
	VLF			25
Souplesse à basse température (surface / sous face) : - état neuf - après vieillissement en température 24 semaines à 70 C (selon guide UEAtc de 2001)		NF EN 1109	°C	≤ - 15
		NF EN 1109 + NF EN 1296	°C	≤ 0
Résistance au fluage à température élevée - état neuf - après vieillissement en température 24 semaines à 70 °C (selon guide UEAtc de 2001)		NF EN 1110	°C	≥ 100
		NF EN 1110 + NF EN 1296	°C	≥ 90
Stabilité dimensionnelle		NF EN 1107-1	%	≤ 0,3
Résistance au poinçonnement statique		NF EN 12730 (A)	kg	≥ 20
Résistance au choc		NF EN 12691: 2006 (B)	H (mm)	≥ 1000
Résistance au poinçonnement statique du système (NF P 84-352 et Guide FIT) avec 2 ^{ème} couche IKO DUO FUSION G/F (C) ou IKO DUO FUSION AR/G (C) (VV 50) Sous-classe L				L4
Résistance au poinçonnement dynamique du système (NF P 84-353 et FIT) avec 2 ^{ème} couche IKO DUO FUSION G/F (C) ou IKO DUO FUSION AR/G (C) (VV 50) Sous-classe D				D3
(1) Ou liant HYRENE MM non fillérisé.				

Tableau 9 – Composition et caractéristiques des feuilles de deuxième couche

			IKO DUO FUSION SOLAR G/F	
Composition				
Armature	Voile de Verre	g/m ²	50	
Liants	HYRENE MM	g/m ²	3000	
Finition surface	Grés	g/m ²	300	
Finition sous face	Film (1)	g/m ²	10	
Présentation				
Épaisseur (BN)	NF EN 1849-1	mm	2,65 (± 5 %)	
Dimensions	NF EN 1848-1	m	7 x 1	
Poids	Indicatif	kg	24	
Caractéristiques				
Propriété en traction : Force maximale L × T	Moyenne	NF EN 12311-1	N/50 mm	250 x 250
	Minimum			155 x 120
Propriété en traction : Allongement maximal L × T	Moyenne	NF EN12311-1	%	3
	Minimum			2
Résistance à la déchirure au clou	Moyenne	EN 12310-1	N	80
	Minimum			50
Souplesse à basse température surface / sous face -Etat neuf	NF EN 1109		°C	≤-15
-État vieilli (6 mois à 70°C) selon Guide UEAtc de décembre 2001	NF EN 1109 + Guide UEAtc 2001		°C	≤0
Résistance au fluage à température élevée -Etat neuf	NF EN 1110		°C	≥ 100
-État vieilli (6 mois à 70°C) selon Guide UEAtc de décembre 2001	NF EN 1110 + Guide UEAtc 2001		°C	≥ 90
Stabilité dimensionnelle	NF EN 1107-1		%	≤ 0,1
Résistance au poinçonnement statique	NF EN 12730 (A)		kg	PND
Résistance au choc	NF EN 12691 (A)		H (mm)	≥ 400

Tableau 10 – Composition et caractéristiques des feuilles monocouche

Tableau 10 – Composition et caractéristiques des feuilles monocouche				IKO MONO ACIER SOLAR	
Composition					
Armature	Polyester n.t.	g/m²		180	
	Polyester n.t. stabilisé		170		
Liant	Imprégnation PSB ⁽¹⁾	g/m²		350±60	
	HYRENE MM ou RFE1(2)		3 800	3 450	
Finition surface	Ardoise / granulats	g/m²	1 000 / 1 200		
Finition sous-face	Film	g/m²	10		
Présentation					
Épaisseur au galon		NF EN 1849-1	mm	4.0 (- 5 %)	
Dimensions du rouleau		NF EN 1848-1	m	8 x 1	
Poids du rouleau emballé (ardoisage / granulats)		Indicatif	kg	41 / 43	
Lisière de recouvrement		Minimum	mm	100	
Caractéristiques					
Propriété en traction : Force maximale L x T	Moyenne	NF EN 12311-1	N/50mm	600 x 600	
	Minimum			500 x 500	
Propriété en traction : Allongement maximal L x T	Moyenne	NF EN 12311-1	%	35 x 35	
	Minimum			25 x 35	
Résistance à la déchirure au clou L x T	Moyenne	NF EN 12310-1	N	200 x 250	
	Minimum			180 x 230	
Souplesse à basse température (surface / sous-face) :					
- état neuf		NF EN 1109	°C	≤ - 16	
- état vieilli (6 mois à 70 °C) selon Guide UEAtc de décembre 2001		NF EN 1109 + NF EN 1296	°C	≤ -1	
Résistance au fluage à température élevée					
- état neuf		NF EN 1110	°C	≥ 100	
- état vieilli (6 mois à 70 °C) selon Guide UEAtc de décembre 2001		NF EN 1110 + NF EN 1296	°C	≥ 90	
Stabilité dimensionnelle		NF EN 1107-1	%	≤ 0,3	
Résistance au poinçonnement statique		NF EN 12730 (A)	kg	20	
Résistance au choc		NF EN 12691	mm	1750	
Résistance au poinçonnement statique du système (NF P 84-352 et FIT) Classe L				L4	
Résistance au poinçonnement dynamique du système (NF P 84-353 et FIT) Classe D				D3	
(1) Ou imprégnation HYRENE MM.					
(2) Pour l'IKO MONO ACIER SOLAR FEU					

Tableau 11 – Caractéristiques de la colle RUBERFIX

Extrait Sec	%	86
Point d'inflammation cc (astm d 93)	°C (Pensky Martens)	56
Densité à 20°C	-	1,25
Couleur	-	Noire

Tableau 12 - masses des ATTELAGES - Hauteur ATTELAGES - Epaisseur de serrage :

ATTELAGE	PLAT	BAS	HAUT
Masse (kg)	0.95	0.95	1.15
Hauteur ATTELAGES (mm) (Hc : Hauteur cadre module)	49 + Hc	32 + Hc	210 + Hc
Dimensions cadres (mm) mini-maxi	28-48	25-50	25-47

Tableau 13 – Nomenclature de l'autocontrôle de fabrication pour les feuilles bitumineuses

Sur matières premières	Fréquence
Bitume de base : TBA - pénétration à 25° C	1 certificat / livraison
Fines : granulométrie	1 certificat / livraison
Copolymères d'oléfine TBA – pénétration 25°C – viscosité 190°C	1 certificat / livraison
Armatures : poids - traction	1 certificat / livraison
Sur bitume modifié	Fréquence
TBA - pénétration 25 °C	1 / lot
Image microscope par fluorescence	1 / lot
Taux de fines	1 / lot
Reprise élastique	2 / an
Sur produits finis	Fréquence
Épaisseur - longueur - largeur - lisières - poids	Permanent
Tenue à la chaleur à l'état neuf	1/semaine/produit
Pliage à froid à l'état neuf	1/semaine/produit
Retrait libre	1/semaine/produit
Résistance au poinçonnement statique	1/an
Traction - Allongement	1/mois/produit
Vieillessement : « Guide UEAtc 6 mois à 70°C » (souplesse à basse température – fluage)	2/an

Tableau 14 – Poids propre (Pp) des modules photovoltaïque et des ATTELAGES en daN/m² selon les dispositions.

Pm : Poids module en daN

L : largeur du module (m)

L : Longueur du module (m)

	Poids propre en daN/m²	
Module	en disposition normale (2 ATTELAGES / module)	en disposition renforcée (3 ATTELAGES / module)
PLAT	$\frac{P_m + 1,9}{(l + 0,035) \times (L + 0,035)}$	$\frac{P_m + 2,85}{(l + 0,035) \times (L + 0,035)}$
2PANS	$\frac{P_m + 2,1}{((l + 0,035) \times (L + 0,035)) \times 0,985}$	$\frac{P_m + 3,15}{((l + 0,035) \times (L + 0,035)) \times 0,985}$

	Poids propre en daN/m²	
Module	en disposition normale (4 ATTELAGES / module)	en disposition renforcée (6 ATTELAGES / module)
SHED	$\frac{P_m + 4,2}{((l + 0,035) \times (L + 0,035)) \times 0,985}$	$\frac{P_m + 6,3}{((l + 0,035) \times (L + 0,035)) \times 0,985}$

Tableau 15– Choix et mise en œuvre des pare-vapeur

Élément Porteur	Hygrométrie et chauffage locaux	Mise en œuvre	Pare-vapeur
Maçonnerie (1)	Cas courant en climat de plaine	soudé	- EIF + IKO VAP (C) - EIF + IKO VAP AL G/F (C)
		Adhésif (3)(8)	- EIF + IKO DUO STICK L3 ADH (C) - EIF + IKO VAP ALU STICK (C)
	Locaux à forte hygrométrie	soudé	- EIF + IKO RLV ALU PLUS AR/F (C) - EIF + IKO VAP AL G/F (C)
	Locaux à très forte hygrométrie	Soudé (8)	- EIF + IKO ECRAN PERFO (C) (7) + IKO RLV ALU PLUS AR/F (C) - EIF + IKO ECRAN PERFO (C) (7) + IKO VAP AL G/F (C)
CLT (1)	Faible et moyenne	Cloué (8)	- IKO VAP (C) cloué (2), joints soudés
		Soudé	- IKO VAP (C) - IKO VAP AL G/F (C) - IKO VAP ALPA 2 EN 1 (C)
		Adhésif (3)(8)	- EIF + IKO DUO STICK L3 ADH (C) - EIF + IKO VAP STICK (C)
TAN pleines	Faible et moyenne avec $Q_{4Pa-surf} > 1.4 \text{ m}^3/(h/m^2)$		Non requis
	Faible et moyenne avec $Q_{4Pa-surf} \leq 1.4 \text{ m}^3/(h/m^2)$	Libre	- IKO VAP ACIER (4) - IKO VAP (C) joints soudés (5)
		Adhésif (3)	- IKO VAP STICK (C)
	Forte	libre	- IKO VAP ACIER (6) - IKO VAP AL G/F (C) joints soudés (5)
		Adhésif	- IKO VAP ALU STICK (C) (4) - IKO VAP STICK ALU GR (C) (4)
	Très forte		
TAN perforées		Libre	IKO VAP ACIER (4)
		Adhésif (3)	IKO VAP STICK (C)
(1) Pontage des joints si besoin selon les normes – DTU ou Document Technique d'Application. (2) Le clouage utilise des clous à tête large, à raison d'un clou tous les 33 cm en quinconce sur toute la surface (3) Le pare-vapeur adhésif est mis en œuvre sur support maçonnerie présentant un très bon fini de surface, correspondant à « l'aspect lissé » des bétons surfacés selon le NF DTU 21, sur CLT et sur tôle d'acier nervurée conforme au §8.3. Après enduction avec EIF sauf sur TAN le pare-vapeur adhésif est déroulé en retirant le film siliconé de sous-face ; les recouvrements sur 6 cm (placés à l'aplomb des plages dans le cas des TAN) sont jointoyés en retirant la bande siliconée pelable et en marouflant soigneusement. (4) Face aluminium au-dessus – recouvrement de 10 cm – recouvrements longitudinaux placés au droit des plages - recouvrement transversaux pontés par IKO Band Bitume (5) avec protection de sous face des tôles nervurées compatibles avec le soudage (6) Face aluminium au-dessus – recouvrement de 10 cm – recouvrements longitudinaux placés au droit des plages - recouvrement longitudinaux et transversaux pontés par IKO Band Bitume (7) L'écran perforé IKO ECRAN PERFO (C) est déroulé bord à bord ou à recouvrements de 5 à 10 cm. (8) uniquement sous étanchéité et/ou isolant fixé mécaniquement			

Tableau 16 – Revêtements - Travaux neufs et réfection - France européenne

Revêtement semi-indépendant adhésif : A : IKO DUO STICK SOLAR L4 T3 SI + IKO DUO FUSION SOLAR G/F (IKO DUO FUSION AR/F (C)) Revêtements fixés mécaniquement : B : IKO DUO ACIER SOLAR L4 FMP/G + IKO DUO FUSION SOLAR G/F (IKO DUO TOPACIER AR/F (C)) C : IKO MONO ACIER SOLAR			
Élément porteur pente : cf. (1)	Support direct du revêtement	Système A (2)	Systèmes B ou C (2)
Maçonnerie	Béton	EIF + A	B ou C
	Laine minérale de classe C		B ou C
	Polyisocyanurate (cf. § 9.2)	A (5)	
CLT	CLT	EIF + A	B ou C
	Laine minérale de classe C		B ou C
	Polyisocyanurate (cf. § 9.2)	A (5)	B ou C
	Polyisocyanurate posé sur lit inférieur éventuel (cf. § 9.2)		B ou C
Tôles d'acier nervurées (4)	Laine minérale de classe C		B ou C
	Polyisocyanurate posé sur lit inférieur de laine minérale (cf. § 9.2)		B ou C
	Polyisocyanurate (cf. § 9.2)		B ou C
Réfection sur élément porteur béton	(cf. § 8.5)	A(3)	B ou C
<i>Les cases grisées correspondent à des exclusions d'emploi.</i> (1) La pente minimum est celle des normes NF P 10-203 (DTU 20.12), NF P 84-204-1 (DTU 43.1), NF DTU 43.3, NF DTU 43.4, NF DTU 43.5 ou cf. DTA pour les CLT pour les systèmes A et B, 1% ou cf. DTA pour les CLT sur béton pour le système C. Pente Maxi 10%. (2) Les chemins et aires de circulation sont admis avec feuille complémentaire IKO ACCESS (C) ou IKO MONO FUSION (C) (3) L'ancienne étanchéité ou le pare vapeur doit être adhérent (4) la liste des isolants admis ainsi que leurs épaisseurs est donnée au § 3.4 (5) la liste des isolants admis est donnée au § 3.4			

Tableau 16bis– Revêtements - Travaux neufs – DROM

Revêtements semi-indépendants adhésifs : A : IKO DUO STICK SOLAR L4 T3 SI + IKO DUO FUSION SOLAR G/F (IKO DUO FUSION AR/F (C)) Revêtements fixés mécaniquement : B : IKO DUO ACIER SOLAR L4 FMP/G + IKO DUO FUSION SOLAR G/F (IKO DUO TOPACIER AR/F (C))			
Élément porteur, pente : cf. (1)	Support direct du revêtement	Système A (2)	Systèmes B (2)
Maçonnerie	Béton	A	B
<i>Les cases grisées correspondent à des exclusions d'emploi.</i> (1) La pente minimum est celle du Cahier des Prescriptions techniques communes « Supports de systèmes d'étanchéité de toitures dans les Départements et Régions d'Outre-Mer (DROM) » (<i>e-Cahier du CSTB 3644 d'octobre 2008</i>). Pente maxi 10% (2) Les chemins et aires de circulation sont admis avec feuille complémentaire IKO ACCESS (C) ou IKO MONO FUSION (C)			

Tableau 17 – Tolérances sur l'espacement maximal entre deux fixations

Espacement (cm)	≥ 35	de 35 à 25	de 25 à 18
Tolérance (cm)	+ 4	+ 3	+ 2

Tableau 18 – Espacement et distance (en mm) entre ATTELAGES

	IKO SURFA 5 TOPSOLAR BITUME PLAT	IKO SURFA 5 TOPSOLAR BITUME 2PANS	IKO SURFA 5 TOPSOLAR BITUME SHED
Espacement E entre rangées d'ATTELAGES (mm)	$E = l + 35$	$E = l \times 0.985 + 35$	E1 : 400 E2 : $l \times 0.985 + 35$
Distance d entre ATTELAGE d'une même rangée (mm)	$d = \frac{l+35}{n}$		

I : largeur du module photovoltaïque (mm)

L : longueur du module photovoltaïque (mm)

n : 2 si disposition normale, 3 si disposition renforcée cf. § 9.21

Tableau 19 – Guide de choix des matériaux en fonction de l'ambiance extérieure.

du 19 – Guide de choix des matériaux en fonction de l'ambiance extérieure.

Matériau	Éléments du procédé	Atmosphères extérieures							
		Rurale non pollué	Industrielle ou urbaine		Marine				Spéciale
			normale	sévère	20 à 10 km	10 km à 3 km	Bord de mer* (<3km)	Mixte	
Aluminium 6060 T6	ATTELAGE sauf visserie	✓	✓		✓	✓	✓	□	□
Acier Inoxydable A2	Visserie standard	✓	✓		✓	✓		□	□
Acier Inoxydable A4	Visserie sur demande spécifique	✓	✓		✓	✓	✓	□	□
✓ Matériau adapté □ Matériau dont le choix définitif ainsi que les caractéristiques particulières doivent être arrêtées après consultation et accord du fabricant * à l'exception du front de mer Case grisée : matériau inadapté Les expositions atmosphériques sont définies dans les normes NF P 24-351									

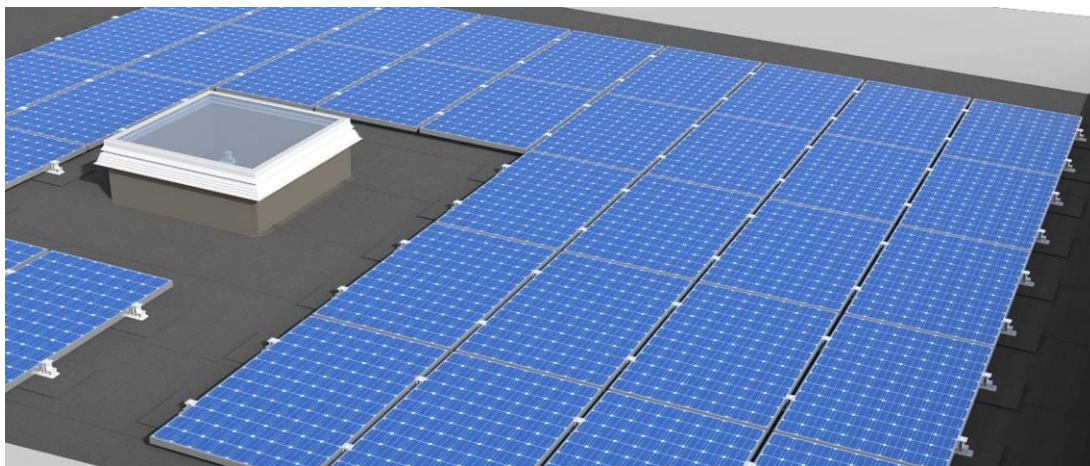


Fig. 1 : exemple d'implantation système **IKO SURFA 5 TOPSOLAR BITUME PLAT** –
Pose à plat - disposition normale

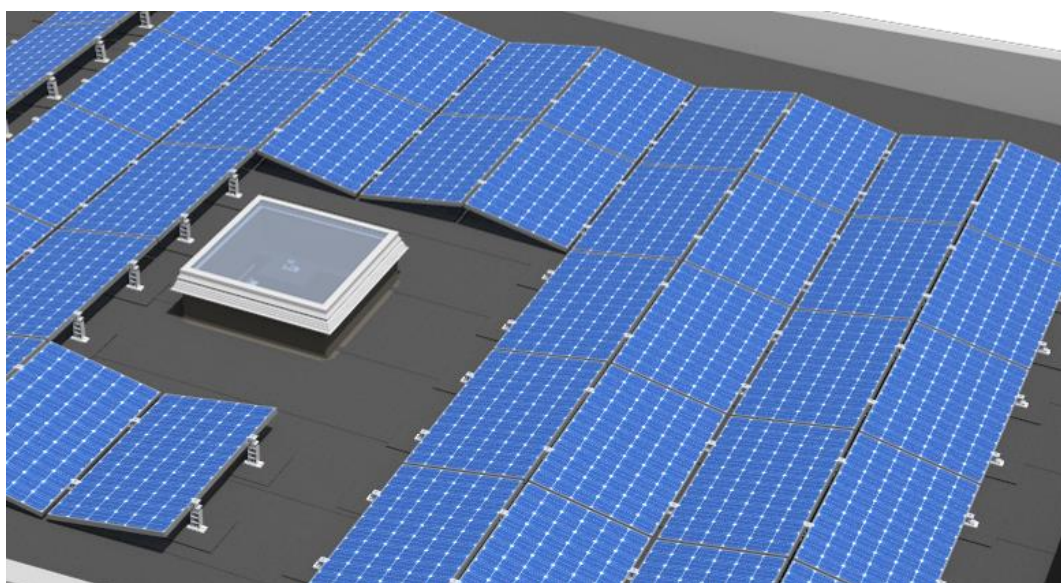


Fig. 2 : exemple d'implantation système **IKO SURFA 5 TOPSOLAR BITUME 2PANS** (ORIENTATION EST /
OUEST)
- disposition normale

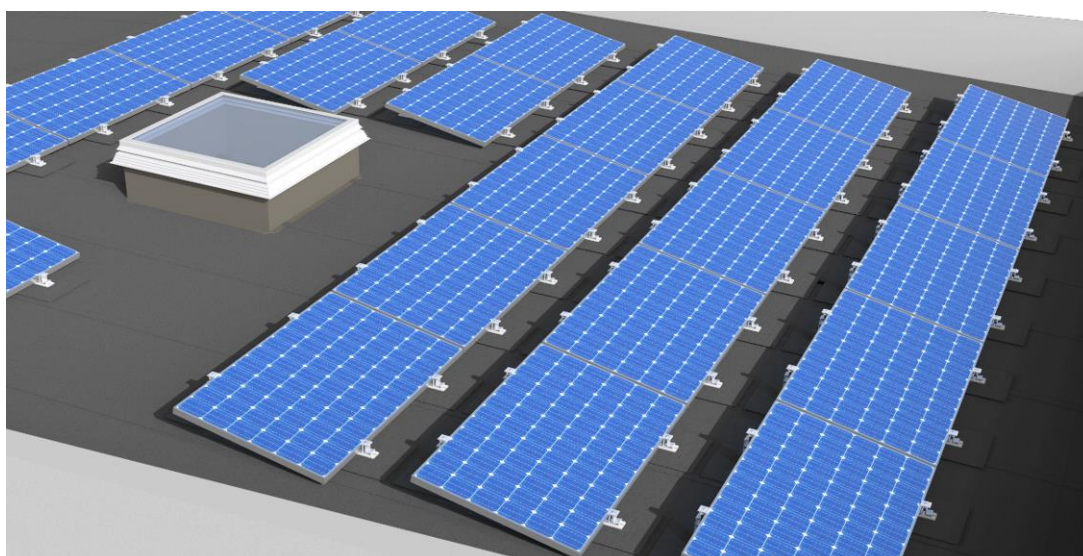


Fig. 3 : exemple d'implantation système **IKO SURFA 5 TOPSOLAR BITUME SHED** (ORIENTATION SUD) - dis-
position normale

ATTELAGES :



Fig. 4 : IKO SURFA 5 TOPSOLAR BITUME PLAT - **ATTELAGE PLAT**

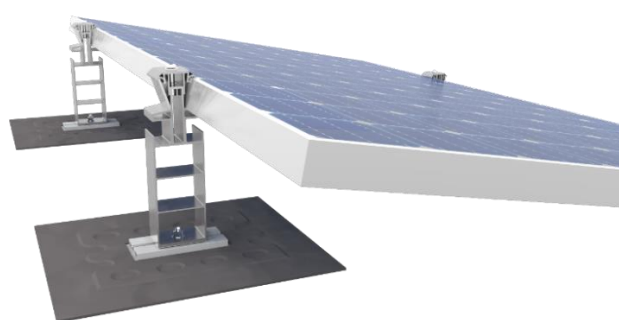


Fig. 5 IKO SURFA 5 TOPSOLAR BITUME 2PANS et SHED – Fig. 6 : IKO SURFA 5 TOPSOLAR BITUME 2PANS et SHED **ATTELAGE BAS**

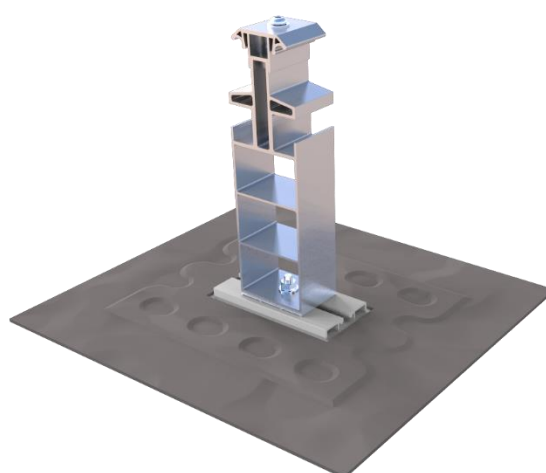
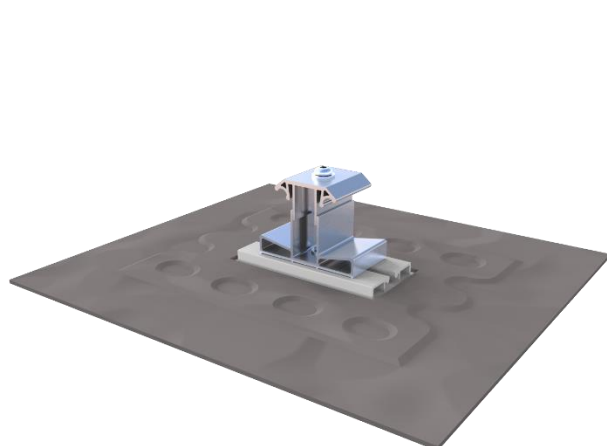


Fig. 7 : ATTELAGE BAS et ATTELAGE HAUT

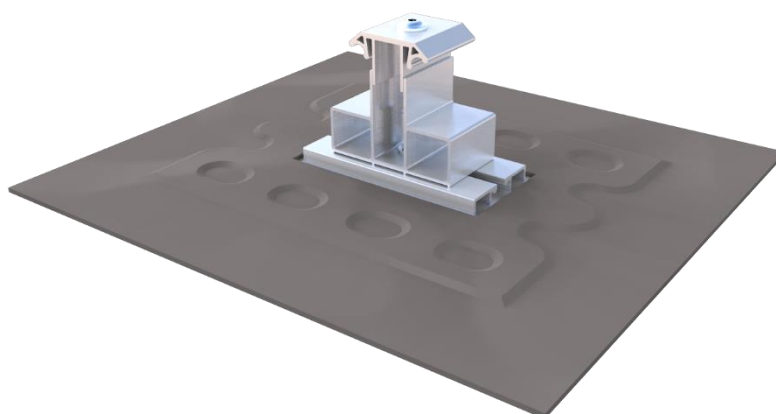


Fig. 8 : ATTELAGE PLAT

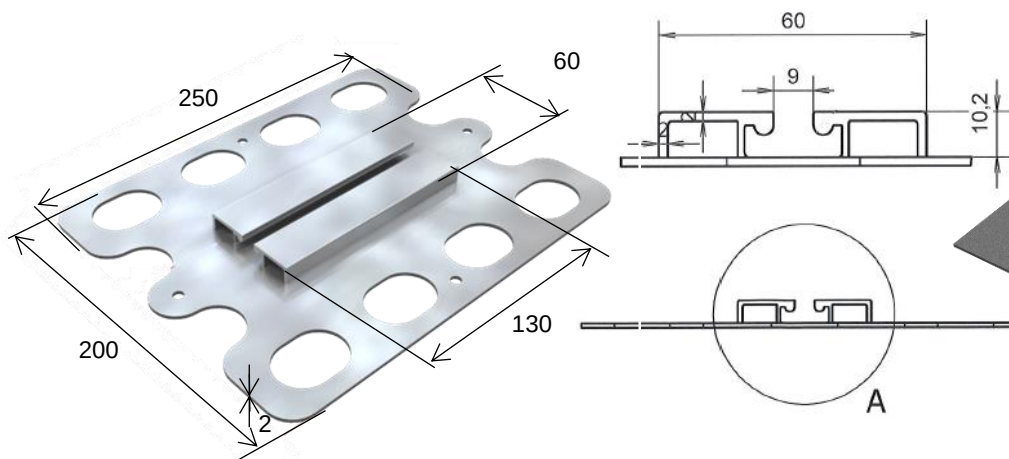


Fig. 9 : BASE (cotes en mm)

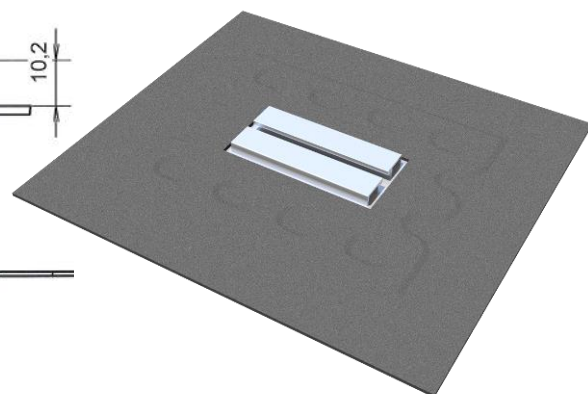


Fig. 10 : PLATINE (BASE + PLASTRON)

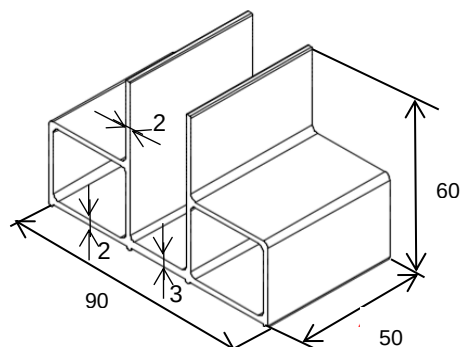


Fig. 11 : PONTET PLAT (cotes en mm)

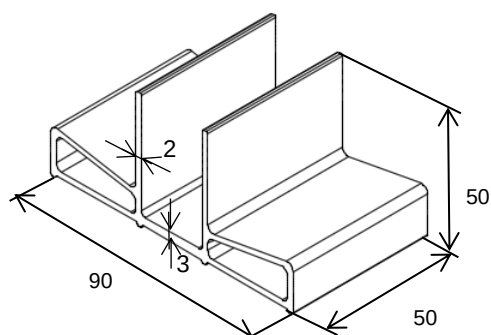
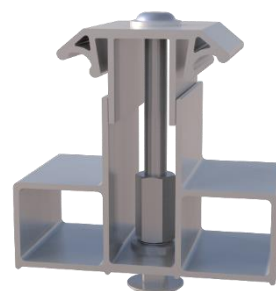


Fig. 12 : PONTET BAS (cotes en mm)

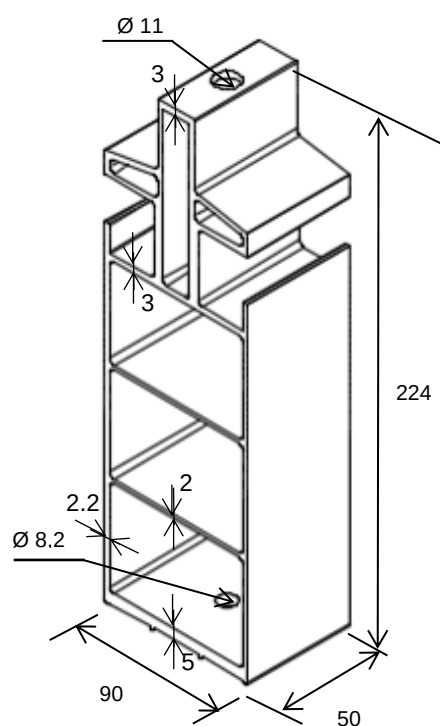
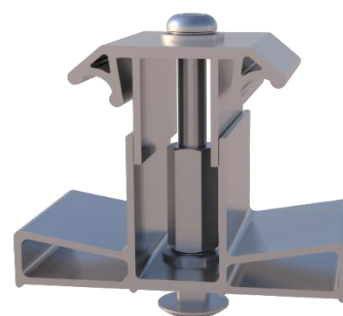
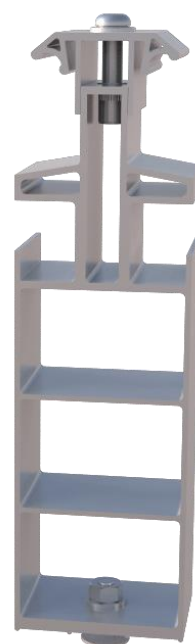


Fig. 13 : PONTET HAUT (cotes en mm)



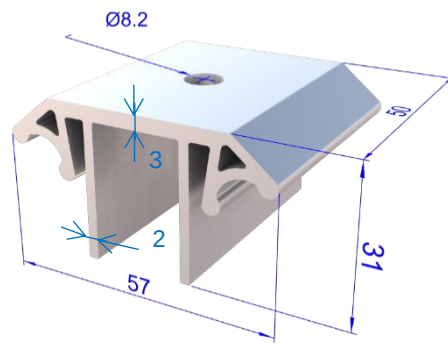


Fig. 14 : BRIDE (cotes en mm)

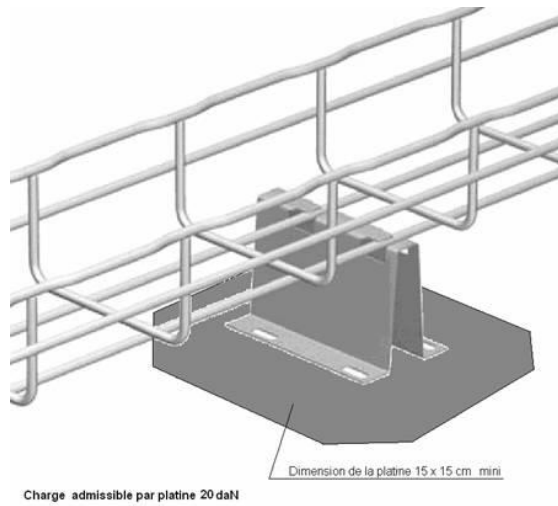


Fig. 15 : Support de chemin de câble Cablofil R55

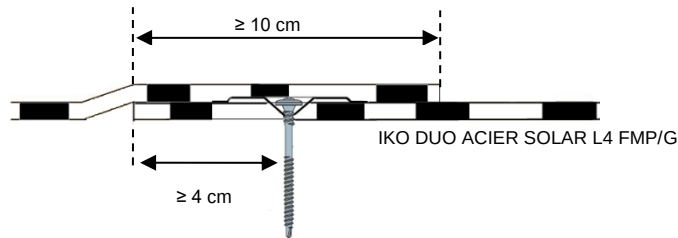


Figure 16 : Recouvrements longitudinaux du Système B (plaquette métallique Ø40)

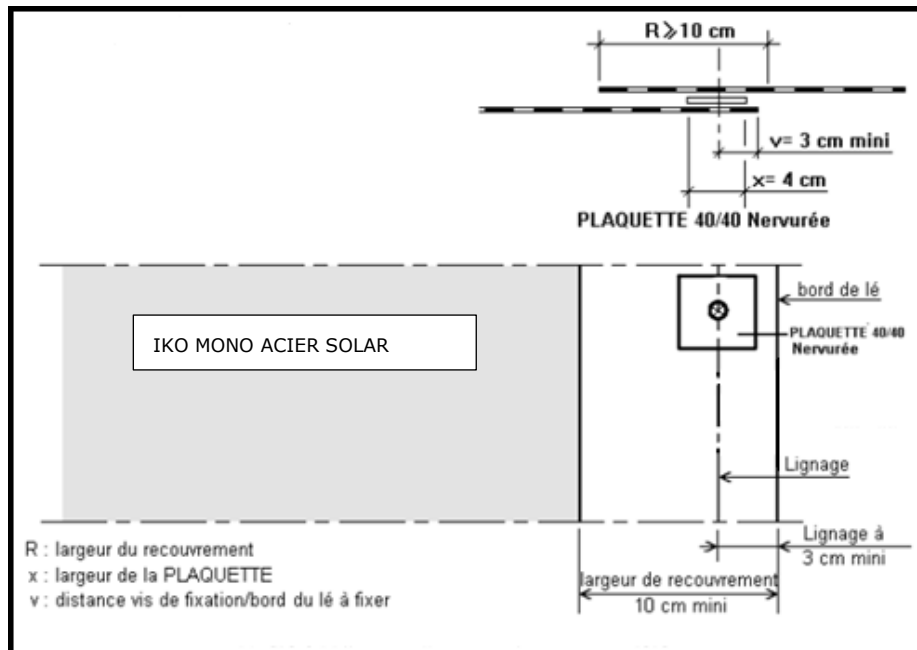


Figure 17 : Recouvrement et fixations en lisière pour le système C (plaquette métallique 40 x 40)

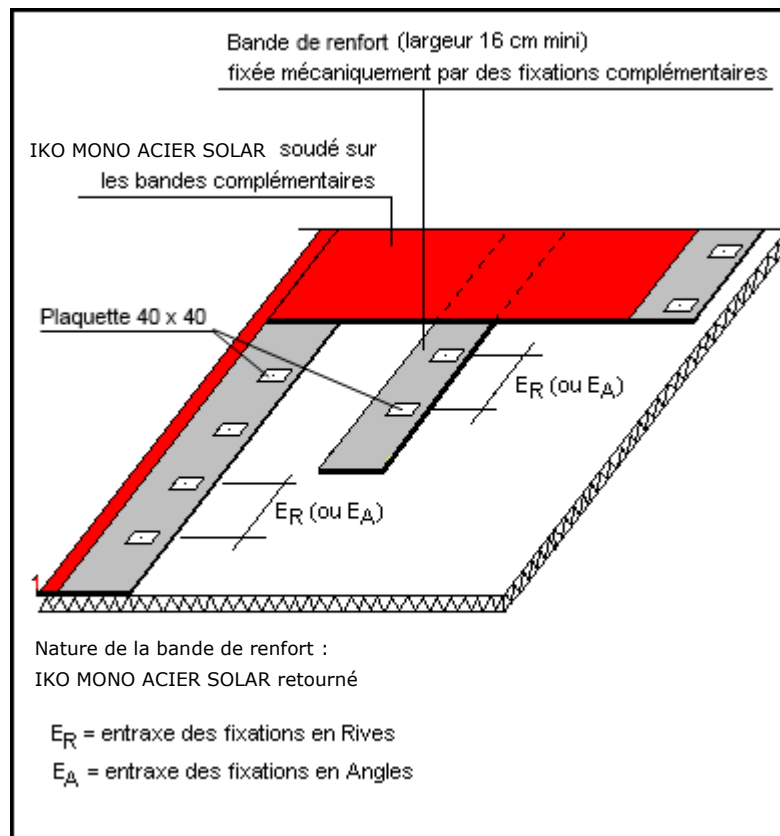


Figure 18 : Fixations complémentaires pour le système C (plaquette métallique 40 x 40)

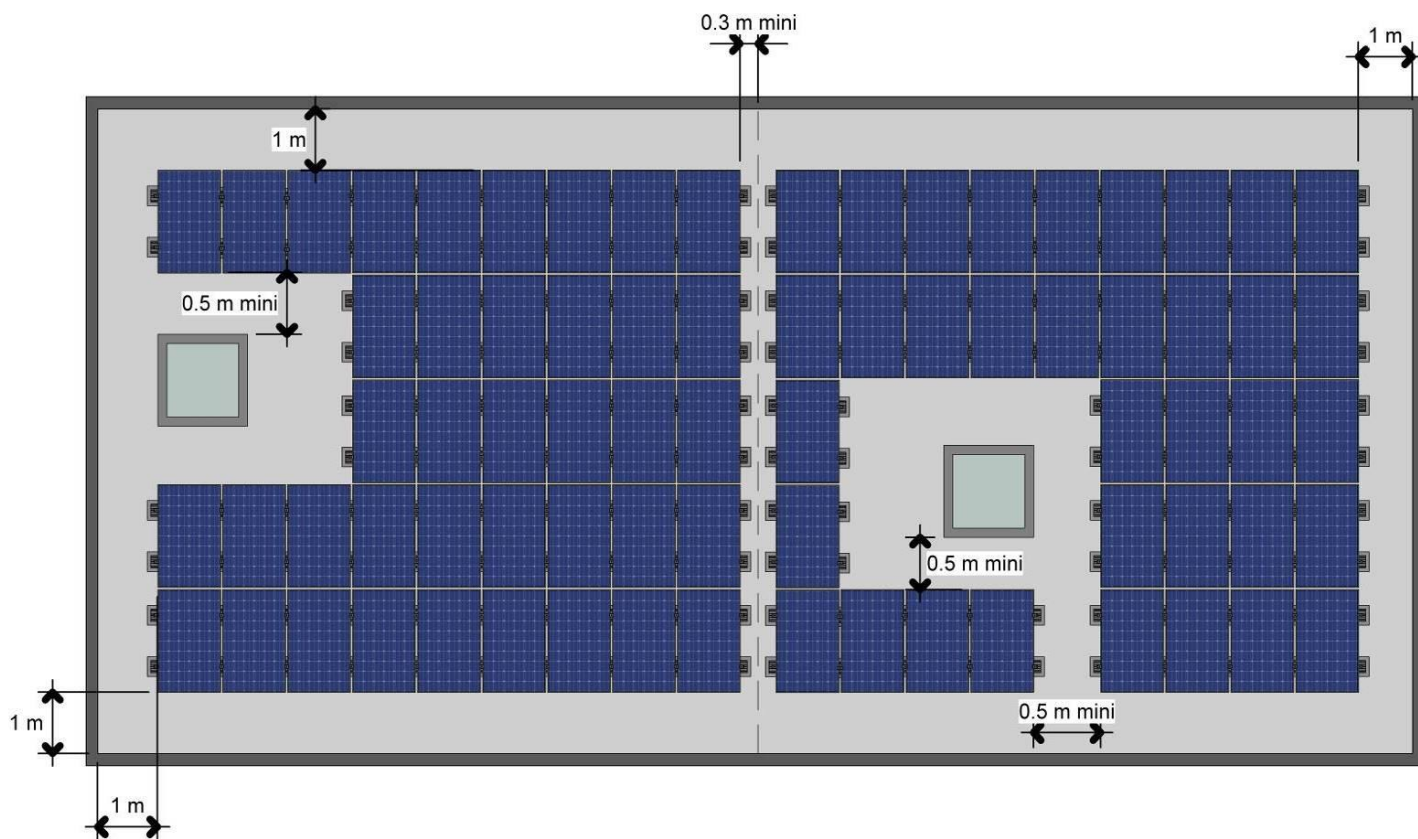
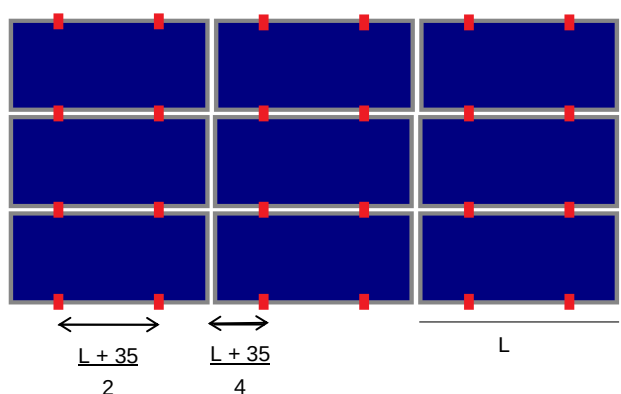
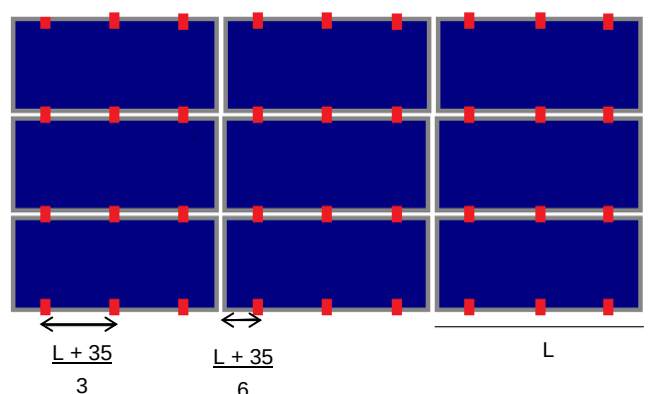


Fig. 19 : Calepinage de la toiture : zones à exclure pour l'équipement photovoltaïque.



Disposition normale

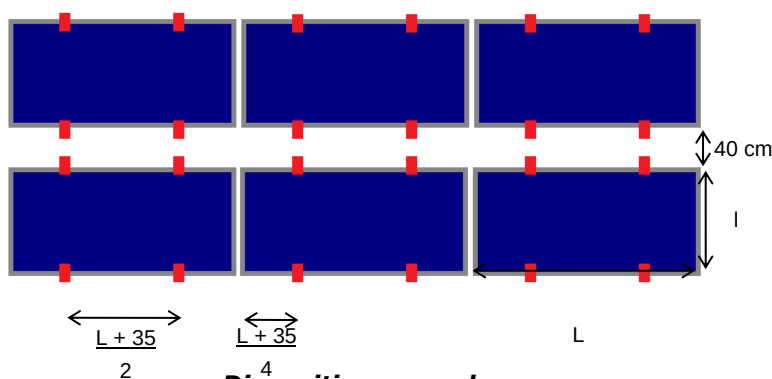
Entre ATTELAGES (mm) : $(L+35) / 2$



Disposition renforcée

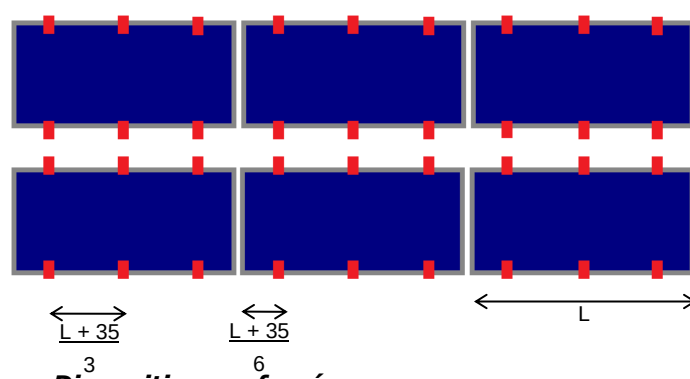
Entre ATTELAGES (mm) : $(L+35) / 3$

Fig. 20 : Disposition des ATTELAGES : cas de l'IKO SURFA 5 TOPSOLAR BITUME PLAT et IKO SURFA 5 TOPSOLAR BITUME 2PANS



Disposition normale

Entre ATTELAGES (mm) : $(L+35) / 2$



Disposition renforcée

Entre ATTELAGES (mm) : $E_2 = (L+35) / 3$

Fig. 21 : Dispositions des ATTELAGES : cas de l'IKO SURFA 5 TOPSOLAR BITUME SHED

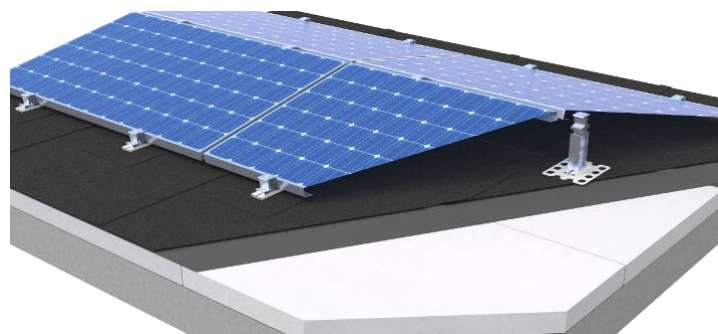
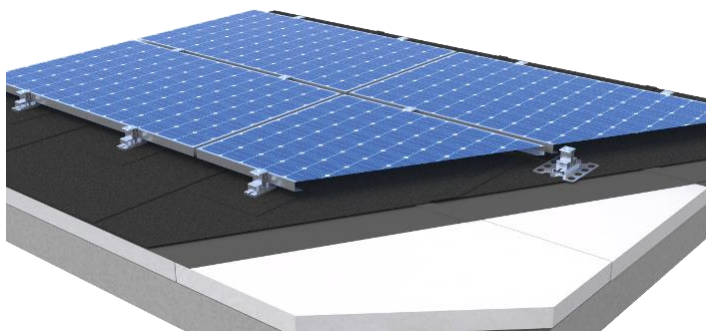


Fig. 22 et 23 : principe de mise en œuvre des ATTELAGES avec sur béton avec étanchéité adhésive
IKO SURFA 5 TOPSOLAR BITUME PLAT

IKO SURFA 5 TOPSOLAR BITUME 2PANS

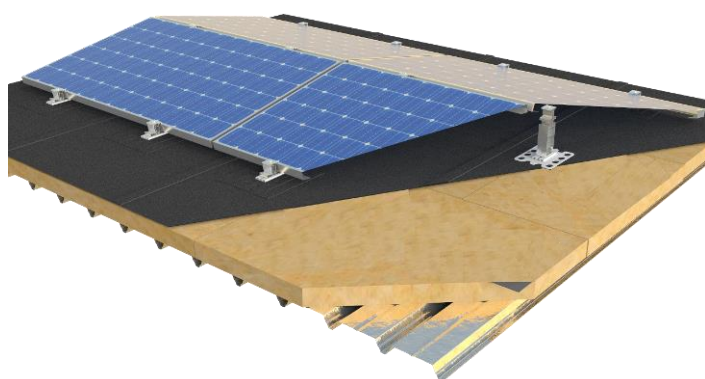


Fig. 24 et Fig. 25 : principe de mise en œuvre ATTELAGES sur TAN avec étanchéité fixée
IKO SURFA 5 TOPSOLAR BITUME PLAT

IKO SURFA 5 TOPSOLAR BITUME 2PANS

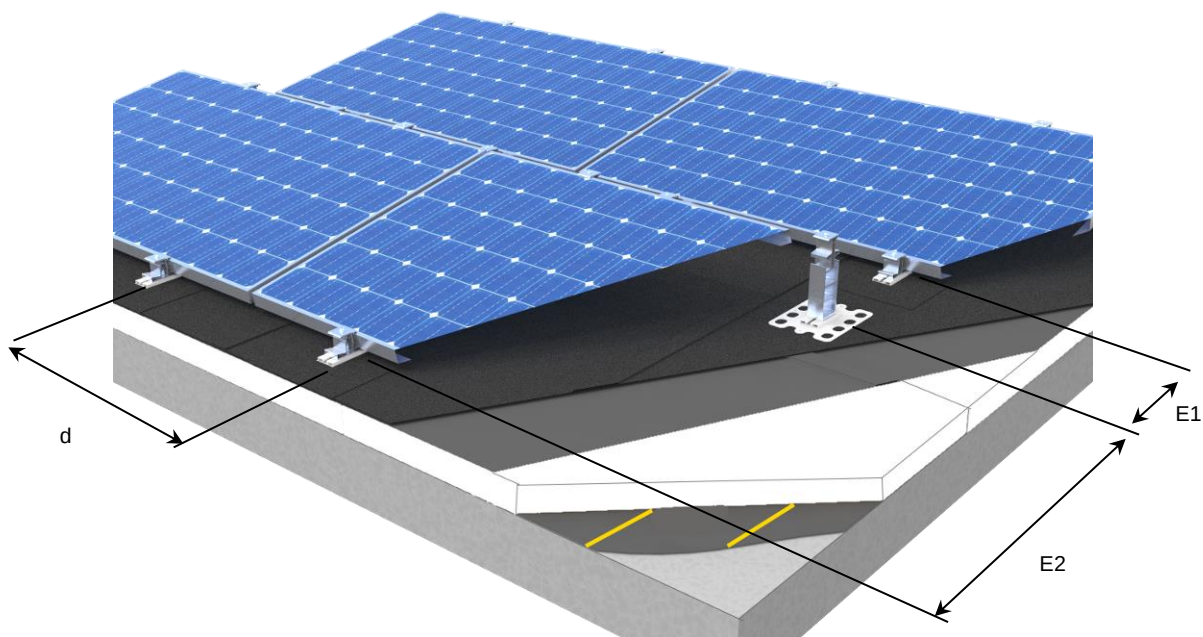
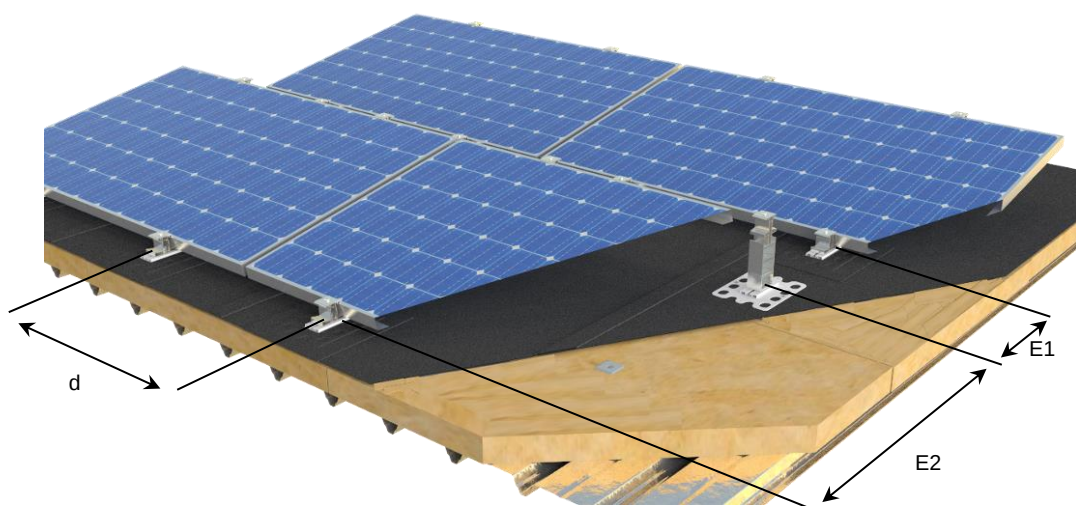


Fig. 26 : principe de mise en œuvre des ATTELAGES sur béton avec étanchéité adhésive
IKO SURFA 5 TOPSOLAR BITUME SHED



*Fig. 27 : principe de mise en œuvre ATTELAGES sur TAN avec étanchéité fixée
IKO SURFA 5 TOPSOLAR BITUME SHED*

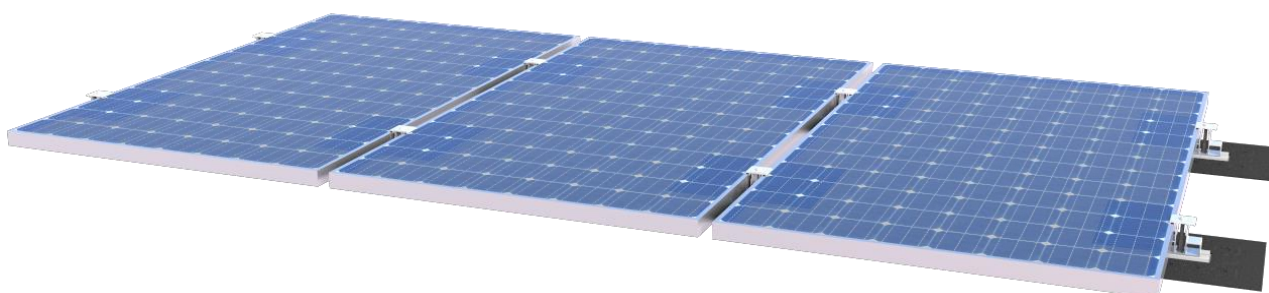


Fig. 28: Mise en œuvre de l'IKO SURFA 5 TOPSOLAR BITUME PLAT

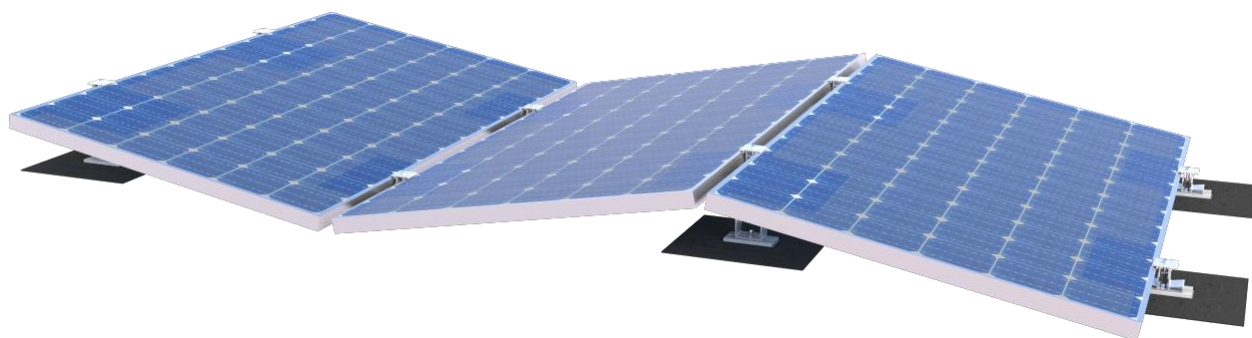


Fig. 29 : Mise en œuvre de l'IKO SURFA 5 TOPSOLAR BITUME 2PANS avec alternance ATTELAGES HAUTS et BAS

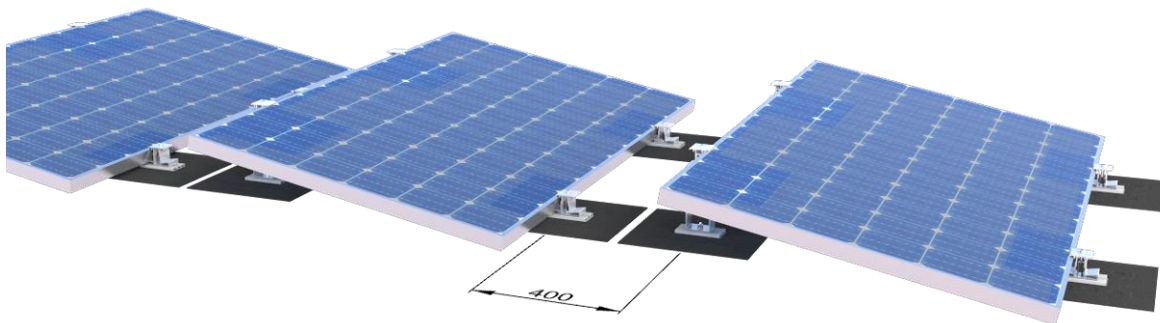
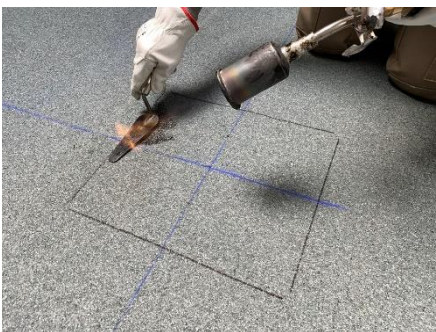


Fig. 30 : Mise en œuvre de l'IKO SURFA 5 TOPSOLAR BITUME SHED avec alternance ATTELAGES HAUTS et BAS

	
Placer les PLATINES à chaque intersection de traçage, puis délimiter l'emplacement du PLASTRON	Noyer la paillette du revêtement (si le revêtement est ardoisé) à l'aplomb de l'emplacement du PLASTRON
	
Equiper la PLATINE de son PONTET Placer la PLATINE en prenant soit d'orienter la glissière perpendiculairement au module photovoltaïque à venir Placer le PLASTRON	Souder le PLASTRON sur la partie courante.
Fig. 31 Soudage des ATTELAGES sur membrane d'étanchéité de partie courante	

Pose du module en butée de BRIDE

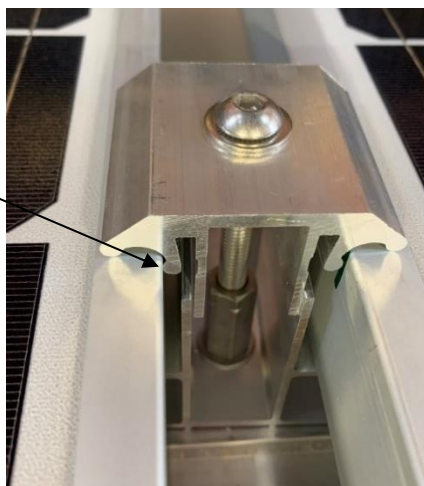


Fig. 32 : Pose des modules en butée de BRIDE

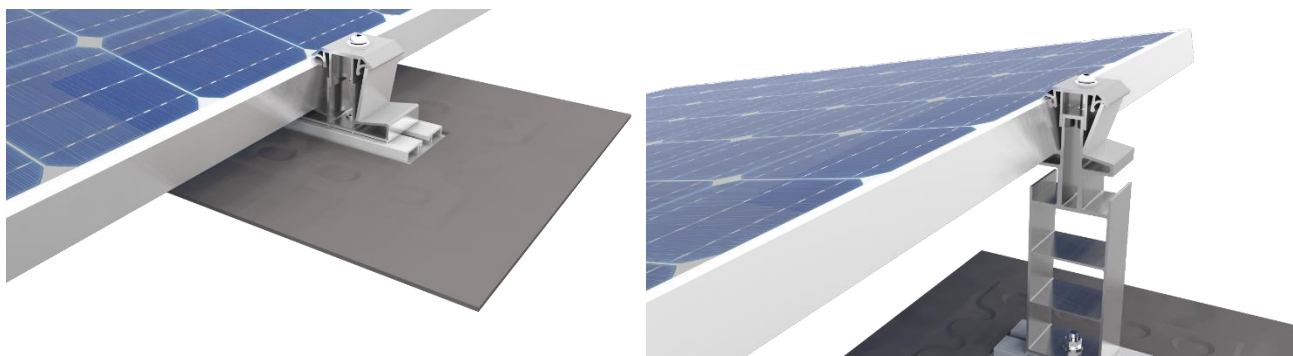


Fig. 33 : Cale pour finition des champs photovoltaïques

- En bordure de champ en IKO SURFA 5 TOPSOLAR BITUME PLAT ou 2PANS
- Systématique pour la mise en œuvre en SHED

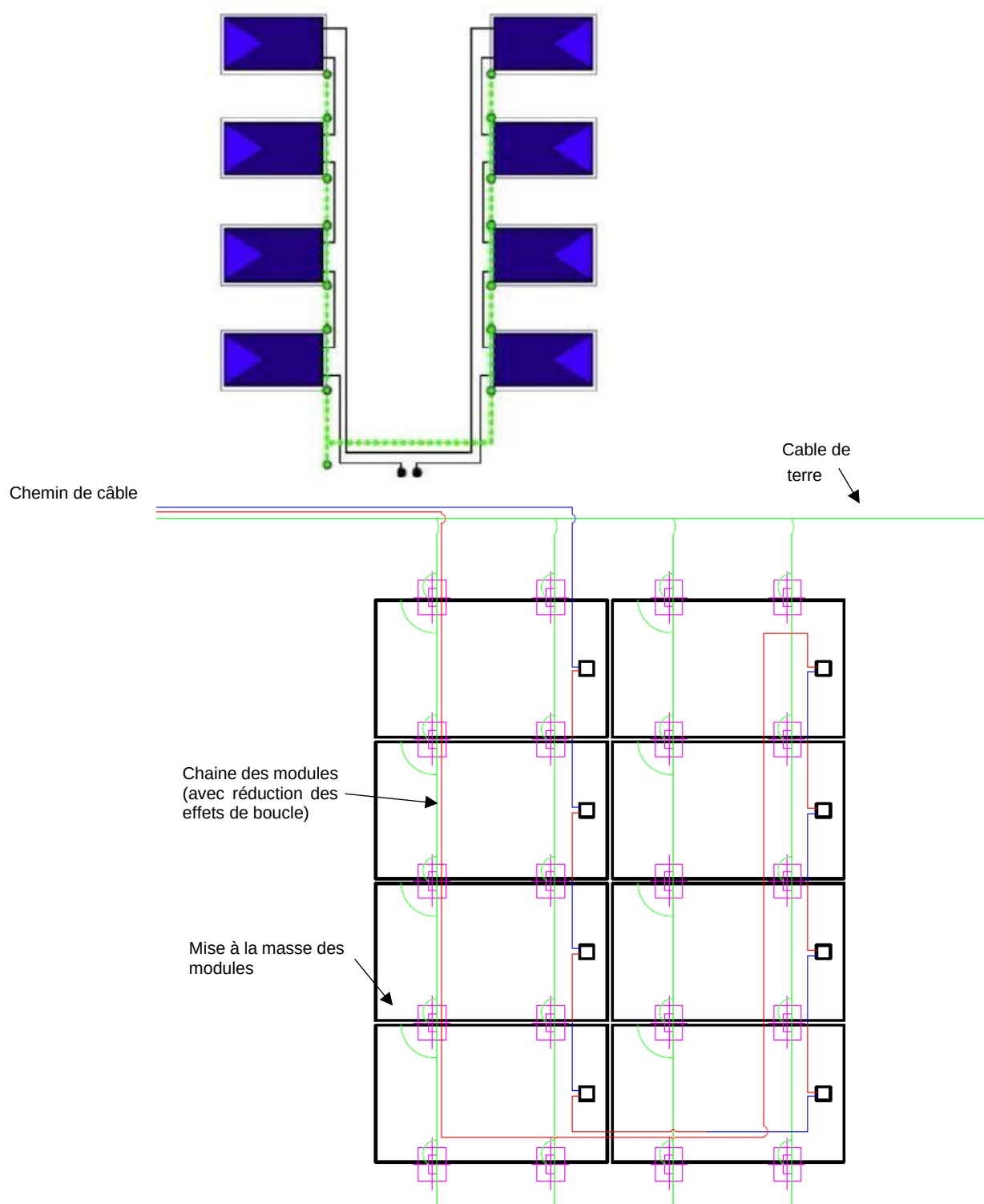


Fig. 34 Schéma de câblage et de mise à la terre

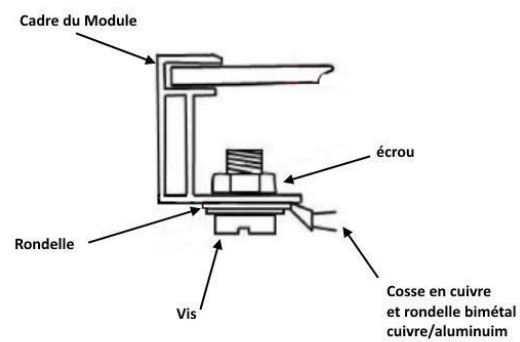


Fig. 35 Mise à la terre des modules (par rondelle et vis)

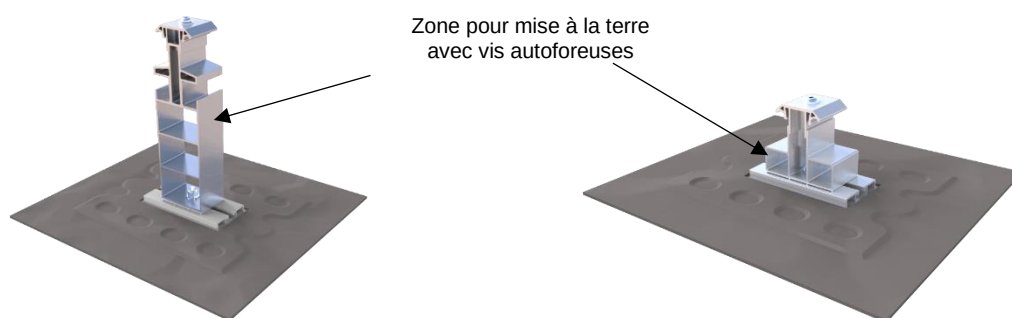


Fig. 36 Localisation des perçages pour mise à la terre des ATTELAGES par vis autoforeuses

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 G01/3255-V1

Associée à l'ATEX n° 3255-V1

Procédé : IKO SURFA 5 TOPSOLAR BITUME

Date de mise en application : 29/01/2024

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° 3255-V1**.
S'il existe une grille de vérification plus récente portant un n° du type **Gn/3255-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

IKO SURFA 5 TOPSOLAR BITUME

Fabricant	Gamme de modules	Tension maximale	Plages de puissances	Validité en cours à renouveler avant le (*)	Type de module
VOLTEC SOLAR	TARKA 120 VSMS	1 000 V	290 à 330 Wc		A
	TARKA 126 VSMS	1 000 V	375 à 395 Wc		B
	TARKA 126 VSMD	1 500 V	385 à 395 Wc		
	TARKA 126 VSBD	1 500 V	380 à 390 Wc		
REC SOLAR	REC TP2M	1 000 V	300 Wc à 330 Wc		A
	REC TP4	1 000 V	360 à 375 Wc		B
	AA Pure	1000 V	385 à 405 Wc		B
JA SOLAR	JAM60SO9 /PR	1000 V	310 à 330 Wc		A
	JAM60S10 /PR	1000 V	320 à 340 Wc		A
	JAM60S10 /MR	1000 V	330 à 350 Wc		A
	JAM54S30 /MR	1000V/1500V	390 à 415 Wc		C
	JAM54S31 /MR	1000V/1500V	380 à 405 Wc		C
SYSTOVI	PS73xxxN07	1 000 V	300 à 330 Wc		A
	PS75xxxN17	1 000 V	300 à 330 Wc		A
TRINASOLAR	VERTEX S TSM-DE09.08	1 500 V	390 à 410 Wc		B
	VERTEX S TSM-DE09R.05W	1 500 V	405 à 425 Wc		C
	VERTEX S TSM-DE09R.08W	1 500 V	415 à 435 Wc		C
DMEGC	DMxxxM6-60HBB -V	1500 V	365 à 380 Wc		B
	DMxxxM6-60HBW /-V DMxxxM6-60HSW /-V	1000V/1500V	370 à 385 Wc		
	DMxxxM10-54HBB /-V	1000V/1500V	395 à 410 Wc		C
	DMxxxM10-54HSW/HBW /-V	1000V/1500V	400 à 415 Wc		
JINKO	JKMxxxM-60HL4/-V	1000V/1500V	440 à 460 W		C
	JKMxxxN-60HL4-V	1000V/1500V	460 à 480 W		
LONGI	LR5-54 HIH	1 500 V	400 à 420 Wc		C

(*) : la date ne peut dépasser la date de fin de validité de l'Avis Technique 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.
- $\alpha_T (P_{mpp})$: Coefficient de température pour la puissance maximum.
- $\alpha_T (U_{co})$: Coefficient de température pour la tension en circuit ouvert.
- $\alpha_T (I_{cc})$: Coefficient de température pour l'intensité de court-circuit.

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

IKO SURFA 5 TOPSOLAR BITUME

Dépressions maximales en vent normal (Pa) et Charges de neige normale maximale admissibles par les modules photovoltaïques mis en œuvre avec le procédé IKO SURFA 5 TOPSOLAR BITUME

Fabricant	Nom du module	Dépressions maximales admissibles en VENT normal (Pa)		Charge de NEIGE normale maximale admissible (Pa)	
		en disposition normale	en disposition renforcée	en disposition normale	en disposition renforcée
VOLTEC SOLAR	TARKA 120 VSMS	1140	1333	1470	1830
VOLTEC SOLAR	TARKA 126 VSMS	1610	1710	1610	1910
	TARKA 126 VSMD				
	TARKA 126 VSBD				
REC SOLAR	REC TP2M	1820	1333	2130	1930
REC SOLAR	REC TP4	1420	1710	1860	2180
REC SOLAR	AA Pure	1420	1710	1830	2170
JA SOLAR	JAM60S09 /PR	1333	1333	1770	1600
	JAM60S10 /PR				
	JAM60S10 /MR				
JA SOLAR	JAM54S30 /MR	1000	1333	1000	1600
	JAM54S31 /MR				
SYSTOVI	PS73xxxN07	1333	1333	1730	1770
	PS75xxxN17				
TRINASOLAR	VERTEX S TSM-DE09.08	1530	1300	1530	1300
TRINASOLAR	VERTEX S TSM-DE09R.05W	1000	1250	1000	1250
	VERTEX S TSM-DE09R.08W				
DMEGC	DMxxxM6-60HBB -V	1100	1333	1100	1600
	DMxxxM6-60HBW /-V				
	DMxxxM6-60HSW /-V				
DMEGC	DMxxxM10-54HBB /-V	1030	1230	1030	1230
	DMxxxM10-54HSW/HBW /-V				
JINKO	JKMxxxM-60HL4/-V	900	1290	900	1290
	JKMxxxN-60HL4/-V				
LONGI	LR5-54 HIH	930	1100	930	1100

Disposition normale : 2 ATTELAGES / module en PLAT et 2PANS, 4 ATTELAGES/module en SHED
Disposition renforcée : 3 ATTELAGES / module en PLAT et 2PANS, 6 ATTELAGES/module en SHED

Ces valeurs doivent être plafonnées le cas échéant par la valeur des charges admises par l'isolant et de l'étanchéité selon la disposition choisie et du type de module dans l'ATEX IKO SURFA 5 TOPSOLAR BITUME (tableaux 1 et 2)

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

IKO SURFA 5 TOPSOLAR BITUME

Poids propre (Pp) des modules photovoltaïque et des ATTELAGES en daN/m² selon les dispositions.

Module	Poids propre en daN/m ²					
	PLAT		2PANS		SHED	
	en disposition normale (2 ATTELAGES / module)	en disposition renforcée (3 ATTELAGES / module)	en disposition normale (2 ATTELAGES / module)	en disposition renforcée (3 ATTELAGES / module)	en disposition normale (4 ATTELAGES / module)	en disposition renforcée (6 ATTELAGES / module)
TARKA 120 VSMS	11,6	12,1	11,9	12,5	13,1	14,3
TARKA 126 VSMS TARKA 126 VSMD TARKA 126 VSBD	11,5	12,0	11,8	12,3	12,9	13,9
REC TP2M	11,6	12,1	11,9	12,5	13,1	14,3
REC TP4	11,4	11,9	11,7	12,3	12,8	13,9
AA Pure	11,5	12,0	11,8	12,4	12,9	14,0
JAM60S09 /PR	11,7	12,2	12,0	12,6	13,2	14,4
JAM60S10 /PR JAM60S10 /MR	11,6	12,2	11,9	12,5	13,1	14,3
JAM54S30 /MR JAM54S31 /MR	10,5	10,9	10,7	11,2	11,8	12,8
PS73xxxN07 PS75xxxN17	12,2	12,8	12,5	13,1	13,7	14,9
VERTEX S TSM- DE09.08	11,4	11,8	11,6	12,2	12,7	13,7
VERTEX S TSM- DE09R.05W VERTEX S TSM- DE09R.08W	11,3	11,8	11,6	12,1	12,6	13,6
DMxxxM6-60HBB -V DMxxxM6-60HBW /-V DMxxxM6-60HSW /-V	12,0	12,5	12,3	12,8	13,4	14,5
DMxxxM10-54HBB /-V DMxxxM10- 54HSW/HBW /-V	10,6	11,0	10,8	11,3	11,9	12,9
JKMxxxM-60HL4/-V JKMxxxN-60HL4-V	11,6	12,0	11,8	12,3	12,8	13,7
LR5-54 HIH	11,3	11,8	11,6	12,1	12,6	13,7

Sommaire des gammes de modules

Partie 1 : VOLTEC SOLAR - TARKA 120 VSMS	6
Partie 2 : VOLTEC SOLAR - TARKA 126	8
Partie 3 : REC - TP2M	10
Partie 4 : REC – REC TP4	12
Partie 5 : REC – REC AA Pure.....	14
Partie 6 : JA SOLAR - JAM60S09	16
Partie 7 : JA SOLAR - JAM60S10	18
Partie 8 : JA SOLAR – JAM54S30 /MR et JAM54S31 /MR.....	20
Partie 9 : SYSTOVI – PS73 et PS75	22
Partie 10 : TRINA SOLAR – Vertex S.....	24
Partie 11 : DMEGC – DMxxxM6-60	28
Partie 12 : DMEGC – DMxxxM10-54.....	30
Partie 13 : JINKO SOLAR – JKM M-60HL4 et JKM N-60HL4.....	32
Partie 14 : LONGI – LR5-54HIH.....	34

Partie 1 : VOLTEC SOLAR - TARKA 120 VSMS

VOLTEC SOLAR

TARKA 120 VSMS

TARKA 120 VSMS									
P_{mpp} (W)	290	295	300	305	310	315	320	325	330
U_{co} (V)	39,1	39,1	39,2	39,2	39,5	39,6	39,8	40,0	40,2
U_{mpp} (V)	32,6	32,8	33,0	33,2	33,4	33,7	34,0	34,3	34,6
I_{cc} (A)	9,5	9,6	9,7	9,8	9,9	10,0	10,1	10,2	10,3
I_{mpp} (A)	8,9	9,0	9,1	9,2	9,3	9,4	9,4	9,5	9,5
αT(P_{mpp}) [%/K]	-0,37								
αT(U_{co}) [%/K]	-0,32								
αT(I_{cc}) [%/K]	0,05								
Courant inverse maximum (A)	15								

Caractéristiques dimensionnelles	
Dimensions hors-tout (mm)	1 685 x 1 000 x 42
Surface hors-tout (m²)	1,68
Masse (kg)	18,6
Masse spécifique (kg/m²)	11,0

Conditionnement	
nombre de modules maximum par emballage	27
nature de l'emballage	Carton + film plastique
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	Usine de Dinsheim sur Bruche (67190)
ISO 9001	ISO 9001:2015
classification sur le flash test systématique	- 3 % à + 3 %
mesure(s) par électroluminescence	double
inspection finale	Oui

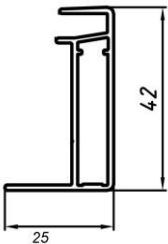
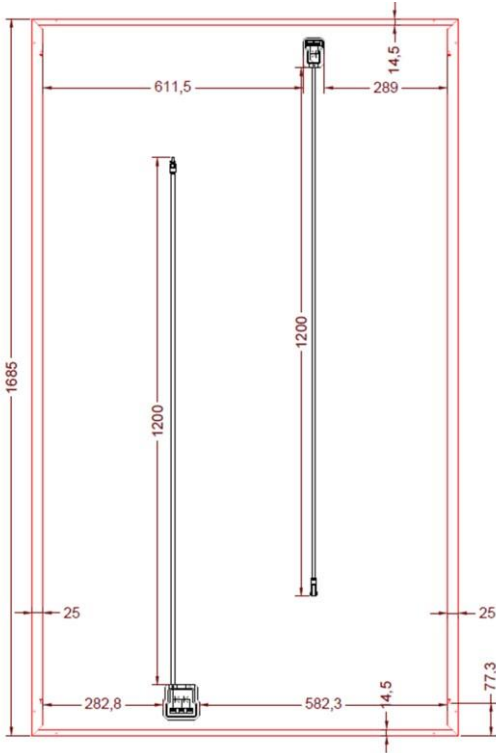
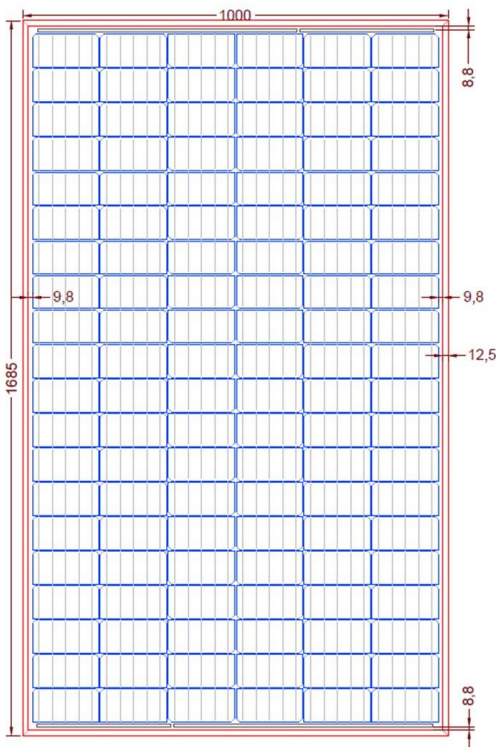
Déclaration Environnementale
Le procédé associé à cette gamme de module ne fait pas l'objet d'une Déclaration Environnementale (DE).

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

IKO SURFA 5 TOPSOLAR BITUME

Composants identifiables visuellement	
Nature et nombre de cellules	monocristallines au nombre de 120 (6 colonnes de 20 cellules)
Boîtes de connexion	FT26xy de RENHE SOLAR
Connecteurs	ZJRH 05-8 de RENHE SOLAR

Caractéristiques mécaniques	
épaisseur du verre et tolérances	3,2 ± 0,2 mm
moments d'inertie des profilés du cadre	Ix = 3,17 cm ⁴ Iy = 0,63 cm ⁴
nuance d'aluminium et état métallurgique	EN AW-6060 T6
prise en feuillure du laminé	9,5 ± 1 mm
Charge statique maximale face avant / face arrière (MQT16 selon IEC 61215-2)	2400 Pa / 5400 Pa



Partie 2 : VOLTEC SOLAR - TARKA 126

VOLTEC SOLAR

TARKA 126 VSMS, TARKA 126 VSMD et TARKA 126 VSBD

	TARKA 126 VSMS				TARKA 126 VSMD			TARKA 126 VSBD		
P_{mpp} (W)	375	385	390	395	385	390	395	380	385	390
U_{co} (V)	42,98	43,27	43,49	43,7	28,96	29,08	29,22	28,92	29,06	29,2
U_{mpp} (V)	35,67	36,24	36,64	37,04	24,26	24,44	24,63	24,26	24,43	24,6
I_{cc} (A)	11,09	11,18	11,22	11,26	16,72	16,78	16,84	16,5	16,56	16,62
I_{mpp} (A)	10,52	10,63	10,66	10,69	15,87	15,96	16,05	15,67	15,76	15,86
αT(P_{mpp}) [%/K]	-0,345				-0,345					
αT(U_{co}) [%/K]	-0,273				-0,273					
αT(I_{cc}) [%/K]	0,044				0,044					
Courant inverse maximum (A)	20				30					

Caractéristiques dimensionnelles	
Dimensions hors-tout (mm)	1835 x 1042 x 35
Surface hors-tout (m²)	1,91
Masse (kg)	21,2
Masse spécifique (kg/m²)	11,1

Conditionnement	
nombre de modules maximum par emballage	32
nature de l'emballage	Palette bois + film transparent + carton
position des modules	Horizontale
nature des séparateurs	Inclus dans le design du cadre
Commentaire	Stocker à l'abri

Fabrication	
Site(s) de fabrication	Usine de Dinsheim sur Bruche (67190)
ISO 9001	ISO 9001:2015
classification sur le flash test systématique	- 3 % à + 3 %
mesure(s) par électroluminescence	2
inspection finale	Oui

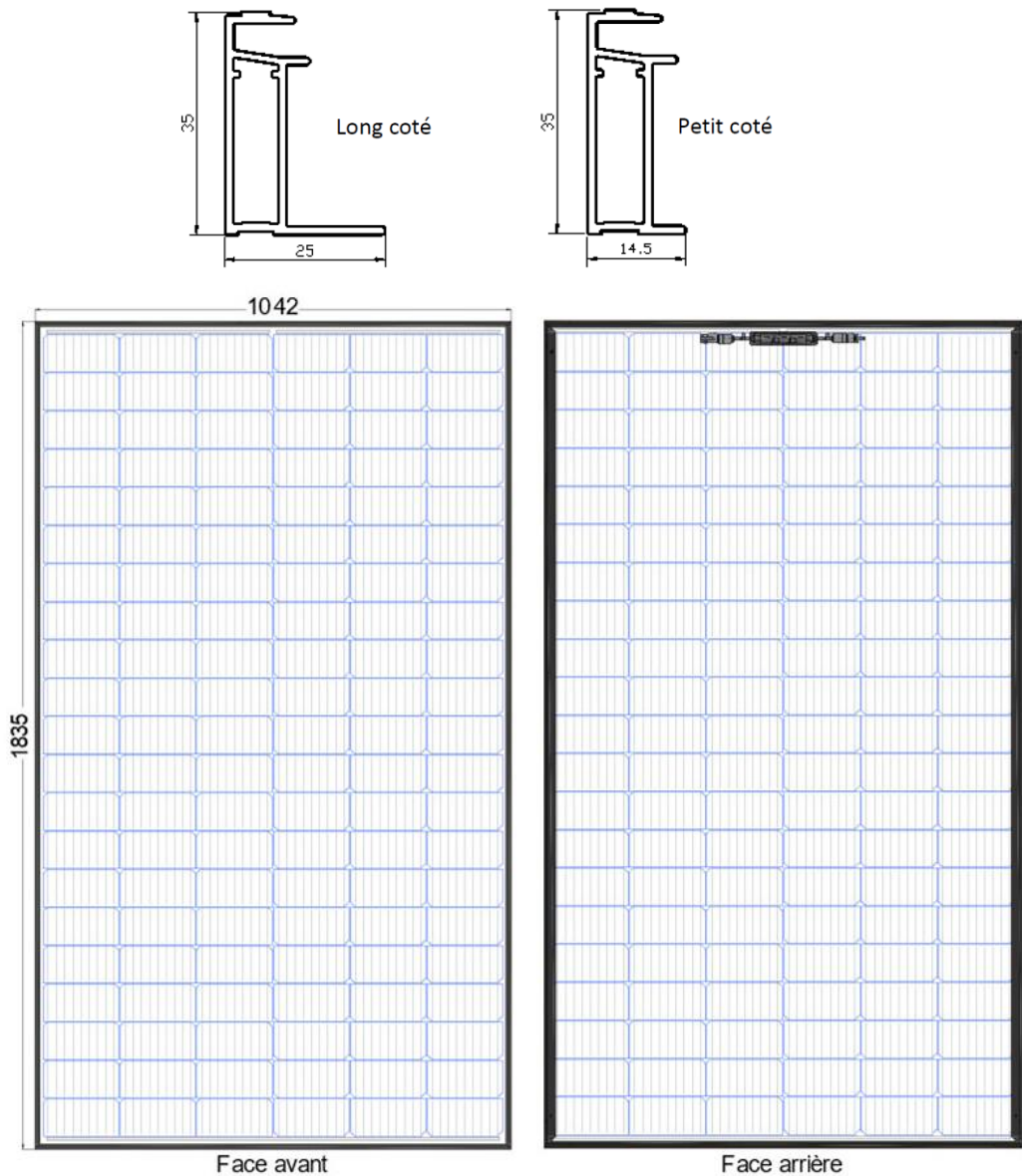
Déclaration Environnementale
Le procédé associé à cette gamme de module fait l'objet d'une Déclaration Environnementale (DE).

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

IKO SURFA 5 TOPSOLAR BITUME

Composants identifiables visuellement	
Nature et nombre de cellules	monocristallines au nombre de 126 demi-cellules
Boîtes de connexion	PVGZX 201 - GZX
Connecteurs	PV-KST4-EVO 2/xy_UR (male) PV-KBT4-EVO 2/xy_UR (female)

Caractéristiques mécaniques	
épaisseur du verre et tolérances	3,2 ±1mm
moments d'inertie des profilés du cadre	Long profilé (x,y) : 21180 mm4, 4000 mm4 Petit profilé : (x,y) 17150 mm4, 2100 mm4
nuance d'aluminium et état métallurgique	6063-T6
prise en feuillure du laminé	8 mm
Charge statique maximale face avant / face arrière (MQT16 selon IEC 61215-2)	3600 Pa / 3600 Pa



Partie 3 : REC - TP2M

REC SOLAR

REC TwinPeak 2 Mono Series

RECxxx TP2M							
P_{mpp} (W)	300	305	310	315	320	325	330
U_{co} (V)	38,3	38,8	39,1	39,6	40,0	40,3	40,8
U_{mpp} (V)	33,0	33,3	33,5	33,7	33,9	34,0	34,3
I_{cc} (A)	10,01	10,04	10,07	10,10	10,13	10,15	10,19
I_{mpp} (A)	9,11	9,17	9,26	9,36	9,45	9,56	9,62
αT(P_{mpp}) [%/K]	- 0,37						
αT(U_{co}) [%/K]	- 0,28						
αT(I_{cc}) [%/K]	+ 0,04						
Courant inverse maximum (A)	25						

Caractéristiques dimensionnelles	
Dimensions hors-tout (mm)	1 675 x 997 x 38
Surface hors-tout (m²)	1,67
Masse (kg)	18,5
Masse spécifique (kg/m²)	11,1

Conditionnement	
nombre de modules maximum par emballage	26
nature de l'emballage	Palette et carton filmé cerclé
position des modules	horizontale
nature des séparateurs	plastique
Commentaire	stockage sous abri

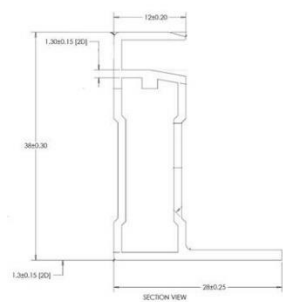
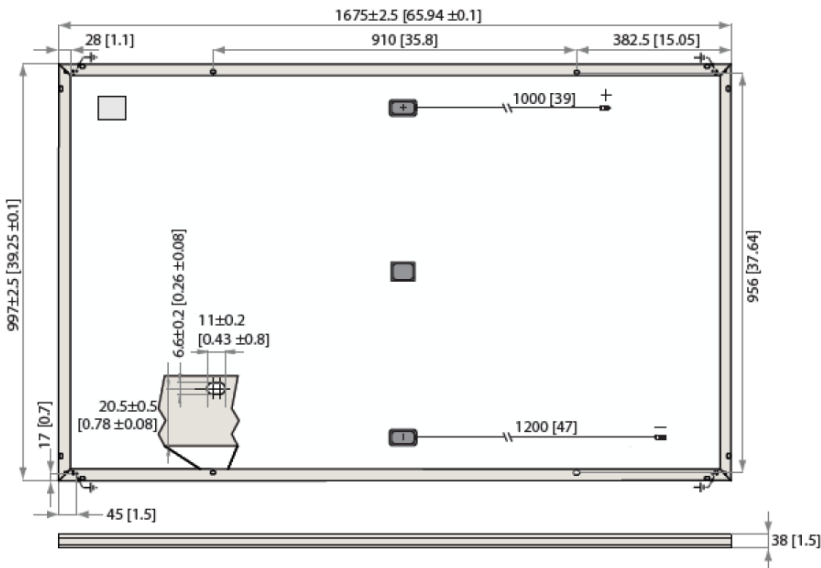
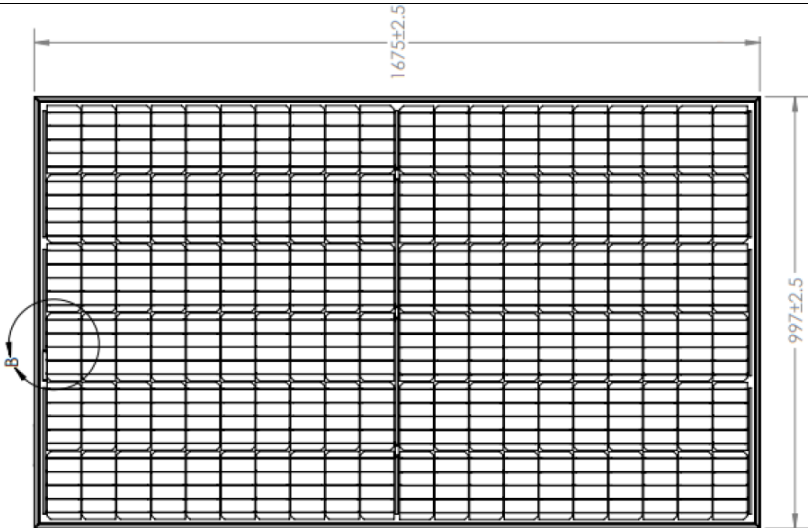
Fabrication	
Site(s) de fabrication	Singapour (Singapour)
ISO 9001	ISO 9001:2015
classification sur le flash test systématique	0 à + 5 Wc
mesure(s) par électroluminescence	2
inspection finale	Oui

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

IKO SURFA 5 TOPSOLAR BITUME

Composants identifiables visuellement	
Nature et nombre de cellules	monocristallines au nombre de 120 (2x10 lignes de 6 cellules))
Boîtes de connexion	JM17x de JMTHY
Connecteurs	MC4 PV-KBT4/PV-KST4 de Stäubli Electrical Connectors

Caractéristiques mécaniques	
épaisseur du verre et tolérances	3,2 ± 0,2 mm
moments d'inertie des profilés du cadre	Ix = 0,59 cm ⁴ Iy = 3,12 cm ⁴
nuance d'aluminium et état métallurgique	EN AW-6060 T66
prise en feuillure du laminé	comprise entre 4,3 et 4,8 mm
Charge statique maximale face avant / face arrière (MQT16 selon IEC 61215-2)	2400 Pa / 5400 Pa



Partie 4 : REC – REC TP4

REC SOLAR

REC TwinPeak 4 (Black) Series

RECxxx TP4

P_{mpp} (W)	360	365	370	375
U_{co} (V)	40,6	40,8	41,0	41,2
U_{mpp} (V)	33,9	34,3	34,7	35,0
I_{cc} (A)	11,26	11,32	11,38	11,45
I_{mpp} (A)	10,62	10,65	10,68	10,72
αT(P_{mpp}) [%/K]	-0,34			
αT(U_{co}) [%/K]	-0,26			
αT(I_{cc}) [%/K]	0,04			
Courant inverse maximum (A)	25			

Caractéristiques dimensionnelles

Dimensions hors-tout (mm)	1 755 x 1 040 x 30
Surface hors-tout (m²)	1,83
Masse (kg)	20,0
Masse spécifique (kg/m²)	10,9

Conditionnement

nombre de modules maximum par emballage	33
nature de l'emballage	Palette et carton filmé cerclé
position des modules	horizontale
nature des séparateurs	plastique
Commentaire	-

Fabrication

Site(s) de fabrication	Singapour (Singapour)
ISO 9001	ISO 9001:2015
classification sur le flash test systématique	0 à + 5 Wc
mesure(s) par électroluminescence	2
inspection finale	Oui

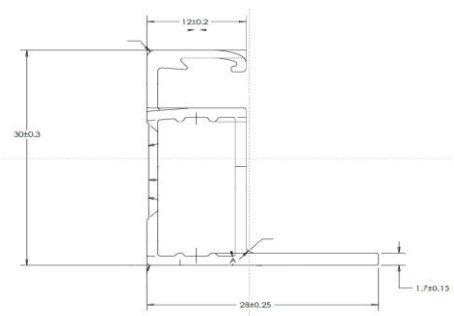
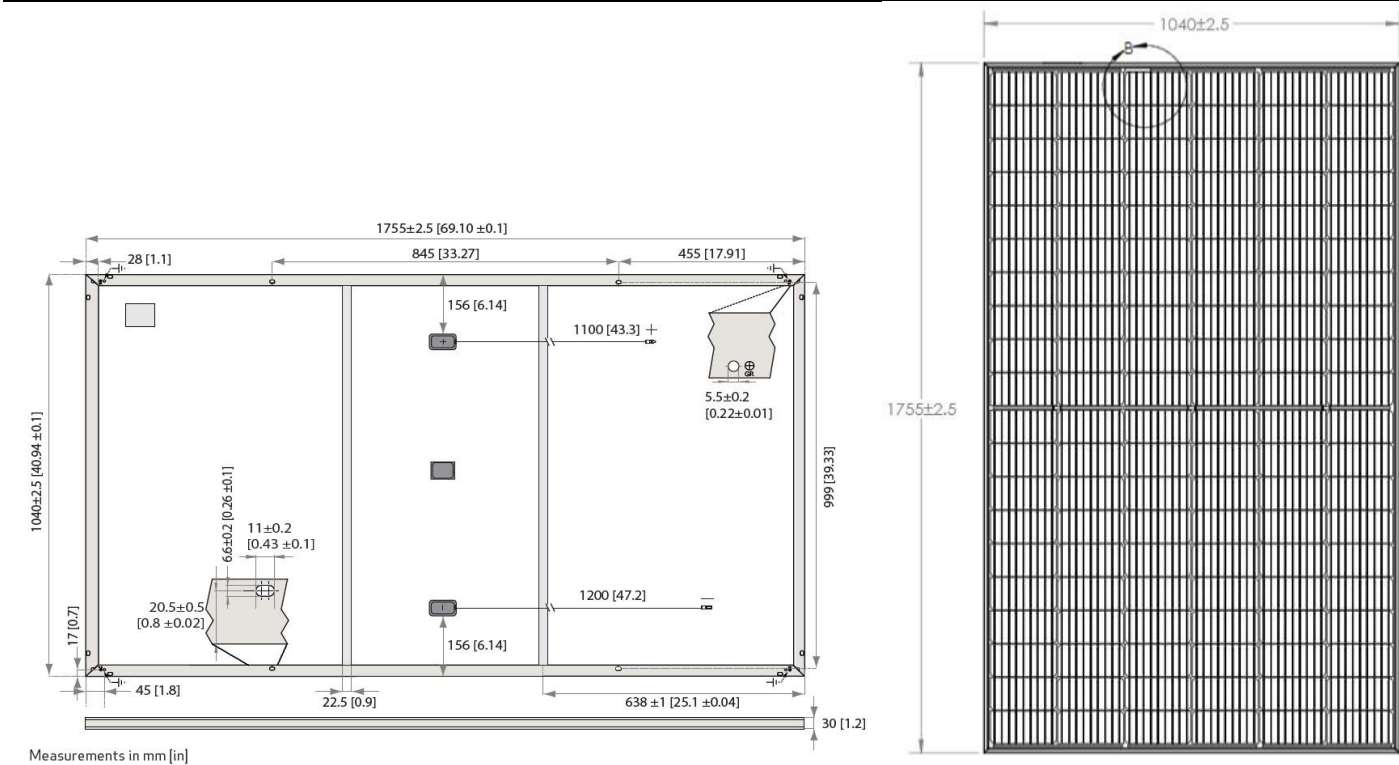
Déclaration Environnementale

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

IKO SURFA 5 TOPSOLAR BITUME

Composants identifiables visuellement	
Nature et nombre de cellules	monocristallines au nombre de 120 (6 colonnes de 20 demi-cellules)
Boîtes de connexion	JM17x de JMTHY
	TL-BOX060R de Jiangsu Tonglin Electric
Connecteurs	PV-KST4/xy-UR PV-KBT4/xy-UR de Stäubli Electrical Connectors

Caractéristiques mécaniques	
épaisseur du verre et tolérances	3,2 ± 0,2 mm
moments d'inertie des profilés du cadre	I _x = 1,81 cm ⁴ I _y = 0,48 cm ⁴ .
nuance d'aluminium et état métallurgique	EN AW-6060 T66
prise en feuillure du laminé	8 mm
Charge statique maximale face avant / face arrière (MQT16 selon IEC 61215-2)	4000 Pa / 7000 Pa



Partie 5 : REC – REC AA Pure

REC

REC Alpha Pure Serie

RECxxx AA Pure					
P_{mpp} (W)	390	395	400	405	410
U_{co} (V)	48,6	48,7	48,8	48,9	49
U_{mpp} (V)	41,5	41,8	42,1	42,4	42,7
I_{cc} (A)	10,22	10,25	10,28	10,3	10,35
I_{mpp} (A)	9,4	9,45	9,51	9,56	9,61
αT(P_{mpp}) [%/K]	-0,26				
αT(U_{co}) [%/K]	-0,24				
αT(I_{cc}) [%/K]	0,04				
Courant inverse maximum (A)	25				

Caractéristiques dimensionnelles	
Dimensions hors-tout (mm)	1821 x 1016 x 30
Surface hors-tout (m²)	1,85
Masse (kg)	20,5
Masse spécifique (kg/m²)	11,1

Conditionnement	
nombre de modules maximum par emballage	33
nature de l'emballage	Palette et carton filmé cerclé
position des modules	horizontale
nature des séparateurs	plastique
Commentaire	-

Fabrication	
Site(s) de fabrication	Singapour (Singapour)
ISO 9001	ISO 9001:2015
classification sur le flash test systématique	0 à + 5 Wc
mesure(s) par électroluminescence	3
inspection finale	Oui

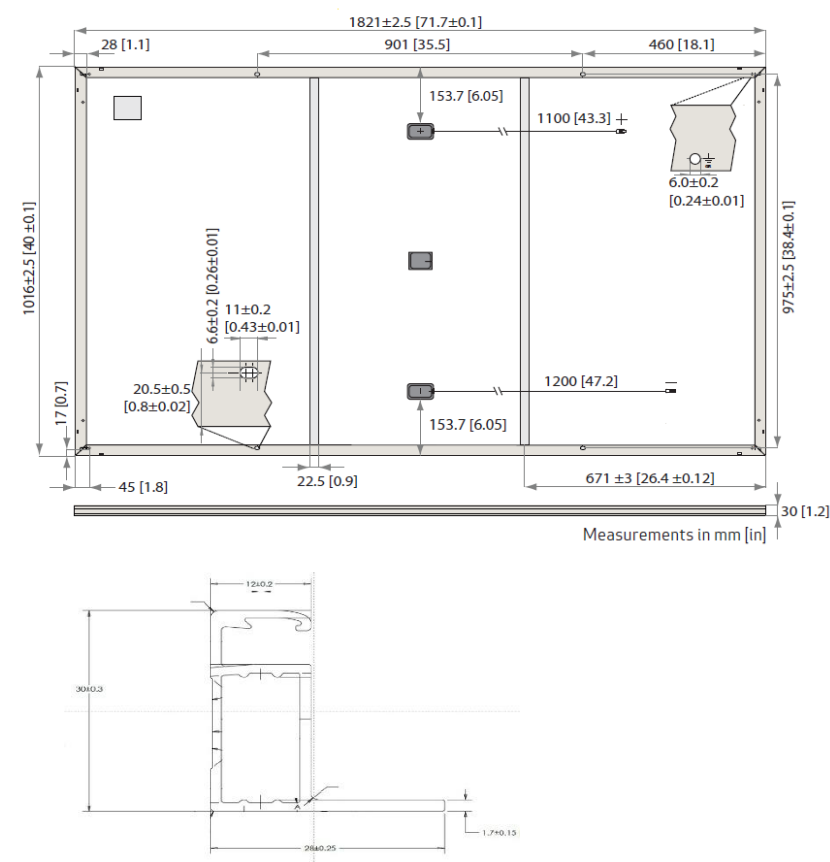
Déclaration Environnementale
Le procédé associé à cette gamme de module fait l'objet d'une Déclaration Environnementale (DE).

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

IKO SURFA 5 TOPSOLAR BITUME

Composants identifiables visuellement	
Nature et nombre de cellules	monocristallines au nombre de 132 (6 colonnes de 22 demi-cellules)
Boîtes de connexion	JM17x de JMTHY
	TL-BOX060R de Jiangsu Tonglin Electric
Connecteurs	PV-KST4/xy-UR PV-KBT4/xy-UR de Stäubli Electrical Connectors

Caractéristiques mécaniques	
épaisseur du verre et tolérances	3,2 ± 0,2 mm
moments d'inertie des profilés du cadre	I _x = 1,81 cm ⁴ I _y = 0,48 cm ⁴ .
nuance d'aluminium et état métallurgique	EN AW-6060 T66
prise en feuillure du laminé	8,5 mm
Charge statique maximale face avant / face arrière (MQT16 selon IEC 61215-2)	4000 Pa / 7000 Pa



Partie 6 : JA SOLAR - JAM60S09

JA SOLAR

JAM60S09 /PR

JAM60S09 /PR					
P_{mpp} (W)	310	315	320	325	330
U_{co} (V)	40,3	40,53	40,78	41,04	41,3
U_{mpp} (V)	32,6	32,89	33,17	33,44	33,75
I_{cc} (A)	10,04	10,11	10,18	10,52	10,32
I_{mpp} (A)	9,51	9,58	9,65	9,72	9,78
αT(P_{mpp}) [%/K]	- 0,37				
αT(U_{co}) [%/K]	- 0,30				
αT(I_{cc}) [%/K]	+ 0,060				
Courant inverse maximum (A)	20				

Caractéristiques dimensionnelles	
Dimensions hors-tout (mm)	1657 × 996 × 35
Surface hors-tout (m²)	1,65
Masse (kg)	18,4
Masse spécifique (kg/m²)	11,1

Conditionnement	
nombre de modules maximum par emballage	30
nature de l'emballage	Palette et carton
position des modules	Verticale
nature des séparateurs	carton
Commentaire	stockage sous abri

Fabrication	
Site(s) de fabrication	Shanghai (Chine)
ISO 9001	ISO 9001:2015
classification sur le flash test systématique	0 à + 5 Wc
mesure(s) par électroluminescence	2
inspection finale	Oui

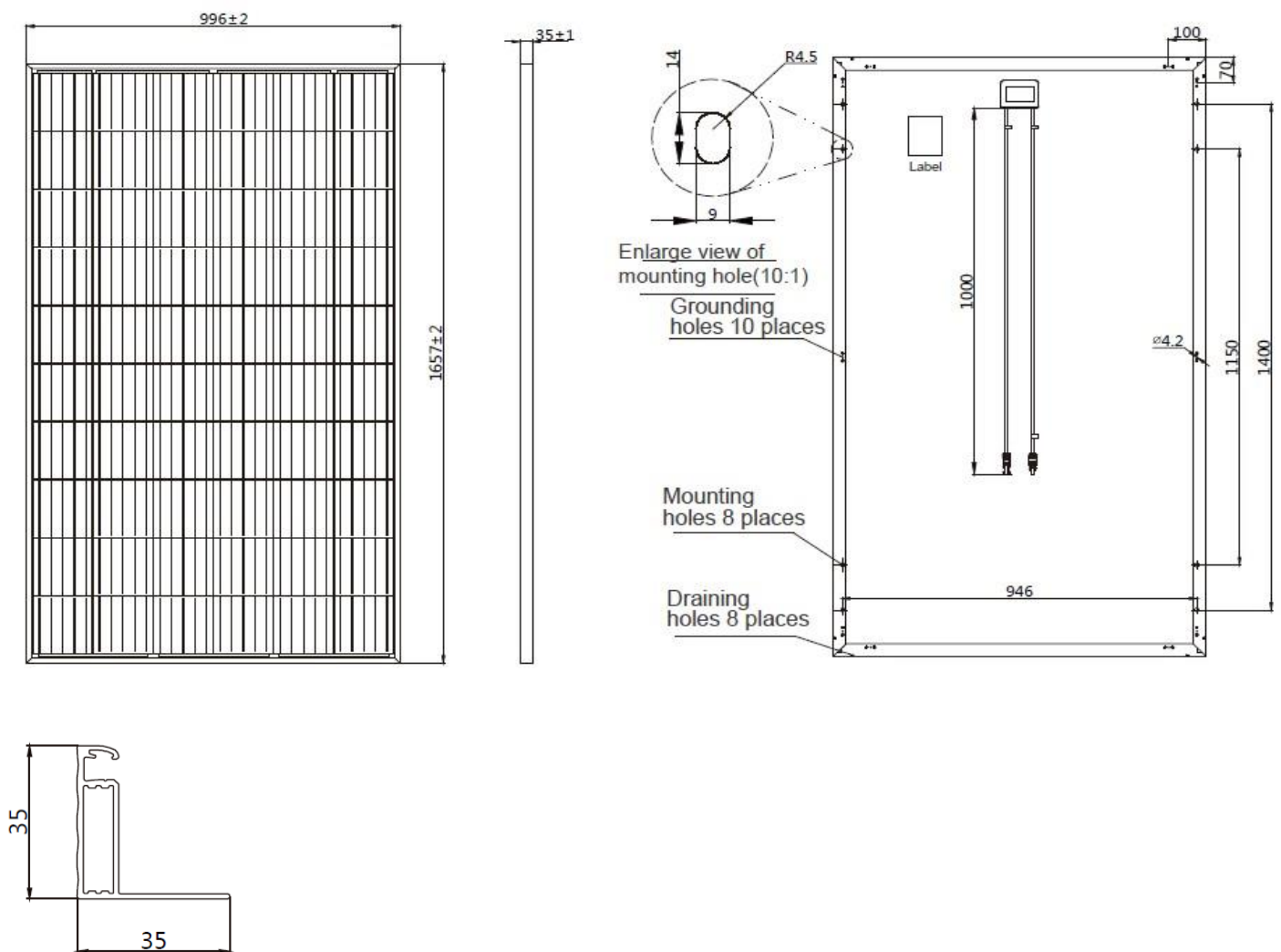
Déclaration Environnementale
Le procédé associé à cette gamme de module ne fait pas l'objet d'une Déclaration Environnementale (DE).

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

IKO SURFA 5 TOPSOLAR BITUME

Composants identifiables visuellement	
Nature et nombre de cellules	monocristallines au nombre de 60 (10 lignes x 6 colonnes)
Boîtes de connexion	PVJB-JA002 de JA Solar
Connecteurs	Prisma_MC4 PV-KBT4-UR et PV-KST4-UR de Staübli Electrical Connectors

Caractéristiques mécaniques	
épaisseur du verre et tolérances	3,2 ± 0,2 mm
moments d'inertie des profilés du cadre	I _x = 2,14 cm ⁴ I _y = 1,08 cm ⁴
nuance d'aluminium et état métallurgique	6005-T6
prise en feuillure du laminé	6,5 mm
Charge statique maximale face avant / face arrière (MQT16 selon IEC 61215-2)	2400 Pa / 5400 Pa



Partie 7 : JA SOLAR - JAM60S10

JA SOLAR

JAM60S10 /PR
JAM60S10 /MR

	JAM60S10 /PR					JAM60S10 /MR				
P_{mpp} (W)	320	325	330	335	340	330	335	340	345	350
U_{co} (V)	40,27	40,56	40,84	41,12	41,36	41,08	41,32	41,55	41,76	42,02
U_{mpp} (V)	33,62	33,87	34,13	34,36	34,63	34,24	34,48	34,73	34,99	35,25
I_{cc} (A)	10,16	10,23	10,30	10,38	10,46	10,30	10,38	10,46	10,54	10,62
I_{mpp} (A)	9,52	9,6	9,67	9,75	9,82	9,64	9,72	9,79	9,86	9,93
αT(P_{mpp}) [%/K]	-0,35					-0,35				
αT(U_{co}) [%/K]	-0,289					-0,272				
αT(I_{cc}) [%/K]	+0,051					+0,044				
Courant inverse maximum (A)	20					20				

Caractéristiques dimensionnelles	
Dimensions hors-tout (mm)	1689 × 996 × 35
Surface hors-tout (m²)	1,68
Masse (kg)	18,7
Masse spécifique (kg/m²)	11,13

Conditionnement	
nombre de modules maximum par emballage	30 pour le JAM60S10 /PR 31 pour le JAM60S10 /MR
nature de l'emballage	Palette et carton
position des modules	Verticale
nature des séparateurs	carton
Commentaire	stockage sous abri

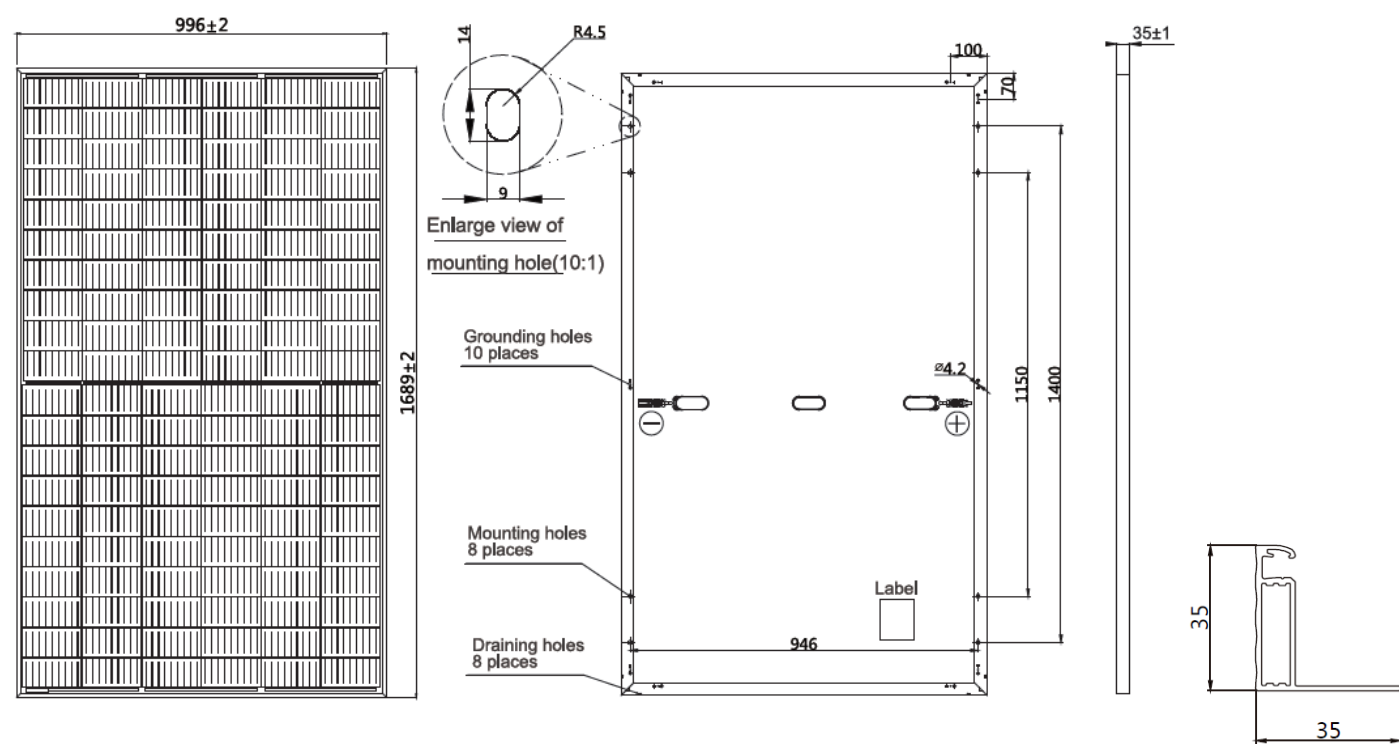
Fabrication	
Site(s) de fabrication	Shanghai (Chine)
ISO 9001	ISO 9001:2015
classification sur le flash test systématique	0 à + 5 Wc
mesure(s) par électroluminescence	2
inspection finale	Oui

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

IKO SURFA 5 TOPSOLAR BITUME

Composants identifiables visuellement	
Nature et nombre de cellules	monocristallines au nombre de 120 demi cellules (2x10 lignes de 6 cellules)
Boîtes de connexion	PVJB-JA002 de JA Solar
Connecteurs	QC4.10 de QC SOLAR

Caractéristiques mécaniques	
épaisseur du verre et tolérances	3,2 ± 0,2 mm
moments d'inertie des profilés du cadre	Ix = 2,14 cm4 Iy = 1,08 cm4
nuance d'aluminium et état métallurgique	6005-T6
prise en feuillure du laminé	6,5 mm
Charge statique maximale face avant / face arrière (MQT16 selon IEC 61215-2)	2400 Pa / 5400 Pa



Partie 8 : JA SOLAR – JAM54S30 /MR et JAM54S31 /MR

JA SOLAR

JAM54S30 /MR et JAM54S31 /MR

	JAM54S30 /MR						JAM54S31 /MR				
P_{mpp} (W)	390	395	400	405	410	415	385	390	395	400	405
U_{co} (V)	36,85	36,98	37,07	37,23	37,32	37,45	36,71	36,85	36,98	37,07	37,23
U_{mpp} (V)	30,64	30,84	31,01	31,21	31,45	31,61	30,46	30,64	30,84	31,01	31,21
I_{cc} (A)	13,61	13,70	13,79	13,87	13,95	14,02	13,52	13,61	13,70	13,79	13,87
I_{mpp} (A)	12,73	12,81	12,9	12,98	13,04	13,13	12,64	12,73	12,81	12,9	12,98
αT(P_{mpp}) [%/K]	-0,35										
αT(U_{co}) [%/K]	-0,275										
αT(I_{cc}) [%/K]	0,045										
Courant inverse maximum (A)	25A										

Caractéristiques dimensionnelles	
Dimensions hors-tout (mm)	1722 x 1134 x 30
Surface hors-tout (m²)	1,95
Masse (kg)	19,5
Masse spécifique (kg/m²)	9,99

Conditionnement	
nombre de modules maximum par emballage	36
nature de l'emballage	Palette et carton
position des modules	Verticale
nature des séparateurs	carton
Commentaire	stockage sous abri

Fabrication	
Site(s) de fabrication	Shanghai (Chine)
ISO 9001	ISO 9001:2015
classification sur le flash test systématique	0 à + 5 Wc
mesure(s) par électroluminescence	2
inspection finale	Oui

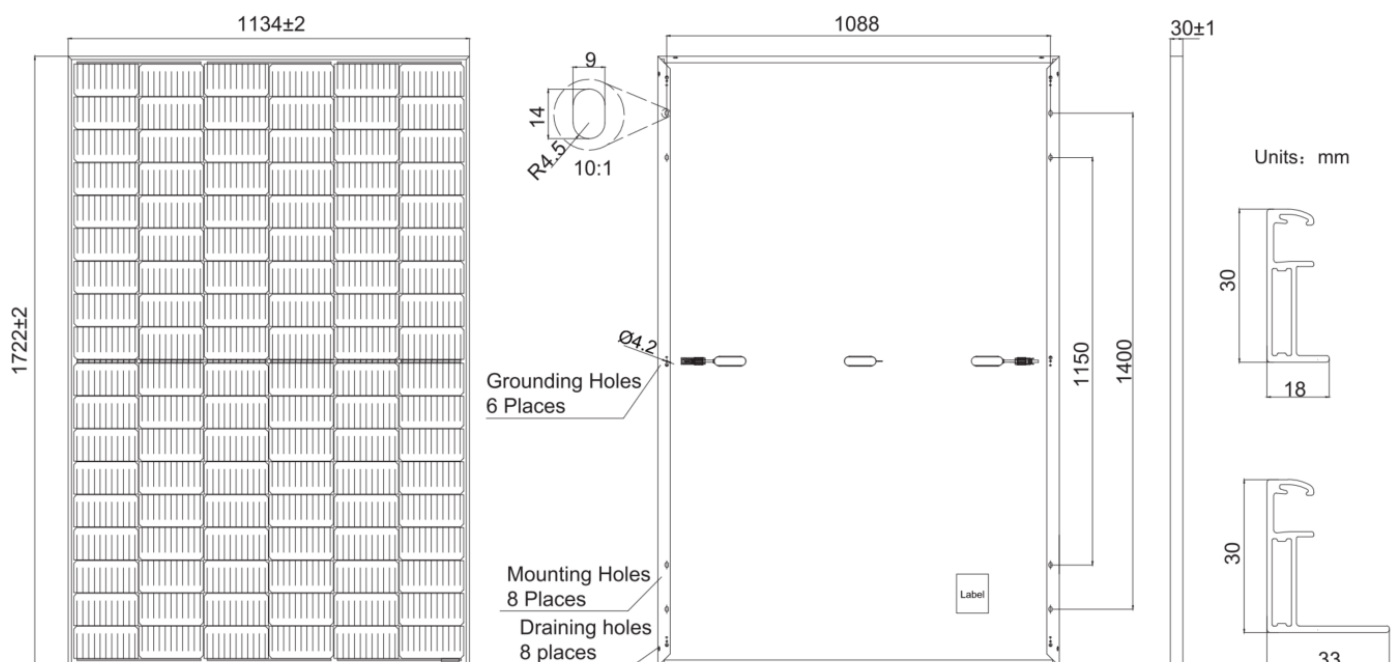
Déclaration Environnementale
Le procédé associé à cette gamme de module ne fait pas l'objet d'une Déclaration Environnementale (DE).

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

IKO SURFA 5 TOPSOLAR BITUME

Composants identifiables visuellement	
Nature et nombre de cellules	monocristallines au nombre de 108 demi cellules (18 lignes x 6 colonnes)
Boîtes de connexion	PVJB-JA004 et PVJB-JA004L de JA Solar
Connecteurs	QC4.10 de QC SOLAR

Caractéristiques mécaniques	
épaisseur du verre et tolérances	2,8 ± 0,2 mm
moments d'inertie des profilés du cadre	Long côté : Ix = 1,69 cm ⁴ Iy = 1,15 cm ⁴ Petit côté : Ix = 1,34 cm ⁴ Iy = 0,46 cm ⁴
nuance d'aluminium et état métallurgique	6005T6
prise en feuillure du laminé	4,2 mm
Charge statique maximale face avant / face arrière (MQT16 selon IEC 61215-2)	2400 Pa / 5400 Pa



Partie 9 : SYSTOVI – PS73 et PS75

SYSTOVI

PS73 N07
PS75 N17

PS73 N07							
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						

PS75 N17							
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	
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	
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	-

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

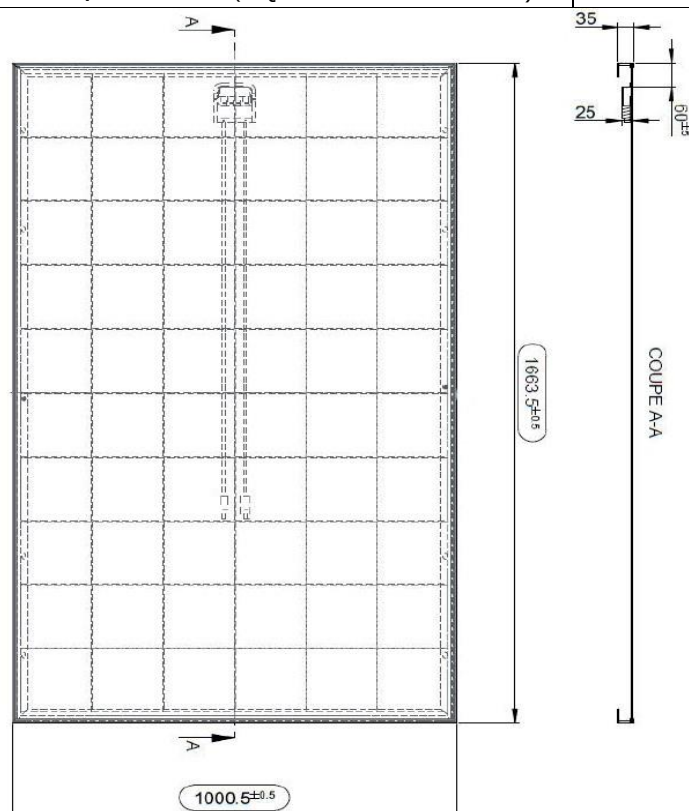
IKO SURFA 5 TOPSOLAR BITUME

Fabrication des modules	
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

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

Composants identifiables visuellement	
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	
épaisseur du verre et tolérances	$3,2 \pm 0,2$ mm
moments d'inertie des profilés du cadre	$I_x = 2,23 \text{ cm}^4$ $I_y = 1,22 \text{ cm}^4$
nuance d'aluminium et état métallurgique	EN AW-6063 T5 anodisé noir
prise en feuillure du laminé	8,75 mm
Charge statique maximale face avant / face arrière (MQT16 selon IEC 61215-2)	2400 Pa / 5400 Pa



Partie 10 : TRINA SOLAR – Vertex S

TRINA SOLAR

TSM - DE09.08 (Black frame)

TSM - 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	
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	
nombre de modules maximum par emballage	36
nature de l'emballage	carton
position des modules	horizontale
nature des séparateurs	carton
Commentaire	-

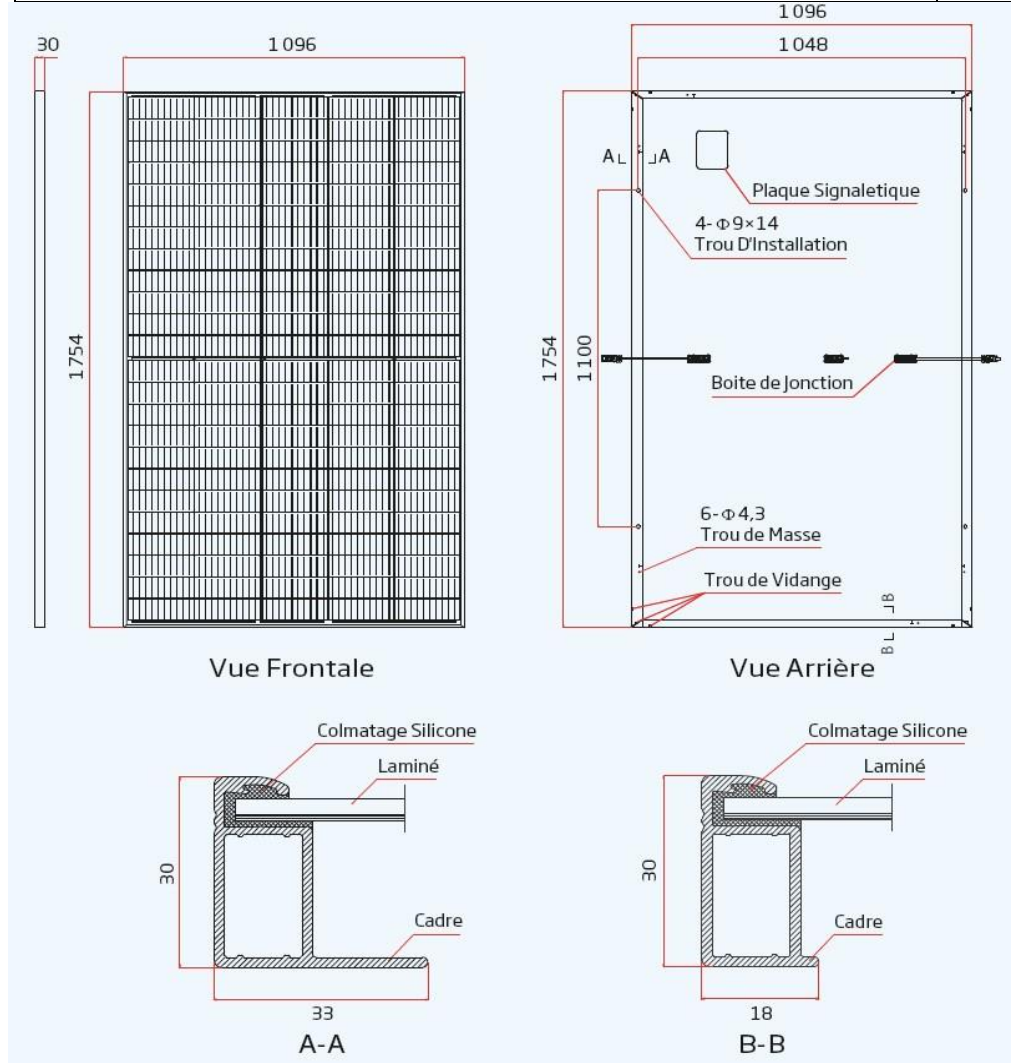
Fabrication	
Site(s) de fabrication	Trina Solar Yiwu technology CO., Ltd. No. 801, Longqi Road, Suxi Town Yiwu City, Zhejiang Province, P. R. China Post code 322009
ISO 9001	ISO 9001 Certificate [2021-2024] Changzhou
classification sur le flash test systématique	0 à +5 Wc
mesure(s) par électroluminescence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

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

IKO SURFA 5 TOPSOLAR BITUME

Composants identifiables visuellement	
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

Caractéristiques mécaniques	
épaisseur du verre et tolérances	3,2mm +/-0,2 mm
moments d'inertie des profilés du cadre	Long côté : - Ix = 2,08 cm ⁴ - Iy = 1,63 cm ⁴ Petit côté : - Ix = 1,30 cm ⁴ - Iy = 0,49 cm ⁴
nuance d'aluminium et état métallurgique	EN AW-6005 T6 anodisé
prise en feuillure du laminé	8,5 mm
Charge statique maximale face avant / face arrière (MQT16 selon IEC 61215-2)	4000 Pa / 6000 Pa



TRINA SOLAR	VERTEX S TSM-DE09R.05W VERTEX S TSM-DE09R.08W
-------------	--

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

IKO SURFA 5 TOPSOLAR BITUME

	VERTEX S TSM-DE09R.05W					VERTEX S TSM-DE09R.08W				
P_{mpp} (W)	405	410	415	420	425	415	420	425	430	435
U_{co} (V)	49,7	49,8	50	50,1	50,2	49,4	49,7	49,9	50,3	50,6
U_{mpp} (V)	41,3	41,5	41,7	42	42,2	41	41,3	41,5	41,8	42
I_{cc} (A)	10,5	10,53	10,55	10,58	10,61	10,64	10,69	10,74	10,81	10,86
I_{mpp} (A)	9,82	9,87	9,94	10,01	10,08	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
Masse (kg)	21,8
Masse spécifique (kg/m²)	10,91

Conditionnement des modules photovoltaïques	
nombre de modules maximum par emballage	36
nature de l'emballage	carton
position des modules	horizontale
nature des séparateurs	carton
Commentaire	-

Fabrication	
Site(s) de fabrication	Trina Solar Yiwu technology CO., Ltd. Yiwu City, Zhejiang Province, P. R. China
ISO 9001	ISO 9001:2015
classification sur le flash test systématique	Wc
mesure(s) par électroluminescence	Simple
inspection finale	Oui

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

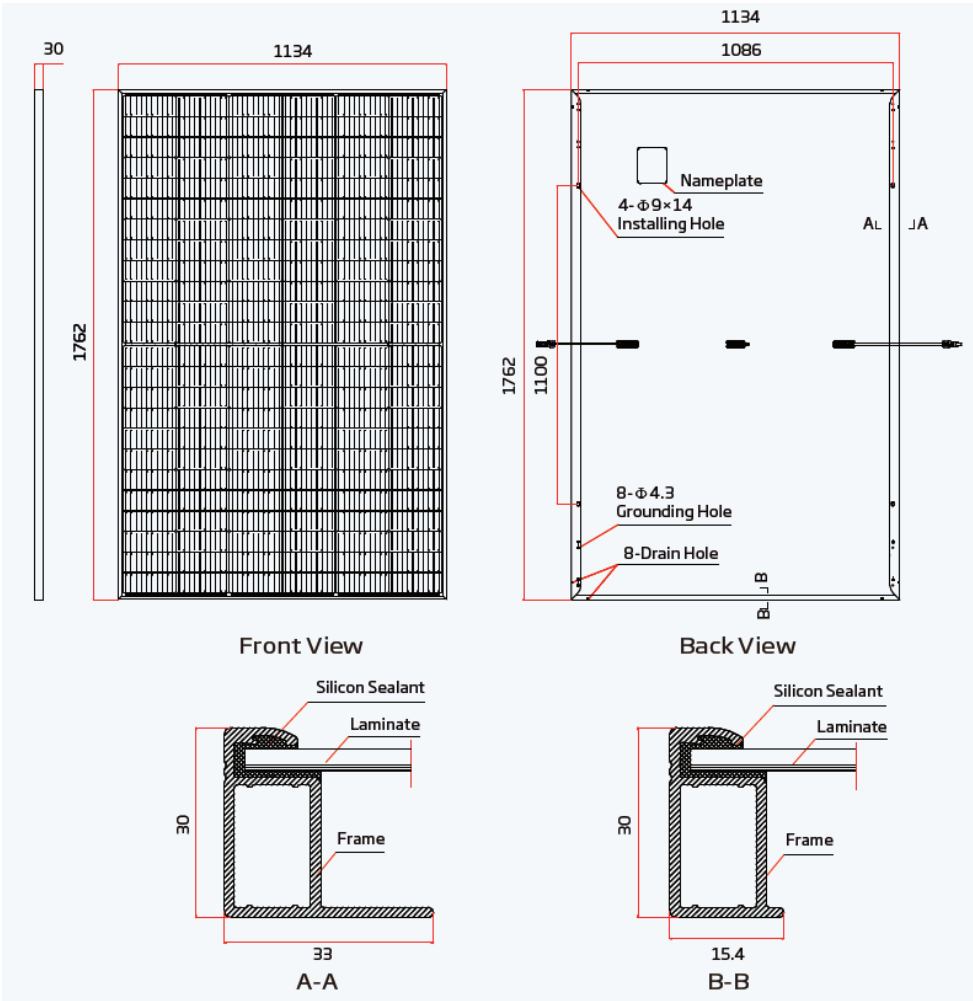
Composants identifiables visuellement

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

IKO SURFA 5 TOPSOLAR BITUME

Nature et nombre de cellules	monocristalline au nombre de 144 cellules (24 lignes x 6 colonnes)
Boîtes de connexion	Trina Solar TS 306x
Connecteurs	TS4 , Trina Solar Co., Ltd

Caractéristiques mécaniques	
épaisseur du verre et tolérances	3,2mm +/-0,2 mm
moments d'inertie des profilés du cadre	Long côté : - Ix = 1,65 cm ⁴ - Iy = 1,03 cm ⁴ Petit côté : - Ix = 1,25 cm ⁴ - Iy = 0,33 cm ⁴
nuance d'aluminium et état métallurgique	EN AW-6005 T6
prise en feuillure du laminé	7 mm
Charge statique maximale face avant / face arrière (MQT16 selon IEC 61215-2)	4000 Pa / 6000 Pa



Partie 11 : DMEGC – DMxxxM6-60

DMEGC

DM3xxxM6-60HBB -V
DMxxxM6-60HBW /-V
DMxxxM6-60HSW /-V

	DMxxxM6-60HBB-V				DMxxxM6-60HBW/-V				DMxxxM6-60HSW /-V			
P_{mpp} (W)	365	370	375	380	370	375	380	385	370	375	380	385
U_{co} (V)	41,57	41,72	41,89	42,06	41,72	41,89	42,06	42,23	41,72	41,89	42,06	42,23
U_{mpp} (V)	33,82	33,95	34,10	34,24	33,95	34,10	34,24	34,38	33,95	34,10	34,24	34,38
I_{cc} (A)	11,22	11,32	11,01	11,52	11,32	11,43	11,52	11,61	11,32	11,43	11,52	11,61
I_{mpp} (A)	10,80	10,91	11,01	11,11	10,91	11,01	11,11	11,21	10,91	11,01	11,11	11,21
αT (P_{mpp}) [%/K]	-0,328											
αT (U_{co}) [%/K]	-0,256											
αT (I_{cc}) [%/K]	+0.0487											
Courant inverse maximum (A)	20											

Caractéristiques dimensionnelles	
Dimensions hors tout (mm)	1755 x 1038 x 35
Surface hors-tout (m²)	1,82
Masse (kg)	21
Masse spécifique (kg/m²)	11,5

Conditionnement des modules photovoltaïques	
nombre de modules maximum par emballage	31
nature de l'emballage	Carton + palette
position des modules	verticale
nature des séparateurs	carton
Commentaire	Stockage sous abri

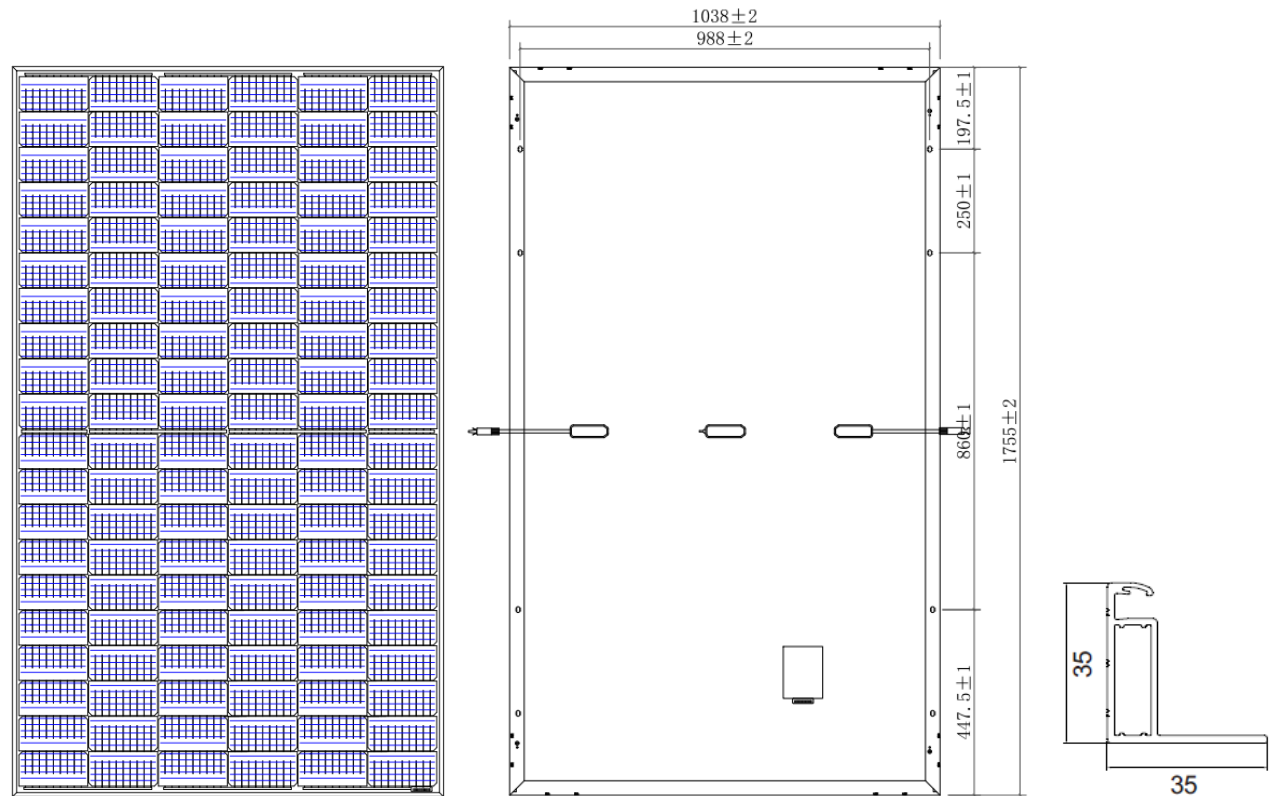
Fabrication	
Site(s) de fabrication	Zone industrielle de Hengdian, ville de Dongyang, province du Zhejiang Chine
ISO 9001	ISO 9001:2015
classification sur le flash test systématique	0 à + 5 Wc
mesure(s) par électroluminescence	100% des laminés avant cadrage
inspection finale	Oui

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

IKO SURFA 5 TOPSOLAR BITUME

Composants identifiables visuellement	
Nature et nombre de cellules	monocristalline au nombre de 120 cellules (20 lignes x 6 colonnes)
Boîtes de connexion	PV-ZH011C-3L ou PV-ZH011C-2 ou PV-ZH011C-5 de Zhonghuan Sunter
Connecteurs	PV-KST4-EVO 2 de Stäubli Electrical Connectors PV-ZH202B de Zhonghuan Sunter

Caractéristiques mécaniques	
épaisseur du verre et tolérances	3,2mm +/-0,2 mm
moments d'inertie des profilés du cadre	Ixx = 2,25 cm4 Iyy = 1,23 cm4
nuance d'aluminium et état métallurgique	6005-T6
prise en feuillure du laminé	6 mm
Charge statique maximale face avant / face arrière (MQT16 selon IEC 61215-2)	2400 Pa / 5400 Pa



Partie 12 : DMEGC – DMxxxM10-54

DMEGC

DMxxxM10-54HBB /-V
DMxxxM10-54HSW/HBW /-V

	DMxxxM10-54HBB DMxxxM10-54HBB-V				DMxxxM10-54HSW/HBW DMxxxM10-54HSW/HBW-V			
P_{mpp} (W)	395	400	405	410	400	405	410	415
U_{co} (V)	36,97	37,09	37,21	37,33	37,09	37,21	37,33	37,45
U_{mpp} (V)	30,56	30,73	30,91	31,09	30,73	30,91	31,09	31,27
I_{cc} (A)	13,81	13,90	13,98	14,06	13,90	13,98	14,06	14,13
I_{mpp} (A)	12,94	13,03	13,11	13,20	13,03	13,11	13,20	13,29
αT (P_{mpp}) [%/K]	-0,33							
αT (U_{co}) [%/K]	-0.246							
αT (I_{cc}) [%/K]	0,0448							
Courant inverse maximum (A)	25							

Caractéristiques dimensionnelles	
Dimensions hors tout (mm)	1708 x 1134 x 30
Surface hors-tout (m²)	1,94
Masse (kg)	19,5
Masse spécifique (kg/m²)	10,3

Conditionnement des modules photovoltaïques	
nombre de modules maximum par emballage	36
nature de l'emballage	Carton + palette
position des modules	verticale
nature des séparateurs	carton
Commentaire	Stockage sous abri

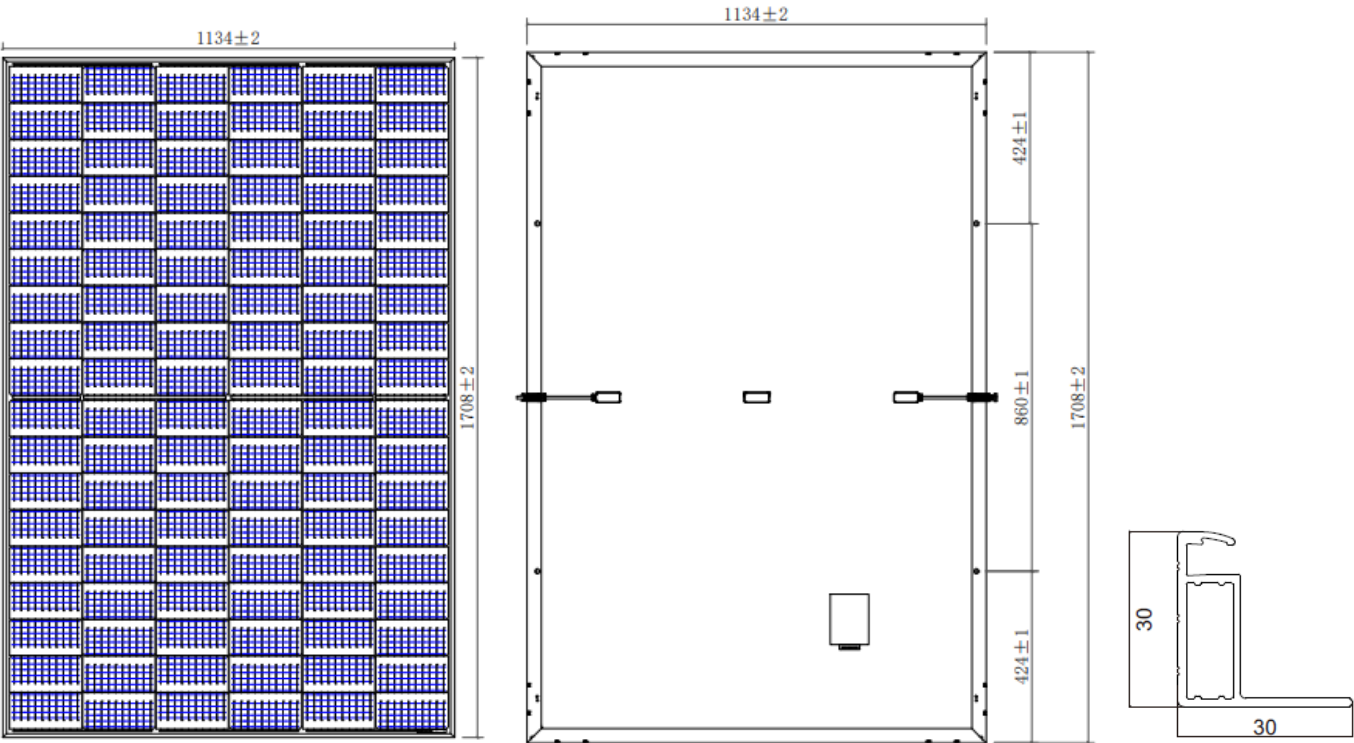
Fabrication	
Site(s) de fabrication	Zone industrielle de Hengdian, ville de Dongyang, province du Zhejiang Chine
ISO 9001	ISO 9001:2015
classification sur le flash test systématique	
mesure(s) par électroluminescence	100% des laminés avant cadrage
inspection finale	Oui

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

IKO SURFA 5 TOPSOLAR BITUME

Composants identifiables visuellement	
Nature et nombre de cellules	monocristalline au nombre de 108 cellules (18 lignes x 6 colonnes)
Boîtes de connexion	PV-ZH011C-3L ou PV-ZH011C-2 ou PV-ZH011C-5 de Zhonghuan Sunter
Connecteurs	PV-KBT4-EVO 2 de Stäubli Electrical Connectors PV-ZH202B de Zhonghuan Sunter

Caractéristiques mécaniques	
épaisseur du verre et tolérances	2,8 mm +/-0,2 mm
moments d'inertie des profilés du cadre	Ix = 1,54 cm4 Iy = 0,91 cm4
nuance d'aluminium et état métallurgique	6005-T6
prise en feuillure du laminé	6mm
Charge statique maximale face avant / face arrière (MQT16 selon IEC 61215-2)	2400 Pa / 5400 Pa



Partie 13 : JINKO SOLAR – JKM M-60HL4 et JKM N-60HL4

JINKO SOLAR

JKMxxxM-60HL4/-V
JKMxxxN-60HL4 -V

JKMxxxM-60HL4 JKMxxxM-60HL4 -V					
P_{mpp} (W)	440	445	450	455	460
U_{co} (V)	41,02	41,10	41,18	41,33	41,48
U_{mpp} (V)	33,72	33,82	33,91	34,06	34,20
I_{cc} (A)	13,73	13,79	13,85	13,93	14,01
I_{mpp} (A)	13,05	13,16	13,27	13,36	13,45
αT (P_{mpp}) [%/K]	-0,35				
αT (U_{co}) [%/K]	-0,28				
αT (I_{cc}) [%/K]	0,048				
Courant inverse maximum (A)	25				

JKMxxxN-60HL4 -V					
P_{mpp} (W)	460	465	470	475	480
U_{co} (V)	42,05	42,22	42,38	42,54	42,71
U_{mpp} (V)	34,72	34,89	35,05	35,21	35,38
I_{cc} (A)	13,99	14,07	14,15	14,23	14,31
I_{mpp} (A)	13,25	13,33	13,41	13,49	13,57
αT (P_{mpp}) [%/K]	-0,30				
αT (U_{co}) [%/K]	-0,25				
αT (I_{cc}) [%/K]	0,046				
Courant inverse maximum (A)	25				

Caractéristiques dimensionnelles	
Dimensions hors tout (mm)	1903 × 1134 × 30
Surface hors-tout (m²)	2,16
Masse (kg)	24,2
Masse spécifique (kg/m²)	11,2

Conditionnement des modules photovoltaïques	
nombre de modules maximum par emballage	36
nature de l'emballage	Bois et Carton
position des modules	Verticale
nature des séparateurs	Carton
Commentaire	-

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

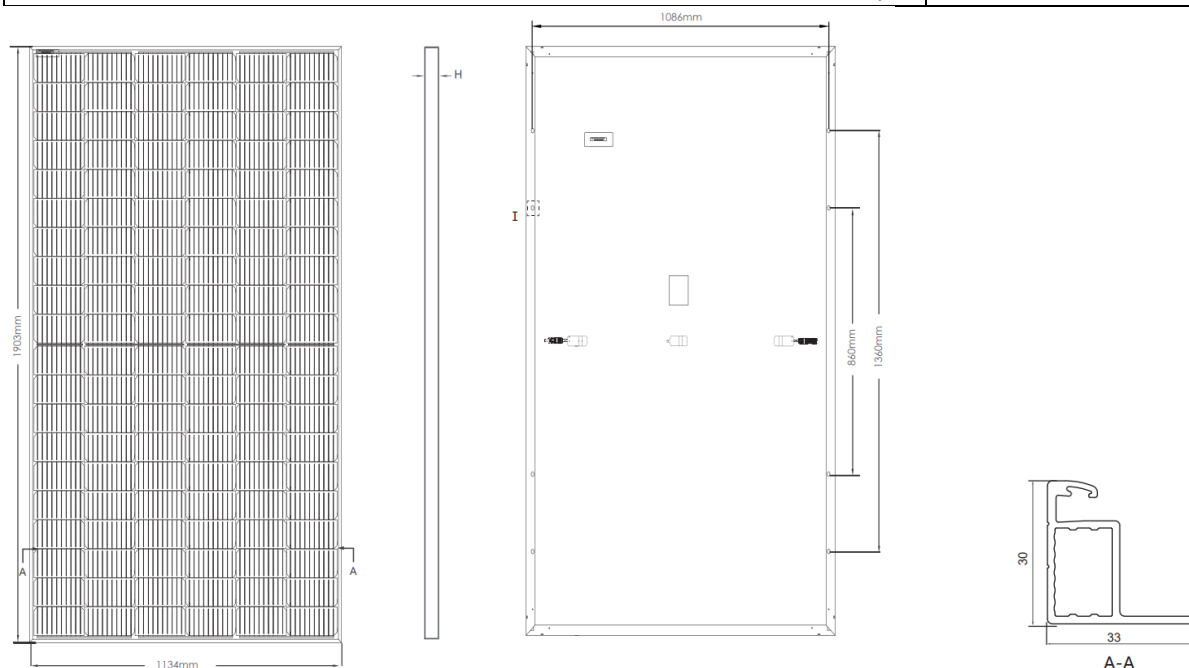
IKO SURFA 5 TOPSOLAR BITUME

Fabrication	
Site(s) de fabrication	Zhejiang (Chine), Anhui (Chine) Jiangxi (Chine)
ISO 9001	ISO 9001:2015
classification sur le flash test systématique	0 /+3%
mesure(s) par électroluminescence	2
inspection finale	Oui

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

Composants identifiables visuellement	
Nature et nombre de cellules	monocristalline au nombre de 120 cellules (20 lignes x 6 colonnes)
Boîtes de connexion	JK09ESxy de Jinko PVM Company
Connecteurs	PV-JK03Mxy de Jinko PVM Company

Caractéristiques mécaniques	
épaisseur du verre et tolérances	3,2mm +/-0,2 mm
moments d'inertie des profilés du cadre	I _x = 1,61 cm ⁴ I _y = 1,06 cm ⁴
nuance d'aluminium et état métallurgique	6063-T5/6005-T5/6063-T66
prise en feuillure du laminé	7,5 mm
Charge statique maximale face avant / face arrière (MQT16 selon IEC 61215-2)	2400 Pa / 5400 Pa



Partie 14 : LONGI – LR5-54HIH

LONGI

LR5-54HIH-XXXM

LR5-54HIH-XXXM					
P_{mpp} (W)	400	405	410	415	420
U_{co} (V)	36,75	37,00	37,25	37,50	37,75
U_{mpp} (V)	30,75	31,00	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)	33,75				

Caractéristiques dimensionnelles	
Dimensions hors tout (mm)	1722 × 1134 × 30
Surface hors-tout (m²)	1,95
Masse (kg)	20,8
Masse spécifique (kg/m²)	10,7

Conditionnement des modules photovoltaïques	
nombre de modules maximum par emballage	36
nature de l'emballage	Carton + film plastique
position des modules	verticale
nature des séparateurs	Coins carton
Commentaire	-

Fabrication	
Site(s) de fabrication	Xi'an, Chuzhou, Jiangsu and Taizhou (Chine)
ISO 9001	ISO 9001:2015
classification sur le flash test systématique	0 à + 5 Wc
mesure(s) par électroluminescence	Oui
inspection finale	Oui

Déclaration Environnementale
Le procédé 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

IKO SURFA 5 TOPSOLAR BITUME

Composants identifiables visuellement	
Nature et nombre de cellules	monocristalline au nombre de 108 cellules (18 lignes x 6 colonnes)
Boîtes de connexion	PV-LR0XY de LONGi
Connecteurs	PV-LR5 de LONGi

Caractéristiques mécaniques	
épaisseur du verre et tolérances	3,2 ± 0,3 mm
moments d'inertie des profilés du cadre	- Ix = 1,62 cm ⁴ - Iy = 0,84 cm ⁴ .
nuance d'aluminium et état métallurgique	EN AW-6005 T6
prise en feuillure du laminé	8.0mm ±0.3mm
Charge statique maximale face avant / face arrière (MQT16 selon IEC 61215-2)	2400 Pa / 5400 Pa

