

Valide du 05 Mai 2021

au 31 Mai 2024

Sur le procédé

SOPRASOLAR FIX EVO – TAN

SOPRASOLAR FIX EVO TILT - TAN

Titulaire : Société Soprasolar SAS
Internet : www.soprasolar.com

Descripteur :

Procédé photovoltaïque avec gammes de modules en cours de validité dans la grille téléchargeable sur le site de la CCFAT à la page de la [fiche détaillée de l'Avis Technique 21/21-75_V1](#).

Le procédé SOPRASOLAR FIX EVO – TAN, SOPRASOLAR FIX EVO TILT – TAN est un dispositif permettant la surimposition, en toitures isolées-étanchées, de modules photovoltaïques rigides, fixés sur leurs grands côtés et posés à plat (FIX EVO) ou inclinés (FIX EVO TILT) par rapport au plan de la toiture (pente maximale 10° pour la structure support des modules photovoltaïques) sur un ensemble de plots en polymère PA6 GF30, éventuellement équipés d'un système de rehausses en aluminium (pour système FIX EVO TILT), liaisonnés à un revêtement d'étanchéité bicouche en bitume SBS fixé mécaniquement de la société SOPREMA, sans avoir à perforer ce dernier afin de réaliser des installations productrices d'électricité renouvelable solaire.

Le procédé intègre :

- un élément porteur en Tôles d'Acier Nervurées SOPRASTYL 46, 56, 74, 74P,
- un système assurant l'isolation (EFIGREEN ACIER et ROCKACIER C NU) et l'étanchéité (membrane bitumineuse SOPREMA) de la toiture-terrasse,
- un système de montage spécifique soudé sur la membrane d'étanchéité,
- des modules photovoltaïques cadrés dont les références et les puissances sont indiquées dans la grille de vérification des modules en cours de validité, téléchargeable sur le site de la CCFAT à la page de la [fiche détaillée de l'Avis Technique 21/21-75_V1](#).

Groupe Spécialisé n° 21 - Procédés photovoltaïques

Famille de produit/Procédé : Module photovoltaïque rigide fixé au-dessus du revêtement d'étanchéité en pose surimposée

AVANT-PROPOS

Les avis techniques et les documents techniques d'application, désignés ci-après indifféremment par Avis Techniques, sont destinés à mettre à disposition des acteurs de la construction **des éléments d'appréciation sur l'aptitude à l'emploi des produits ou procédés** dont la constitution ou l'emploi ne relève pas des savoir-faire et pratiques traditionnels.

Le présent document qui en résulte doit être pris comme tel et n'est donc **pas un document de conformité ou à la réglementation ou à un référentiel d'une « marque de qualité »**. Sa validité est décidée indépendamment de celle des pièces justificatives du dossier technique (en particulier les éventuelles attestations réglementaires).

L'Avis Technique est une démarche volontaire du demandeur, qui ne change en rien la répartition des responsabilités des acteurs de la construction. Indépendamment de l'existence ou non de cet Avis Technique, pour chaque ouvrage, les acteurs doivent fournir ou demander, en fonction de leurs rôles, les justificatifs requis.

L'Avis Technique s'adressant à des acteurs réputés connaître les règles de l'art, il n'a pas vocation à contenir d'autres informations que celles relevant du caractère non traditionnel de la technique. Ainsi, pour les aspects du procédé conformes à des règles de l'art reconnues de mise en œuvre ou de dimensionnement, un renvoi à ces règles suffit.

Versions du document

Version	Description	Rapporteur	Président
V1	Nouvel Avis Technique	David LE BELLAC 	Franc RAFFALLI 

Table des matières

1.	Avis du Groupe Spécialisé	5
1.1.	Définition succincte	5
1.1.1.	Description succincte	5
1.1.2.	Identification	5
1.2.	AVIS.....	5
1.2.1.	Domaine d'emploi accepté.....	5
1.2.2.	Appréciation sur le procédé	5
1.2.3.	Prescriptions Techniques	8
1.3.	Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé	10
2.	Dossier Technique.....	11
2.1.	Données commerciales	11
2.1.1.	Coordonnées	11
2.2.	Description.....	11
2.3.	Domaine d'emploi	11
2.4.	Éléments constitutifs	13
2.4.1.	Généralités.....	13
2.4.2.	Modules photovoltaïques	13
2.4.3.	Système de montage	14
2.5.	Autres éléments.....	15
2.5.1.	Élément porteur	15
2.5.2.	Pare vapeur.....	16
2.5.3.	Panneaux isolants	16
2.5.4.	Revêtement d'étanchéité.....	16
2.5.5.	Câbles et connecteurs de liaison équipotentielle des masses	17
2.5.6.	Chemin de câbles	17
2.5.7.	Crosse de passage de câble (cf. Figure 17)	17
2.5.8.	Terragrif.....	18
2.6.	Conditionnement, étiquetage, stockage	18
2.6.1.	Modules photovoltaïques	18
2.6.2.	Ensemble "système d'intégration"	18
2.6.3.	Autres constituants du procédé	18
2.7.	Caractéristiques dimensionnelles.....	19
2.8.	Caractéristiques électriques.....	19
2.8.1.	Conformité à la norme NF EN 61215.....	19
2.8.2.	Sécurité électrique.....	19
2.8.3.	Performances électriques	19
2.9.	Fabrication et contrôles.....	19
2.9.1.	Modules photovoltaïques	19
2.9.2.	Composants de la structure support du module photovoltaïque	20
2.9.3.	Éléments porteurs	20
2.9.4.	Isolants.....	20
2.9.5.	Feuilles bitumineuses (pare vapeur et revêtement d'étanchéité).....	20
2.10.	Mise en œuvre.....	20
2.10.1.	Généralités.....	20
2.10.2.	Compétences des installateurs	21
2.10.3.	Sécurité des intervenants	21

2.10.4.	Spécifications électriques	21
2.10.5.	Mise en œuvre en toiture.....	22
2.11.	Formation	25
2.12.	Assistance technique	25
2.13.	Utilisation, entretien et réparation	25
2.13.1.	Généralités.....	25
2.13.2.	Maintenance du champ photovoltaïque.....	26
2.13.3.	Maintenance électrique	26
2.13.4.	Remplacement d'un module.....	26
2.13.5.	Remplacement d'un plot SOPRASOLAR FIX EVO	26
2.13.6.	Remplacement de l'étanchéité	26
2.14.	Résultats expérimentaux.....	26
2.15.	Références	27
2.15.1.	Données Environnementales et sanitaires.....	27
2.15.2.	Autres références	27
2.16.	Annexes du Dossier Technique.....	28
2.16.1.	Tableaux	28
2.16.2.	Dimensionnement	35
3.	Annexes graphiques	52

1. Avis du Groupe Spécialisé

Le Groupe Spécialisé n° 21 - Procédés photovoltaïques de la Commission chargée de formuler les Avis Techniques a examiné, le 11 février 2021, le procédé « SOPRASOLAR FIX EVO – TAN, SOPRASOLAR FIX EVO TILT – TAN », présenté par la Société SOPRASOLAR SAS. Il a formulé, sur ce procédé, l'Avis Technique ci-après. L'avis a été formulé pour les utilisations en France métropolitaine.

1.1. Définition succincte

1.1.1. Description succincte

Le procédé SOPRASOLAR FIX EVO – TAN, SOPRASOLAR FIX EVO TILT – TAN (noté SOPRASOLAR FIX EVO/FIX EVO TILT – TAN dans la suite du document) est un dispositif permettant la surimposition, en toitures isolées-étanchées, de modules photovoltaïques rigides, fixés sur leurs grands côtés et posés parallèlement (FIX EVO) ou inclinés (FIX EVO TILT) par rapport au plan de la toiture (pente maximale 10° pour la structure support des modules photovoltaïques) sur un ensemble de plots en polymère PA6 GF30, éventuellement équipés d'un système de rehausses en aluminium (pour système FIX EVO TILT), liaisonnés à un revêtement d'étanchéité bicouche en bitume SBS fixé mécaniquement de la société SOPREMA, sans avoir à perforer ce dernier afin de réaliser des installations productrices d'électricité renouvelable solaire.

Le procédé intègre :

- un élément porteur en Tôles d'Acier Nervurées de la société ARCELORMITTAL CONSTRUCTION France (profilés SOPRASTYL 46, 56, 74, 74P) conformes au DTU 43.3,
- un pare-vapeur (lorsque nécessaire) conforme au DTA "SOPRAFIX Bicouche" de SOPREMA,
- des panneaux isolants non porteurs :
 - en laine minérale nue ROCKACIER C NU, d'épaisseur 60 à 260 mm, conforme au DTA ROCKACIER C NU de la société ROCKWOOL (pose possible sur l'ensemble des TAN du présent Avis Technique),
 - ou en PIR EFIGREEN ACIER, d'épaisseur 120 à 240 mm, conforme au DTA EFIGREEN ACIER (pose possible sur les TAN SOPRASTYL 74 et 74P uniquement).
- un revêtement d'étanchéité bicouche bitumineux fixé mécaniquement constitué d'une première couche de SOPRAFIX HP et d'une deuxième couche :
 - SOPRALENE FLAM 180 AR (Fe),
 - ou SOPRALENE FLAM 180 ALU,
 conforme au DTA "SOPRAFIX Bicouche" de la société SOPREMA,
- un système de montage permettant une mise en œuvre de modules photovoltaïques cadrés en toiture-terrasse,
- des modules photovoltaïques cadrés dont les références et les puissances sont indiquées dans la grille de vérification des modules en cours de validité, téléchargeable sur le site de la CCFAT à la page de la [fiche détaillée de l'Avis Technique 21/21-75_V1](#).

1.1.2. Identification

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

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

1.2. AVIS

Le présent Avis ne vise pas la partie courant alternatif de l'installation électrique, ni l'onduleur permettant la transformation du courant continu en courant alternatif.

1.2.1. Domaine d'emploi accepté

Domaine d'emploi identique à celui proposé au § 2.3 en association avec les gammes de modules indiquées dans la grille de vérification la plus récente qui est publiée avec cet Avis Technique, et dont le n° doit comporter le n° de version du présent document.

1.2.2. Appréciation sur le procédé

1.2.2.1. Conformité normative des modules

La conformité des modules photovoltaïques cadrés à la norme NF EN 61215 permet de déterminer leurs caractéristiques électriques et thermiques et de s'assurer de leur aptitude à supporter une exposition prolongée aux climats généraux d'air libre, définis dans la norme CEI 60721-2-1.

1.2.2.2. Aptitude à l'emploi

1.2.2.2.1. Fonction génie électrique

Sécurité électrique du champ photovoltaïque

- Conducteurs électriques

Le respect des prescriptions définies dans la norme NF C15-100 en vigueur, pour le dimensionnement et la pose, permet de s'assurer de la sécurité et du bon fonctionnement des conducteurs électriques.

Les boîtes de connexion, les câbles et les connecteurs sont conformes respectivement aux normes IEC 62790, NF EN 50518 ou IEC 62930, et IEC 62852, et peuvent être mis en œuvre jusqu'à une tension en courant continu indiquée dans la grille de vérification des modules, ce qui permet d'assurer une bonne aptitude à l'emploi des câbles électriques de l'installation.

- Protection des personnes contre les chocs électriques

Les modules photovoltaïques cadrés sont certifiés d'une classe II de sécurité électrique selon la norme NF EN 61730, jusqu'à une tension maximum de 1 000 V DC.

À ce titre, ils sont marqués CE selon la Directive 2014/35/CE (dite « Directive Basse Tension ») du Parlement Européen et du Conseil du 26 février 2014 relative à l'harmonisation des législations des États Membres concernant la mise à disposition sur le marché du matériel électrique destiné à être employé dans certaines limites de tension.

Les connecteurs électriques utilisés, ayant au moins un indice de protection IP 67, sont des connecteurs avec système de verrouillage permettant un bon contact électrique entre chacune des polarités et assurant également une protection de l'installateur contre les risques de chocs électriques.

L'utilisation de rallonges électriques (*pour les connexions éventuelles entre modules, entre séries de modules et vers l'onduleur, ...*) équipées de connecteurs de même fabricant, même type et même marque, permet d'assurer la fiabilité du contact électrique entre les connecteurs.

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

L'utilisation de cosses en cuivre étamé avec rondelles bimétal ou d'agrafes en acier inoxydable Terragrip pour un raccordement en peigne des cadres de modules et des pièces « REHAUSSE 200 » métalliques permet d'assurer la continuité de la liaison équipotentielle des masses du champ photovoltaïque lors de la maintenance du procédé.

Sécurité par rapport aux ombrages partiels

Le phénomène de "point chaud" pouvant conduire à une détérioration du module est évité grâce à l'implantation de diodes bypass sur chacun des modules photovoltaïques.

Puissance crête des modules utilisés

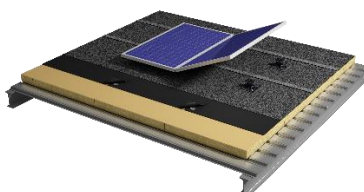
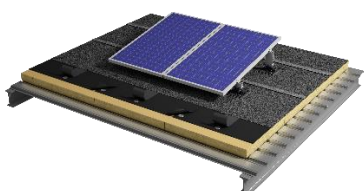
La grille de vérification des modules recense les puissances crêtes des modules, validées par les normes NF EN 61215 et NF EN 61730.

1.2.2.2.2. Fonction toiture

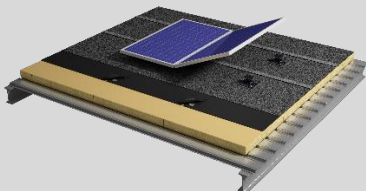
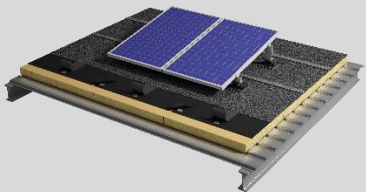
Stabilité

La stabilité du procédé est convenablement assurée sous réserve d'un calcul (selon les règles NV65 modifiées) au cas par cas des charges climatiques appliquées sur la toiture, en tenant compte lorsque nécessaire des actions locales (*au sens des NV65 modifiées*), pour vérifier que :

- la charge sous vent normal et vent extrême n'excède pas les valeurs du tableau suivant :

Système d'intégration	Configuration			Vent normal	Vent Extrême
	TAN	Nbre de plot	Présence de la ligne de fixation complémentaire à mi-lès du Soprafix HP	[Pa]	[Pa]
FIX EVO 	Pleine	2 plots/côté	Non	760	1330
			Oui	950	1662
		3 plots/côté	Non	950	1662
			Oui	1140	1995
	Perforée	2 plots/côté	Non	760	1330
FIX EVO TILT 	Pleine	2 plots/côté	Non	760	1330
			Oui	950	1662
	Perforée		Non	760	1330

- la charge sous neige normale n'excède pas les valeurs du tableau suivant :

Système d'intégration	Type d'isolant	Nbre de plot	Charge de neige normale maximum admise (selon les règles N65)
			Pente Toiture maximum = 10%
FIX EVO 	EFIGREEN ACIER	2 plots/côté	1194 Pa
		3 plots/côté	1727 Pa
	ROCKACIER C NU	2 plots/côté	739 Pa
		3 plots/côté	1184 Pa
FIX EVO TILT 	EFIGREEN ACIER	2 plots/côté	1249 Pa
	ROCKACIER C NU	2 plots/côté	774 Pa

Sécurité en cas de séisme

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

Étanchéité à l'eau

La conception globale du procédé, ses conditions de pose prévues par le Dossier Technique et les retours d'expérience sur ce procédé permettent de considérer une étanchéité à l'eau satisfaisante.

Sécurité au feu

Aucune performance de comportement au feu n'a été déterminée sur ce procédé.

Sécurité des intervenants

La sécurité des intervenants lors de la pose, de l'entretien et de la maintenance est normalement assurée grâce à la mise en place :

- de dispositifs antichute selon la réglementation en vigueur,
- de chemins de circulation définis suivant le calepinage de la société SOPRASOLAR SAS,
- de la consigne que les rouleaux de revêtement d'étanchéité de plus de 25 kg seront portés par deux personnes.

Se reporter aux préconisations indiquées dans la fiche pratique de sécurité ED 137 publiée par l'INRS « Pose et maintenance de panneaux solaires thermiques et photovoltaïques ».

Attention, le procédé ne peut en aucun cas servir de point d'ancrage à un système de sécurité (Équipement de Protection Individuel).

Sécurité des usagers

Sans objet.

1.2.2.2.3. Données environnementales et sanitaires

Aspects environnementaux

La grille de vérification associée à cet Avis Technique indique en fonction des gammes de module indiquées si le procédé SOPRASOLAR FIX EVO/FIX EVO TILT - TAN associé à chaque gamme de module dispose ou non d'une Déclaration Environnementale (DE).

Sans DE, le titulaire du procédé ne peut revendiquer aucune performance environnementale particulière.

Il existe une Déclaration Environnementale (DE) vérifiée par tierce partie indépendante pour le produit Plot et plastron SOPRASOLAR FIX EVO mentionnée au paragraphe 2.15.1.

Il est rappelé que les DE n'entrent pas dans le champ d'examen d'aptitude à l'emploi du procédé.

Aspects sanitaires

Le présent Avis est formulé au regard de l'engagement écrit du titulaire de respecter la réglementation, et notamment l'ensemble des obligations réglementaires relatives aux produits pouvant contenir des substances dangereuses, pour leur fabrication, leur intégration dans les ouvrages du domaine d'emploi accepté et l'exploitation de ceux-ci. Le contrôle des informations et déclarations délivrées en application des réglementations en vigueur n'entre pas dans le champ du présent Avis. Le titulaire du présent Avis conserve l'entière responsabilité de ces informations et déclarations.

Prévention, maîtrise des accidents et maîtrise de la mise en œuvre et de l'entretien

Le plot et le plastron SOPRASOLAR FIX EVO dispose d'une Fiche de Données de Sécurité (FDS). L'objet de la FDS est d'informer l'utilisateur de ce produit sur les dangers liés à son utilisation et sur les mesures préventives à adopter pour les éviter.

1.2.2.3. Durabilité - Entretien

La durabilité propre des composants, leur compatibilité, la nature des contrôles effectués tout au long de leur fabrication ainsi que le retour d'expérience permettent de préjuger favorablement de la durabilité du procédé photovoltaïque dans le domaine d'emploi prévu.

Dans les conditions de pose prévues par le domaine d'emploi accepté par l'Avis, en respectant le guide de choix des matériaux (voir le Tableau 1) et moyennant un entretien conforme aux indications portées dans la notice de montage et dans le Dossier Technique, la durabilité de cette toiture peut être estimée comme satisfaisante.

1.2.2.4. Fabrication et contrôle

Les contrôles internes de fabrication systématiquement effectués dans les usines de fabrication permettent de préjuger favorablement de la constance de qualité de la fabrication du procédé photovoltaïque.

1.2.2.5. Mise en œuvre

La mise en œuvre du procédé photovoltaïque effectuée par des installateurs agréés par la société SOPRASOLAR SAS (*avertis des particularités de pose de ce procédé grâce à une formation obligatoire, disposant de compétences en étanchéité pour la pose du procédé en toiture et de compétences électriques pour la connexion électrique de l'installation photovoltaïque, complétées par une qualification et/ou certification professionnelle pour la pose de procédés photovoltaïques*).

1.2.3. Prescriptions Techniques

1.2.3.1. Prescriptions communes

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

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

Dans le cadre de la réfection, il est rappelé qu'il appartient au Maître d'ouvrage ou à son représentant de faire vérifier au préalable la stabilité de l'ouvrage dans les conditions du DTU 43.5 vis-à-vis des risques d'accumulation d'eau.

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

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

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

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

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

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

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

1.2.3.2. Prescriptions techniques particulières

1.2.3.2.1. Livraison

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

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

La notice de montage et de câblage des modules photovoltaïques entre eux, un plan d'exécution - calepinage des plots SOPRASOLAR FIX EVO et des modules photovoltaïques - doivent être fournis avec le procédé pour chaque projet par la société SOPRASOLAR SAS.

L'installateur doit prévoir :

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

1.2.3.2.2. Installation électrique

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

1.2.3.2.3. Mise en œuvre

Le procédé photovoltaïque peut-être installé sur toute la toiture, néanmoins les modules et leur système de montage doivent être positionnés en respectant des zones de sécurité et de circulation requises en fonction de l'entretien et de l'installation (cf § 2.10.5.2).

Il est également nécessaire de noter que la mise en œuvre requiert une attention particulière concernant la soudure des plots SOPRASOLAR FIX EVO.

Les règles de mise en œuvre décrites au Dossier Technique et les dispositions mentionnées au § 1.2.2.2.2 "Stabilité" doivent être respectées.

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

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

1.2.3.2.4. Assistance technique

La société SOPRASOLAR SAS est tenue d'apporter son assistance technique à toute entreprise installant le procédé qui en fera la demande.

1.2.3.3. Modules photovoltaïques

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'Avis Technique utilisé. Le n° de la grille de vérification à utiliser doit comporter le n° de l'Avis Technique.

La grille de vérification à utiliser doit être la version la plus récente se rapportant à cet Avis Technique. La grille porte alors un n° du type 21/Gn/21-xxx_V1 indiquant qu'il s'agit de la n^{ème} version de la grille. La version la plus récente de la grille de vérification est celle publiée sur le site de la CCFAT.

Appréciation globale

L'utilisation du procédé dans le domaine d'emploi accepté (cf. paragraphe 1.2.1) est appréciée favorablement.

1.3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

Les applications de ce procédé en climat de montagne (altitude > 900 m) ne sont pas concernées par le domaine d'emploi accepté par l'Avis.

Le Groupe Spécialisé souhaite attirer l'attention sur la nécessité de mettre en œuvre le revêtement d'étanchéité conformément au DTA SOPRAFIX Bicouche et au DTA des panneaux isolants non porteurs EFIGREEN ACIER et ROCKACIER C NU en tenant compte des exceptions liées au procédé photovoltaïque SOPRASOLAR FIX EVO/FIX EVO TILT - TAN définies dans le Dossier Technique du demandeur.

Comme tous les procédés comportant des plaques métalliques utilisées en toiture, les ancrages des lignes de vie ne doivent pas être effectués dans les Tôles d'Acier Nervurées mais dans la structure porteuse.

Comme pour l'ensemble des procédés de ce domaine la mise en œuvre requiert une vérification des charges climatiques appliquées sur la toiture considérée, en tenant compte le cas échéant des actions locales (au sens des NV 65 modifiées), au regard des contraintes maximales admissibles du procédé.

Le Groupe Spécialisé souhaite attirer l'attention sur le fait qu'il conviendra d'apporter une attention particulière à la vérification des charges de vent en rive et en angle de toiture lorsque les modules sont placés dans ces zones.

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

Le Groupe Spécialisé souhaite également préciser que les préconisations relatives à l'installation électrique, conformes aux prescriptions actuelles des guides UTE C 15-712 en vigueur, nécessitent d'évoluer parallèlement aux éventuelles mises à jour de ces guides.

Cet Avis Technique est assujéti à une vérification des modules photovoltaïques acceptés pour cet Avis Technique. Les modules photovoltaïques qui peuvent être associés à cet Avis Technique sont listés dans la grille de vérification des modules en cours de validité, téléchargeable sur le site de la CCFAT à la page de la [fiche détaillée de l'Avis Technique 21/21-75 V1](#).

2. Dossier Technique

Issu du dossier établi par le titulaire

2.1. Données commerciales

2.1.1. Coordonnées

Titulaire(s) :

Société : SOPRASOLAR SAS
 202 Quai de Clichy -
 FR – 92110 CLICHY
 Tél. : 01 46 88 01 80
 Email : contact@soprasolar.com
 Internet : www.soprasolar.com

2.2. Description

Le procédé SOPRASOLAR FIX EVO – TAN, SOPRASOLAR FIX EVO TILT – TAN (noté SOPRASOLAR FIX EVO/FIX EVO TILT – TAN dans la suite du document) est un dispositif permettant la surimposition, en toitures isolées-étanchées, de modules photovoltaïques rigides, fixés sur leurs grands côtés et posés parallèlement (FIX EVO) ou inclinés (FIX EVO TILT) par rapport au plan de la toiture (pente maximale 10° pour la structure support des modules photovoltaïques) sur un ensemble de plots en polymère PA6 GF30, éventuellement équipés d'un système de rehausses en aluminium (pour système FIX EVO TILT), liaisonnés à un revêtement d'étanchéité bicouche en bitume SBS fixé mécaniquement de la société SOPREMA, sans avoir à perforer ce dernier afin de réaliser des installations productrices d'électricité renouvelable solaire.

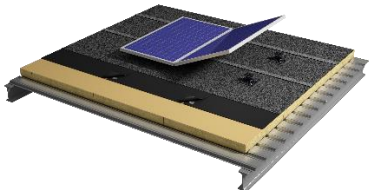
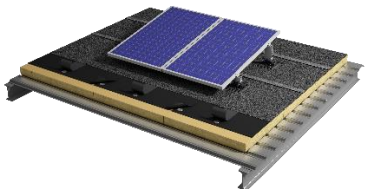
Le procédé intègre :

- un élément porteur en Tôles d'Acier Nervurées de la société ARCELORMITTAL CONSTRUCTION France (profilés SOPRASTYL 46, 56, 74, 74P) conformes au DTU 43.3,
- un pare-vapeur (lorsque nécessaire) conforme au DTA "SOPRAFIX Bicouche" de SOPREMA,
- des panneaux isolants non porteurs :
 - en laine minérale nue ROCKACIER C NU, d'épaisseur 60 à 260 mm, conforme au DTA ROCKACIER C NU de la société ROCKWOOL (pose possible sur l'ensemble des TAN du présent Avis Technique),
 - ou en PIR EFIGREEN ACIER, d'épaisseur 120 à 240 mm, conforme au DTA EFIGREEN ACIER (pose possible sur les TAN SOPRASTYL 74 et 74P uniquement).
- un revêtement d'étanchéité bicouche bitumineux fixé mécaniquement constitué d'une première couche de SOPRAFIX HP et d'une deuxième couche :
 - SOPRALENE FLAM 180 AR (Fe),
 - ou SOPRALENE FLAM 180 ALU,
 conforme au DTA "SOPRAFIX Bicouche" de la société SOPREMA,
- un système de montage permettant une mise en œuvre de modules photovoltaïques cadrés en toiture-terrasse,
- des modules photovoltaïques cadrés dont les références et les puissances sont indiquées dans la grille de vérification des modules en cours de validité, téléchargeable sur le site de la CCFAT à la page de la [fiche détaillée de l'Avis Technique 21/21-75_V1](#).

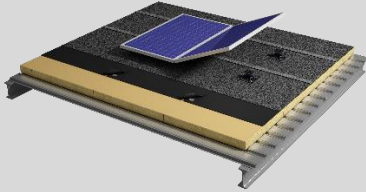
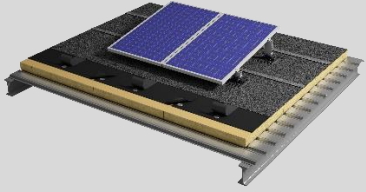
2.3. Domaine d'emploi

- Utilisation en France métropolitaine :
 - pour des altitudes inférieures à 900 m (climat de plaine).
 - au-dessus de locaux à faible ou moyenne hygrométrie (selon DTU 43.1 annexe B3) pour tous les éléments porteurs en tôles d'acier nervurées, ou forte hygrométrie pour tous les profilés à l'exception de la tôle d'acier nervurée SOPRASTYL 74P qui est perforée. La très forte hygrométrie est exclue.
- Mise en œuvre :
 - sur toitures terrasses plates ou inclinées, inaccessibles, techniques ou à zones techniques,
 - sur tout type de bâtiments , ouverts ou fermés, neufs ou en rénovation :
 - sur ouvrages neufs avec les éléments du complexe décrits au paragraphe 2.2,
 - sur ouvrages existants avec réfection complète du complexe avec les éléments cités au paragraphe 2.2, y compris les Tôles d'Acier Nervurées du présent Dossier Technique.
 - La toiture d'implantation doit présenter des versants de pente, imposée par la toiture, comprise entre 3 et 10% (1,7° à 5,7°).

- Les modules photovoltaïques doivent obligatoirement être installés :
 - en mode portrait ou paysage avec les étriers toujours positionnés sur le grand côté du module, et posés
 - parallèle au plan de la toiture (FIX EVO) sur 2 plots (standard) ou 3 plots (densifié) par côtés,
 - ou inclinés par rapport au plan de la toiture (FIX EVO TILT) sur 2 plots par côté en inclinaison double shed (cf Figure 5) ou simple shed (cf Figure 6),
 - en respectant des zones de sécurité et de circulation requises en fonction de l'entretien et de l'installation (cf paragraphe 2.10.5.2 et Figure 33 / Figure 36),
 - sur des toitures soumises à des charges climatiques de vent (selon les règles NV 65 modifiées) n'excédant pas :

Système d'intégration	Configuration			Vent normal	Vent Extrême
	TAN	Nbre de plot	Présence de la ligne de fixation complémentaire à mi-lès du Soprafix HP	[Pa]	[Pa]
FIX EVO 	Pleine	2 plots/côté	Non	760	1330
			Oui	950	1662
		3 plots/côté	Non	950	1662
			Oui	1140	1995
	Perforée	2 plots/côté	Non	760	1330
FIX EVO TILT 	Pleine	2 plots/côté	Non	760	1330
			Oui	950	1662
	Perforée		Non	760	1330

- sur des toitures soumises à des charges climatiques sous neige normale (selon les règles NV65 modifiées) n'excédant pas :

Système d'intégration	Type d'isolant	Nbre de plot	Charge de neige normale maximum admise (selon les règles N65)
			Pente Toiture maximum = 10%
FIX EVO 	EFIGREEN ACIER	2 plots/côté	1194 Pa
		3 plots/côté	1727 Pa
	ROCKACIER C NU	2 plots/côté	739 Pa
		3 plots/côté	1184 Pa
FIX EVO TILT 	EFIGREEN ACIER	2 plots/côté	1249 Pa
	ROCKACIER C NU	2 plots/côté	774 Pa

- Le dimensionnement s'effectue :
 - sous charge ascendante, pour l'ensemble du procédé (TAN-isolant-étanchéité-système d'intégration des modules photovoltaïques) selon les règles V65 modifiées,
 - sous charge descendante, pour les TAN selon les règles N84 modifiées en se reportant au §2.16.2 et pour le reste des éléments selon les règles N65 modifiées.
- En fonction des matériaux constitutifs du procédé, le Tableau 1 précise les atmosphères extérieures permises.

2.4. Éléments constitutifs

2.4.1. Généralités

Le procédé photovoltaïque "SOPRASOLAR FIX EVO/FIX EVO TILT - TAN" (cf Figure 1 et Figure 2) 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 composé d'un isolant ROCKACIER C NU ou EFIGREEN ACIER et d'un revêtement d'étanchéité bicouche bitumineux fixé mécaniquement constitué d'une première couche SOPRAFIX HP et d'une deuxième couche SOPRALENE FLAM 180 AR (Fe) ou SOPRALENE FLAM 180 ALU conformes au DTA "SOPRAFIX Bicouche" de la société SOPREMA.

La société SOPRASOLAR assure de manière exclusive la commercialisation et la livraison du système d'intégration ainsi que des modules photovoltaïques. Le détail de la fourniture se trouve au Tableau 3.

2.4.2. Modules photovoltaïques

Cet Avis Technique est assujéti à une vérification des modules photovoltaïques acceptés pour cet Avis Technique. Les modules photovoltaïques qui peuvent être associés à cet Avis Technique sont listés dans la grille de vérification des modules en cours de validité, téléchargeable sur le site de la CCFAT à la page de la [fiche détaillée de l'Avis Technique 21/21-75_V1](#).

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 cet Avis Technique (cf § 1.2.3.3).

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

2.4.2.1. Caractéristiques dimensionnelles

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

- Longueur comprise entre 1 585 et 1 770 mm,
- Largeur comprise entre 950 et 1 095 mm,
- Hauteur du cadre compris entre 38 et 42 mm,
- Masse spécifique comprise entre 11,0 et 12,3 kg/m².

2.4.2.2. Face arrière

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

2.4.2.3. Cellules photovoltaïques

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

2.4.2.4. Intercalaire encapsulant

Référence faisant partie de la BOM des modules validés.

2.4.2.5. Vitrage

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

2.4.2.6. Constituants électriques

2.4.2.6.1. 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 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.

2.4.2.6.2. 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,
- Certificat de conformité valide à la norme EN 50618:2014.
- 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*).

2.4.2.6.3. Connecteurs électriques

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

- Indice de protection (*connecté*) : IP 67 minimum,
- Tension assignée de 1 000 V,
- 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.

2.4.2.7. Cadre du module photovoltaïque

Le cadre des modules est composé de profils en aluminium de série 6060, 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 profils 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 5 mm minimum.

2.4.3. Système de montage

Les éléments de ce système de montage sont commercialisés par projet suite au dimensionnement de la société SOPRASOLAR SAS et sont fournis par la société SOPRASOLAR SAS. Tous les éléments décrits dans ce paragraphe font partie de la livraison du procédé assurée par la société SOPRASOLAR à l'exception (cf. § 2.5) :

- du revêtement d'étanchéité "SOPRAFIX Bicouche" et de l'écran pare-vapeur directement fourni par la société SOPREMA,
- des attelages de fixation mécaniques du revêtement d'étanchéité,
- de l'isolant ROCKACIER C NU,
- de l'isolant EFIGREEN ACIER directement fourni par la société SOPREMA,
- des profilés SOPRASTYL directement fournis par la société ARCELORMITTAL CONSTRUCTION France,
- des fixations sur la charpente ainsi que des fixations de couture des profils SOPRASTYL.

2.4.3.1. Plot SOPRASOLAR FIX EVO (cf Tableau 4)

Le plot SOPRASOLAR FIX EVO permet de liaisonner les modules photovoltaïques (via des étriers) au revêtement d'étanchéité. Réglable avec un débattement permettant d'obtenir une hauteur finale variant de 120 à 160 mm, il est préassemblé en usine et constitué des éléments suivants :

2.4.3.1.1. Plastron SOPRASOLAR (bitume SEBS avec armature polyester non-tissé)

De dimensions 300×300 mm, ce plastron est découpé dans une membrane de bitume SOPRALENE FLAM 250 PLASTRON SOPRASOLAR de SOPREMA d'épaisseur minimale 4,7 mm sur paillettes, constituée d'une armature en polyester non-tissé de 250 g/m² et d'un mélange de bitume polymère thermoplastique SEBS dont les caractéristiques sont présentées dans le Tableau 5.

Le plastron est autoprotégé par paillettes d'ardoise noire. La face inférieure du plastron comporte un film thermofusible pour pouvoir être soudé sur le revêtement d'étanchéité après préparation de ce dernier.

2.4.3.1.2. Embase (polyamide 6 chargé à 30% fibre de verre)

De 250 mm de côté, de hauteur 46 mm et d'épaisseur 2,5 mm, renforcée par 20 nervures principales et 4 nervures intermédiaires, l'embase comporte 4 orifices de diamètre 8 mm pour la fixation au plastron SOPRASOLAR par des vis M6 × 20 TX30 en acier inoxydable A2, des rondelles de diamètre extérieur 24 mm en acier inoxydable A2, des rondelles GROWER M6 en acier inoxydable A2, des rondelles 40×6×1,2 mm en acier galvanisé et d'écrous borgnes frein M6 en acier inoxydable A2.

Dans les zones proches du littoral (< à 3km des côtes) une visserie en acier inoxydable A4 est utilisée.

L'embase permet de liaisonner la tête du plot et le plastron SOPRASOLAR tout en permettant d'ajuster un réglage en hauteur de la tête du plot par 18 rotations de 180° de la tête pour un débattement total maximum de 40 mm.

2.4.3.1.3. Tête (polyamide 6 chargé à 30% fibre de verre)

De hauteur totale 116 mm, elle comprend une partie inférieure cylindrique de diamètre 73 mm et une partie supérieure en forme de rail de longueur 120 mm et de largeur 46 mm pouvant accueillir les fixations de maintien du module photovoltaïque (étriers – cf § 2.4.3.3) et présentant 2 ailettes latérales pour fixer les câbles électriques.

La tête peut être vissée et dévissée dans l'embase afin de régler la hauteur totale du plot par pas de 2,5 mm. Une butée de fin de course permet de ne pas désolidariser la tête de l'embase lors du dévissage sur chantier (cf. Figure 16).

2.4.3.2. Rehausse 45, Rehausse 200, Bloqueur de rehausse (cf. Tableau 6, Figure 11, Figure 12, Figure 13)

Les rehausse 45, rehausse 200 et bloqueurs de rehausse sont en aluminium EN AW-6060 T6 brut (ou anodisé à 20 µm pour les zones à moins de 3km des côtes – cf. Tableau 1).

Ces pièces sont mises en œuvre par coulisement sur la tête des plots SOPRASOLAR FIX EVO avant la mise en œuvre des modules photovoltaïques et permettent de soutenir ces derniers en orientation portrait avec une inclinaison par rapport au plan de la toiture (10 degrés au maximum).

2.4.3.3. Étriers (cf. Figure 8, Figure 9, Figure 10)

Ces pièces en aluminium EN AW-6063 T6 permettent de fixer les modules photovoltaïques aux têtes de plot ou aux rehausse 45 et 200. En fonction de leur position sur l'installation, plusieurs sortes d'étriers peuvent être mis en œuvre :

- Étrier intermédiaire

Ce type d'étrier est mis en œuvre entre deux modules photovoltaïques adjacents et permet l'obtention d'un espacement entre modules photovoltaïques de 19 mm. De section en forme de U, ils sont d'épaisseur 2 mm et comportent un perçage de diamètre 8 mm sur leur fond.

Chaque étrier est fourni préassemblé avec une vis CHC M8 × 20 en acier inoxydable A2 associée à un écrou prisonnier en acier inoxydable A2.

Dimensions hors-tout (L×l×H) : 65 × 34 × 54 mm.

- Étrier final

Ce type d'étrier est mis en œuvre en extrémité de sous-ensemble de modules photovoltaïques.

Ils sont d'épaisseur 2 mm et comportent un perçage de diamètre 8 mm sur leur fond.

Chaque étrier est fourni préassemblé avec une vis CHC M8 × 20 en acier inoxydable A2 associée à un écrou prisonnier en acier inoxydable A2.

Dimensions hors-tout (L×l×H) : 65 × 34 × 54 mm.

- Étrier universel

Ce type d'étrier est mis en œuvre indifféremment de sa position dans le sous-ensemble de module photovoltaïque. Il sert à la fois à fixer deux modules adjacents et également les derniers modules de la rangée.

Chaque étrier est fourni préassemblé avec une vis CHC M8 × 30 en acier inoxydable A2 associée à une pièce en aluminium 6106 T6 (appelée « Lardon ») qui coulisse dans la rehausse et assure le serrage du cadre du module.

Dimensions hors-tout (L×l×H) : 60 × 35,4 × 64 mm.

Tous les étriers et vis sont respectivement disponibles en aluminium avec anodisation 20 µm et acier inoxydable A4 pour les installations situées à une distance inférieure à 3km des côtes (cf. Tableau 1).

2.5. Autres éléments

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

Les éléments suivants, non fournis par la société SOPRASOLAR, sont toutefois indispensables (hormis la Terragrif, cf. § 2.5.8) à la mise en œuvre et au bon fonctionnement du procédé utilisé :

2.5.1. Élément porteur

2.5.1.1. Profils SOPRASTYL

Les Tôles d'Acier Nervurées (profils SOPRASTYL 46, SOPRASTYL 56, SOPRASTYL 74 et SOPRASTYL 74P de la société ARCELORMITTAL CONSTRUCTION France) sont utilisées avec le procédé SOPRASOLAR FIX EVO/FIX EVO TILT - TAN. Ces profils éléments porteurs d'étanchéité sont commercialisés et fournis directement par la société ARCELORMITTAL CONSTRUCTION France.

Ils sont fabriqués à partir de tôles d'acier comportant un revêtement métallique nu ou prélaqué. Les revêtements métalliques peuvent être de deux natures :

- galvanisé répondant aux normes NF EN 10346 et NF P 34-301 lorsqu'il est nu, ou aux normes NF P 34-301 et NF EN 10169 lorsqu'il est revêtu,
- revêtu du revêtement "ZMevolution®" nu ou prélaqué possédant une Etude Technique Préalable de Matériau à caractère favorable (n°19/0064).

Les guides de choix des revêtements sont donnés au § 2.16.2.2.1, Tableau 7 et Tableau 8. Les profils perforés SOPRASTYL 74P ne sont pas autorisés en forte hygrométrie. La très forte hygrométrie est exclue pour tous les profils.

L'épaisseur nominale de l'acier est au moins égale :

- à 0,75 mm pour l'acier galvanisé et galvanisé prélaqué ;
- aux valeurs correspondantes indiquées dans l'E.T.P.M. (cf tableau 3) relative au revêtement "ZMevolution®" défini dans l'ETPM n°19/0064.

La nuance minimale d'acier utilisée est S 320 GD selon la norme NF EN 10346. Les tolérances sur épaisseur sont décalées et conformes à la norme NF EN 10143.

Les classes de réaction au feu de certains revêtements sont données dans le Tableau 2.

Les profils SOPRASTYL 46, 56, 74 et 74P sont conformes à la norme NF DTU 43.3 P1-2 en termes de forme, de dimensions et tolérances. La géométrie ainsi que les caractéristiques de perforation sont données dans les fiches techniques. Les portées maximales d'utilisation ainsi que les caractéristiques mécaniques détaillées sont données dans les fiches techniques (cf. § 2.16.2.2.8).

2.5.1.2. Fixations à la structure porteuse

Les fixations sont conformes au chapitre 5.5.1 de la norme NF DTU 43.3 P1-2.

Les clous à scellement ne sont pas admis dans le cadre du procédé décrit par cet Avis Technique.

2.5.1.3. Fixations de couture

Les fixations sont conformes au chapitre 5.5.2 de la norme NF DTU 43.3 P1-2.

2.5.2. Pare vapeur

Le pare-vapeur doit être conforme au DTA SOPRAFIX Bicouche.

Ils sont constitués de matériaux en feuilles. Les solutions pare-vapeur par bandes autoadhésives mises en œuvre sur les recouvrements longitudinaux ne sont pas autorisées.

Le choix de la mise en œuvre du pare-vapeur se fait conformément au DTU 43.3 amendement A1.

2.5.3. Panneaux isolants

2.5.3.1. Attelages de fixation mécanique préalable pour panneaux isolants

Ce sont des attelages de fixation mécanique constitués de vis auto-perceuse ou rivet à expansion et de plaquette de répartition métalliques conformes aux NF DTU 43.3 P1-2.

Les attelages de fixation mécanique préalable des panneaux isolants doivent être du type « solide au pas ».

2.5.3.2. Isolant ROCKACIER C NU

L'isolant non porteur en laine minérale nue ROCKACIER C NU de la société ROCKWOOL défini par son DTA est validé pour une utilisation avec le procédé SOPRASOLAR FIX EVO/FIX EVO TILT - TAN. Il présente des caractéristiques sous charge maintenue par l'intermédiaire du plot SOPRASOLAR FIX EVO de 17 kPa pour une épaisseur allant de 60 à 260 mm.

2.5.3.3. Isolant EFIGREEN ACIER

L'isolant non porteur en mousse rigide de polyisocyanurate expansée EFIGREEN ACIER de la société SOPREMA défini par son DTA est validé pour une utilisation avec le procédé SOPRASOLAR FIX EVO/FIX EVO TILT - TAN. Il présente des caractéristiques sous charge maintenue de 25,7 kPa pour une épaisseur allant de 120 à 240 mm.

2.5.4. Revêtement d'étanchéité

Le revêtement d'étanchéité est un revêtement bicouche, à base de bitume modifié par élastomère SBS, fixé mécaniquement. Il est fabriqué et fourni directement par la société SOPREMA.

2.5.4.1. Première couche

Elle est constituée d'une feuille d'étanchéité SOPRAFIX HP de la société SOPREMA qui sera fixée mécaniquement conformément au chapitre 2.10.5.4.3 par des attelages conformes au présent chapitre.

2.5.4.2. Attelages pour fixation mécanique de la première couche du revêtement d'étanchéité (feuille SOPRAFIX HP).

Les attelages (cf. Figure 21) comportent :

- un élément de liaison à l'élément porteur,
- une plaquette de répartition Ø40 mm, d'épaisseur 0,8 mm.

Ils sont conformes au DTA "SOPRAFIX Bicouche", répondent aux exigences de l'e-Cahier du CSTB 3563 et présentent une valeur minimale à l'arrachement de :

Élément porteur	Présence de la ligne de fixation complémentaire en milieu de lès du SOPRAFIX HP	Caractéristique minimum des vis	
		$P_{kft\ mini}^*$ et $\varnothing_{vis\ mini}$	Exemple de référence
TAN pleine (non perforée et non crevée) SOPRASTYL 46, 56, 74	OUI	152 daN ; 4,8 mm	EVDF 0,8 Ø4,8 mm de ETANCO France
	NON	135 daN ; 4,8 mm	EVDF 0,8 Ø4,8 mm de ETANCO France
TAN perforée SOPRASTYL 74P	NON	150 daN ; 6,5 mm	FASTOVIS TF 2036 DF 2x1 Ø6,5 mm de ETANCO France

* selon la NF P 30-313

Les attelages font l'objet d'une fiche technique établie par le fabricant de fixations, précisant notamment la valeur de résistance caractéristique P_{kft} de l'attelage selon la norme NF P 30-313 et le diamètre minimum de l'élément de liaison (vis).

Les fixations (attelages comportant les éléments de liaison et plaquettes associées) dites « solides au pas » sont obligatoires pour la mise en œuvre du procédé SOPRASOLAR FIX EVO/FIX EVO TILT - TAN.

Le terme « solide au pas » s'applique à une fixation munie d'un dispositif permettant d'éviter, en service, le désaffleurement de la tête de l'élément de liaison (par exemple vis) de la partie supérieure de la plaquette de répartition. Les attelages conformes à la norme NF P 30-317 répondent à cette condition.

2.5.4.3. Deuxième couche apparente

Elle est constituée d'une feuille d'étanchéité apparente SOPRALENE FLAM 180 AR (Fe) ou SOPRALENE FLAM 180 ALU de la société SOPREMA qui sera soudée en plein sur la première feuille SOPRAFIX HP conformément au chapitre 2.10.5.4.3.

2.5.5. Câbles et connecteurs de liaison équipotentielle des masses

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

Ces câbles pourront être connectés soit :

- à l'aide de connecteurs par l'intermédiaires de cosses à œil en cuivre avec rondelles bimétal et de vis autoperceuses en acier inoxydable A2 sur les rehausses 200 ainsi que d'un système vis-écrou en acier inoxydable A2 sur le cadre des modules photovoltaïques, interconnectés ensuite via un raccord à serrage, à sertir ou à griffes à la liaison générale de 16 mm².
- à l'aide d'une agrafe Terragrif positionnée sur la partie supérieure de la rehausse 200 (cf § 2.5.8 et Figure 19).

2.5.6. Chemin de câbles

Les câbles ne doivent pas reposer sur le revêtement d'étanchéité mais être installés dans un chemin de câbles spécifique.

Des chemins de câbles, définis par l'électricien, en fils d'acier inoxydable soudés (type CABLOFIL par exemple) adaptés au climat concerné ou en plastique/polymère résistant aux UV peuvent être utilisés. Le type de chemin de câbles ainsi que ses dimensions dépendent du nombre de câbles à acheminer. Les dimensions sont déterminées par l'électricien spécialisé. Il est 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 sont donc mis en œuvre sur des supports.

Ces supports de chemin de câbles sont :

- des supports métalliques liaisonnés sur 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 (cf Figure 15). Ces supports sont liaisonnés sur leurs deux côtés sur l'étanchéité à l'aide de bandes de feuilles bitumineuses soudées. La mise en place de ces supports doit être faite par l'étancheur. Les supports sont espacés de 1,5 m.
- 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 plots SOPRASOLAR FIX EVO permettent également de réaliser un support au chemin de câble. La fixation du chemin de câble sur le plot se fait grâce à l'écrou cage logé dans la tête de celui-ci et par une vis en acier inoxydable qui vient réaliser la liaison. Les plots devront être espacés de 1,5 m (cf Figure 14).

2.5.7. Crosse de passage de câble (cf. Figure 17)

Les traversées de câbles vers l'intérieur du bâtiment doivent être réalisées avec des crosses conformes aux préconisations du DTU 43.3 de diamètre à choisir en fonction du nombre et du diamètre des câbles à acheminer vers l'intérieur du bâtiment.

2.5.8. Terragrif

L'agrafe Terragrif est un dispositif en acier inoxydable (nuance X10CrNi 18-8) de mise à la terre des rehausses 200 et des modules sans perçage ni utilisation de système vis-écrou.

Elle n'est pas compatible avec l'étrier universel.

Les performances de mise à la terre de l'agrafe Terragrif ont été testées par le LCIE (cf rapport N°161353-736671).

Dimensions hors-tout (L×l×H) : 52 × 0,5 × 39,5 mm.

2.6. Conditionnement, étiquetage, stockage

2.6.1. 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.

Sauf spécificité du fabricant indiquée dans la grille de vérification des modules, le stockage sur chantier s'effectue au sec, sous abri.

2.6.2. Ensemble "système d'intégration"

Les quantités exactes de chacun des éléments du système de montage sont déterminées lors de l'élaboration du plan de calepinage par SOPRASOLAR :

- Plots :

Les plots SOPRASOLAR FIX EVO du système de montage sont conditionnés par 20 maximum en carton et livrés par palettes de 4 ou 8 cartons.

Lors de la livraison, chaque carton de plots comporte une étiquette indiquant le nombre de plots contenus dans le carton ainsi que la date de fabrication de ces derniers. Le stockage sur chantier s'effectue sur une surface plane.

- Étriers :

Les étriers finaux, intermédiaires ou universels sont prélevés en centre logistique avancé et conditionnés en carton avec bordereau de livraison et bon de préparation faisant apparaître les quantités, les désignations et références de chaque pièce contenue dans le colis.

- Rehausses et bloqueurs de rehausses :

Les rehausses et bloqueurs de rehausses sont prélevés en centre logistique avancé et conditionnés en carton avec bordereau de livraison et bon de préparation faisant apparaître les quantités, les désignations et références de chaque pièce contenue dans le colis.

Le stockage sur chantier s'effectue sur une surface plane.

2.6.3. Autres constituants du procédé

- Profilés en tôles d'acier nervurées élément porteur d'étanchéité

Les profils SOPRASTYL sont conditionnés en colis. Chaque colis comporte un étiquetage complété par une D.O.P. par poste de produit, précisant au minimum :

- fabricant,
- client,
- références chantier,
- numéro de commande,
- repère du colis dans la commande,
- poids,
- nombre d'éléments,
- longueur,
- géométrie du profil SOPRASTYL,
- caractéristiques matières,
- épaisseur,
- les éléments relatifs au marquage CE,
- les éléments relatifs à l'émission des COV dans l'air intérieur.

Le marquage CE des éléments porteurs d'étanchéité est réalisé conformément à la norme NF EN 14782 et au Règlement Produits de Construction n° 305/2011. L'arrêté du 19 Janvier 2007 fixe les modalités d'application de cette norme sur le marché Français.

Les profils SOPRASTYL sont conditionnés en fardeaux. Les fardeaux sont à manutentionner en prenant appui aux points prévus à cet effet. L'approvisionnement en toiture respectera les dispositions prévues au chapitre 6.1.2 du DTU 43.3 P1-1.

Les colis de tôles d'acier nervurées sont stockés dans un abri ventilé, sur un calage, inclinés sur l'horizontale, tout en ménageant un espace avec le sol, en évitant tout risque de déformation permanente des plaques nervurées.

- Isolant

Les panneaux isolants sont conditionnés en piles, emballés et étiquetés conformément à leur DTA ou Avis Technique en vigueur.

- Revêtements d'étanchéité et pare-vapeur

Les feuilles bitumineuses sont conditionnées en rouleaux, emballées et étiquetées conformément au DTA SOPRAPHIX Bicouche.

2.7. Caractéristiques dimensionnelles

Les caractéristiques dimensionnelles des modules sont données dans la grille de vérification des modules.

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

Leurs caractéristiques dimensionnelles sont les suivantes :

Caractéristiques dimensionnelles des champs photovoltaïques			
	Configuration FIX EVO (panneaux PV à plat)	Configuration FIX EVO TILT (panneaux PV inclinés)	
Nb = Nombre de module	Module en portrait (étrier sur le grand côté)	Orientation SUD – module en portrait (étrier sur le grand côté)	Orientation EST/OUEST – module en portrait (étrier sur le grand côté)
Calcul de la dimension du champ photovoltaïque (cm) dans le sens de la longueur des modules photovoltaïques	$L \times Nb + 1,9 \times (Nb - 1)$	$L \times Nb + (Nb - 1) \times 39,5$	$L \times Nb + (Nb - 1) \times 1,9$
Calcul de la dimension du champ photovoltaïque (cm) dans le sens de la largeur des modules photovoltaïques	$I \times Nb + (Nb - 1) \times 1,9$		
Dimension limite du champ photovoltaïque	300 m ²		

Avec :

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

L : longueur du module photovoltaïque,

I : largeur du module photovoltaïque.

2.8. Caractéristiques électriques

2.8.1. Conformité à la norme NF EN 61215

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

2.8.2. Sécurité électrique

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

2.8.3. Performances électriques

Les puissances électriques des modules sont validées par les normes NF EN 61215 et NF EN 61730.

Dans les tableaux de la grille vérification des modules, 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*).

2.9. Fabrication et contrôles

2.9.1. Modules photovoltaïques

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

2.9.2. Composants de la structure support du module photovoltaïque

- Les parties en polyamide 6 chargé 30% fibre de verre des plots SOPRASOLAR FIX EVO (embase + tête) sont réalisées par injection plastique sur des presses à injecter selon les plans de la société SOPRASOLAR SAS par l'entreprise ALLAINE S.A à Miribel en France. La partie polymère est assemblée avec le plastron SOPRASOLAR sur le même site, en ligne, à l'aide d'un procédé industriel semi-automatisé.

Lors de la fabrication, des contrôles :

- de conformité matière sont réalisés à chaque réception de lot (certificat de conformité fournisseur),
- dimensionnels, fonctionnels, visuels sont effectués en début de poste et toutes les 2 heures (140 pièces),
- de résistance mécanique en traction (vitesse de traction de 250 mm/min et température d'essai 23°C) sont réalisés sur 12 échantillons de chaque lot fabriqué dont 6 sont prélevés en début de production et 6 en fin de production. Les essais sont réalisés par un laboratoire indépendant et accrédité par tierce partie et les résultats sont consignés chez le fournisseur et chez SOPRASOLAR. La valeur minimale de résistance en traction à neuf est $P_{k_{plot}}$ traction VLF neuf = 450 daN.
- de conditionnement à chaque palette.

Pour le suivi de traçabilité :

- un dateur indiquant année et mois de fabrication est présent sur l'embase et la tête du plot,
- le carton comporte une étiquette indiquant la référence et la dénomination du plot ainsi que la date de conditionnement et le numéro d'équipe ayant fabriqué les plots.
- Les étriers finaux et intermédiaires sont réalisés par extrusion d'aluminium selon les plans de la société IPS-Tec GmbH par l'entreprise IPS-Tec GmbH à Neukirchen certifié ISO 9001:2008.
- Les étriers universels sont fabriqués par la société STIB à Neuville sur Ain certifié ISO 9001.
- Lors de la fabrication, des contrôles dimensionnels (longueur des étriers, position et diamètre des trous de passage des vis) sont effectués sur un prélèvement aléatoire de pièce dont la quantité varie en fonction de la taille des lots de production.
- Les rehausses 45, rehausses 200, bloqueurs de rehausse sont fabriquées par la société HYDRO certifiée ISO 9001:2008 exclusivement pour SOPRASOLAR SAS par procédé de filage d'aluminium à travers une filière à l'aide de presse d'extrusion. L'usine de fabrication se trouve à Le Garric.
- Lors de la fabrication, des contrôles matière première à réception, dimensionnels, mécanique (dureté) et visuels sont effectués conformément au plan d'assurance qualité de HYDRO.
- L'agrafe Terragrif est fabriquée par la société Mobasolar dans leurs usines de Saint Etienne et Villers-Cotterêts.

La société SOPRASOLAR est certifiée ISO 9001 et ISO 14001.

2.9.3. Éléments porteurs

Les TAN SOPRASTYL sont fabriqués par la société ARCELORMITTAL CONSTRUCTION FRANCE, sur ses sites de production d'Haironville et Contrisson (Meuse) :

- Le contrôle des bobines d'acier revêtues utilisées lors de la fabrication sont effectués en production tout au long des différents stades industriels conformément aux normes NF EN 10346 et NF P 34-301. Le contrôle des bobines revêtues du ZMevolution® nu ou avec revêtement organique utilisées lors de la fabrication sont effectués en production tout au long des différents stades industriels conformément à l'E.T.P.M (n° 19/0064).
- Lors de l'opération de profilage, à la fin de chaque montage machine, le contrôle géométrique des profils SOPRASTYL est effectué afin de réceptionner le montage avant la mise en production (cf. norme NF EN 14782). La production est systématiquement contrôlée conformément aux exigences de la norme NF EN 14782, complétées par un minimum de 3 contrôles par poste.

L'aspect général du produit est contrôlé en continu, de façon visuelle.

2.9.4. Isolants

L'isolant support d'étanchéité est fabriqué conformément à la description de son DTA.

2.9.5. Feuilles bitumineuses (pare vapeur et revêtement d'étanchéité)

Le revêtement d'étanchéité est fabriqué par l'entreprise SOPREMA conformément à la description du DTA "SOPRAFIX Bicouche".

2.10. Mise en œuvre

2.10.1. Généralités

Le procédé est livré avec sa notice de montage et de câblage des modules photovoltaïques entre eux, les plans d'exécution comprenant le calepinage des plots SOPRASOLAR FIX EVO, des réhausses 45 et 200 ainsi que des modules photovoltaïques.

Les plans d'exécution sont fournis par le bureau d'études de SOPRASOLAR SAS.

La mise en œuvre du procédé ne peut être réalisée que pour le domaine d'emploi défini au § 2.3.

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

Préalablement à chaque projet, une reconnaissance de la structure du bâtiment et de la toiture doit être réalisée à l'instigation du maître d'ouvrage afin de vérifier que les charges admissibles sur celle-ci ne sont pas dépassées du fait de la mise en œuvre du procédé. Il est utile de signaler que le procédé induit des sollicitations ponctuelles différentes des charges réparties subies par la toiture.

Les éléments porteurs et supports doivent être propres et secs, conformément aux prescriptions des DTU ou Avis Techniques correspondants.

2.10.2. Compétences des installateurs

La mise en œuvre du procédé doit être assurée par des installateurs ayant été formés par la société SOPRASOLAR SAS (cf § 2.11).

Les compétences requises sont de 2 types :

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

2.10.3. Sécurité des intervenants

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

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

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

2.10.4. Spécifications électriques

2.10.4.1. Généralités

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

Tous les travaux touchant à l'installation électrique doivent être confiés à des électriciens habilités (cf. § 2.10.2).

Le nombre maximum de modules pouvant être raccordés en série est limité par la tension DC maximum d'entrée de l'onduleur tandis que le nombre maximum de modules ou de séries de modules pouvant être raccordés en parallèle est limité par le courant DC maximum d'entrée de l'onduleur. La tension maximum du champ photovoltaïque est aussi limitée par une tension de sécurité de 1000 V (*liée à la classe II de sécurité électrique*).

2.10.4.2. Connexion des câbles électriques

Le schéma de principe du câblage est décrit en Figure 18.

La connexion et le passage des câbles électriques s'effectuent sous le système de montage des modules photovoltaïques en étant fixés (à l'aide de Rilsan sur les plots - cf Figure 20, au cadre des modules photovoltaïques...) ou en étant posés dans des chemins de câbles capotés prévus à cet effet : ils ne sont donc jamais exposés au rayonnement solaire. Les câbles et les connecteurs ne doivent pas reposer directement sur le revêtement d'étanchéité.

- Liaison intermodules et module/onduleur

La connexion des modules photovoltaïques se fait au fur et à mesure de la pose des modules avant leur fixation aux plots SOPRASOLAR FIX EVO.

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. Aucun câble ne devra reposer directement sur le revêtement d'étanchéité.

- Câbles de liaison équipotentielle des masses (Figure 19)

La liaison équipotentielle des masses du champ photovoltaïque s'effectue en peigne en récupérant, au fur et à mesure de la pose des composants :

- Les masses métalliques des cadres des modules par l'intermédiaire de cosses de masse à œil en cuivre, rondelles bimétal et d'un ensemble vis-boulon-rondelle ou par l'intermédiaire de l'agrafe Terragrif,
- Les masses métalliques du système de montage par l'intermédiaire de cosses de masse à œil en cuivre, rondelles bimétal et d'une vis autoforeuse en acier inoxydable A2 ou par l'intermédiaire de l'agrafe Terragrif.

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

Pour la mise à la terre des modules photovoltaïques par l'intermédiaire de cosses, rondelles et vis, il est impératif de ne pas percer les modules et de toujours utiliser les trous prévus par le fabricant.

- Passage des câbles à l'intérieur du bâtiment

Le passage des câbles vers l'intérieur du bâtiment doit être réalisé sans rompre l'étanchéité.

Selon la disposition de la toiture-terrasse, du bâtiment et l'implantation du champ photovoltaïque, il peut être réalisé soit :

- au niveau des traversées de toiture par l'intermédiaire de crosses de passage de câbles conformément au DTU 43.3 (cf § 2.5.7),
- via une descente en façade dans une gaine technique ou un chemin de câbles.

Si les câbles doivent cheminer hors du champ photovoltaïque, ils devront être regroupés dans des chemins résistant aux UV et aux intempéries et seront installés conformément à la description énoncée aux chapitres 2.5.6, aux prescriptions des documents en vigueur suivants : norme NF C 15-100, aux guides UTE C 15-712 (limitation des boucles induites, cheminements spécifiques

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

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

2.10.4.3. Cas d'une mise en œuvre de micro-onduleurs

Le micro-onduleur est fixé sur une plaque en alliage d'aluminium d'épaisseur minimum 1,5 mm, celle-ci est ensuite fixée sur la rehausse 200 mm avec des vis autoperceuses de diamètre 6,3 mm (type Perfix INOX d'ETANCO) de $P_k \geq 265$ daN selon la norme NF P 30-310.

2.10.5. Mise en œuvre en toiture

2.10.5.1. Conditions préalables à la pose

Il est important de noter que le procédé induit des sollicitations ponctuelles différentes des charges réparties subies par la toiture et que la structure porteuse du bâtiment doit intégrer dans son dimensionnement les charges additionnelles apportées par le procédé photovoltaïque SOPRASOLAR FIX EVO/FIX EVO TILT - TAN (à savoir 12 daN/m² en charge ascendante et 15 daN/m² en charge descendante).

2.10.5.2. Calepinage et préparation de la toiture

Le calepinage des plots SOPRASOLAR FIX EVO avec ou sans les rehausses 45 et 200 (et les bloqueurs de rehausse associés à celles-ci) ainsi que des modules photovoltaïques est nécessaire et doit impérativement respecter une distance de 1 m minimum autour du champ et la périphérie de toiture. Les DPM peuvent définir les périphéries de toitures comme chemins de circulation. Dans ce cas, le Maître d'ouvrage veillera à ce que l'acrotère éventuel ait une fonction garde-corps ou à installer un garde-corps conforme à la réglementation, en rive et autour des ouvrages présentant des risques de chute.

Indépendamment des zones comportant des ombres portées, les modules photovoltaïques ne peuvent pas être mis en œuvre aux endroits suivants :

- dans une zone de 1 m minimum en périphérie de toitures,
- dans une zone de 0,5 m minimum en périphérie d'équipements (VMC par exemple), pénétrations et ouvrages émergents tels que lanterneaux, coupoles, cheminées, joints de dilatation en laissant un accès de largeur minimale de 0,5 m pour y accéder,
- au niveau des noues sur au moins 50 cm de part et d'autre du fil d'eau, ainsi que le pourtour des évacuations d'eaux pluviales sur une emprise globale de 50 cm,
- sur 25 cm de part et d'autre de zones à rupture de pente (arête faîtière par exemple),
- au-dessus d'un joint de dilatation.

Dans la mesure où il est interdit de circuler et de marcher directement sur les modules photovoltaïques, afin de faciliter l'entretien sur et sous les modules photovoltaïques sur les toitures à faible(s) pente(s), il est prévu d'inclure sur la toiture des chemins de circulation autour des zones de modules photovoltaïques (voir aussi Figure 33 à Figure 36).

Il conviendra de respecter l'avis de la Commission Centrale de Sécurité de 2013 (CCS) sur la taille du champ photovoltaïque. Sa longueur ne doit pas faire plus de 30 m et sa surface doit être inférieure à 300 m².

2.10.5.3. Dimensionnement et mise en place des tôles d'acier nervurées

Se reporter au paragraphe 2.16.2.2.

2.10.5.4. Mise en place du complexe isolant-étanchéité

2.10.5.4.1. Mise en place du pare-vapeur

Le choix de la mise en œuvre du pare-vapeur se fait conformément au DTU 43.3 amendement A1. Il est mis en œuvre conformément au DTA « SOPRAFIX Bicouche ».

La mise en œuvre de bandes auto-adhésives comme solution pare-vapeur n'est pas autorisée.

2.10.5.4.2. Mise en place de l'isolant

Les épaisseurs des couches isolantes doivent être telles que le point de rosée se situe toujours au-dessus des TAN et du pare-vapeur.

Pour ne pas détériorer les panneaux qui reçoivent un passage fréquent pendant les travaux, il convient de les recouvrir provisoirement d'une protection rigide par exemple un platelage en bois.

Aucun panneau ne devra être utilisé s'il est humidifié dans son épaisseur.

Les panneaux seront recouverts par la première couche d'étanchéité dès leur pose.

Le tableau du § 2.3 donnant la limite de la charge climatique de neige normale maximale suivant les règles N65 de février 2009 admissible par le procédé SOPRASOLAR FIX EVO/FIX EVO TILT - TAN tient compte des contraintes admissibles sous charge maintenue des panneaux isolants soit :

- 17 kPa pour l'isolant ROCKACIER C NU, pour une épaisseur allant de 60 à 260 mm,
- 25,7 kPa pour l'isolant EFIGREEN ACIER, d'épaisseur allant de 120 à 240 mm.

Les panneaux isolants sont mis en œuvre conformément à leurs Avis Techniques et DTA respectifs. Ils sont posés jointifs et en quinconce, les joints filants de chaque lit sont posés perpendiculairement aux nervures. Les panneaux de chaque lit sont posés à joints décalés.

2.10.5.4.2.1. Cas de l'isolant ROCKACIER C NU en laine minérale nue

Les panneaux ROCKACIER C NU sont posés conformément à leur DTA.

- En un lit d'épaisseur 60 à 160 mm en format 1 200 mm x 1 000 mm, 2 400 mm x 600 mm, 2 400 mm x 1 200 mm.
- Ou en plusieurs lits sur un premier lit de ROCKACIER C NU pour une épaisseur totale maximale de 260 mm.

Les panneaux isolants ROCKACIER C NU sont posés jointifs et en quinconce les joints filants de chaque lit sont posés perpendiculairement aux nervures. Les panneaux de chaque lit sont posés à joints décalés.

Les panneaux sont fixés préalablement par au moins :

- 1 attelage de fixation centrale conforme au chapitre 2.5.3.1 par panneau de dimensions 1 200 mm x 1 000 mm, 2 400 mm x 600 mm,
- 2 attelages de fixation centraux conformes au chapitre 2.5.3.1 par panneau de dimensions 2 400 mm x 600 mm.

2.10.5.4.2.2. Cas de l'isolant EFIGREEN ACIER en polyisocyanurate

Les panneaux isolants d'EFIGREEN ACIER sont posés conformément à leur DTA. Les panneaux EFIGREEN ACIER se mettent en œuvre uniquement sur TAN pleine SOPRASTYL 74 et perforée 74P suivant les préconisations du §2.16.2.2.

Dans les locaux non soumis à la réglementation incendie d'un feu venant de l'intérieur du bâtiment, il convient de respecter les exigences du DTA EFIGREEN ACIER pour les détails de mise en œuvre notamment la partie fixation mécanique des panneaux :

- en 1 lit de 120 mm (minimum) à 160 mm par panneau de format 1 200 mm x 1 000 mm,
- en 2 lits jusqu'à 240 mm (avec un premier lit de 120 mm minimum). Formats 2 500 mm x 1 200 mm ou 1 200 mm x 1 000 mm.

Les panneaux isolants EFIGREEN ACIER sont posés jointifs et en quinconce, les joints filants de chaque lit sont posés perpendiculairement aux nervures. Les panneaux de chaque lit sont posés à joints décalés.

2.10.5.4.2.3. Détermination de la résistance thermique utile de l'isolant

Pour les bâtiments répondant aux exigences de la Réglementation Thermique en vigueur, il y a lieu de se référer aux Règles de calcul Th-U (fascicules 1 à 5), permettant de déterminer le coefficient de transmission surfacique global de la toiture (U_p).

Pour ce calcul, il faut se reporter aux DTA ROCKACIER C NU et EFIGREEN ACIER fixé mécaniquement.

2.10.5.4.3. Mise en place du revêtement d'étanchéité

La mise en œuvre doit être réalisée conformément aux descriptions du DTA "SOPRAFIX Bicouche" avec mise en œuvre d'une deuxième couche composée exclusivement d'un revêtement apparent SOPRALENE FLAM 180 AR (Fe) ou SOPRALENE FLAM 180 ALU.

L'usage en seconde couche du SOPRALENE FLAM 180 ALU n'appelle pas l'utilisation de précaution particulière des intervenants outre l'utilisation d'un tapis isolant pour le raccordement final de la rallonge des modules du champ photovoltaïque.

Il est rappelé que l'étanchéité n'est pas habilitée à intervenir sur l'installation photovoltaïque.

Le port des EPI et le respect de la mise en œuvre de la partie électrique décrite au §2.10.4 assure la sécurité des intervenants.

Le support doit être propre et sec. Il est impératif de veiller à l'absence d'humidité sur la surface des panneaux isolant, notamment par temps froid.

- Pose de la première couche SOPRAFIX HP

Les feuilles de première couche SOPRAFIX HP sont déroulées perpendiculairement aux nervures de la tôle d'acier nervurée et positionnées à recouvrement longitudinal de 10 cm.

Un lignage de recouvrement (repère A sur la Figure 21), tracé sur la feuille, guide le recouvrement.

Les recouvrements transversaux sont de 10 cm.

Les fixations (attelages comportant éléments de liaison et plaquettes associées) utilisables sont décrites au chapitre 2.5.3.1. Les fixations dites « solides au pas » sont obligatoires pour la mise en œuvre du procédé SOPRASOLAR FIX EVO/FIX EVO TILT - TAN.

Les feuilles SOPRAFIX HP sont fixées mécaniquement

- En lisière sous le recouvrement longitudinal (Figure 21) à raison d'un attelage de fixation mécanique par plage des TAN. Aucune règle d'adaptation de la densité de fixation n'est autorisée.

- À mi-lé, si la résistance au vent requise l'exige, avec des attelages et un espacement entre attelage identiques à ceux des fixations en lisière (une par plage de profil). Ces fixations complémentaires sont protégées par une pièce d'étanchéité de 0,15 m x 0,15 m ou une bande de 0,15 m de largeur, en SOPRAFIX HP soudée.

- Au pied de tous les relevés (acrotères, édifices, lanterneaux...), les attelages sont situés conformément à la Figure 22, avec l'extrémité de la plaquette à plus de 1 cm du bord du lé. Leur écartement dépend de la position du lé de SOPRAFIX HP. Lorsque le sens longitudinal du lé de SOPRAFIX HP est :

- Parallèle au relief ; leur écartement est de 22 cm,
- Perpendiculaire au relief ; il faut 3 fixations par lé, indépendamment de celle située dans le recouvrement.

- Pose de la seconde couche SOPRALENE FLAM 180 AR (Fe) ou SOPRALENE FLAM 180 ALU

Les feuilles de seconde couche sont soudées sur toute leur surface et les recouvrements longitudinaux sont d'au moins 6 cm soudés, décalés d'au moins 10 cm par rapport à ceux de la première couche ou croisés.

Les recouvrements transversaux sont de 10 cm, décalés entre eux d'au moins 20 cm : les jonctions en croix sont interdites et seules les jonctions en T sont admises.

- Mise hors d'eau en fin de journée

En fin de journée ou en cas d'intempéries, l'ouvrage en cours de réalisation doit être mis hors d'eau, c'est à dire à l'abri de tout risque de pénétration d'eau sous les couches déjà réalisées. À cet effet notamment :

- Les panneaux isolants sont recouverts par au moins la première couche du revêtement SOPRAPHIX HP.
- Les équerres de renfort de relevé en feuilles bitumineuses sont soudées le long de toutes les émergences, sur la première couche et sur le relief préalablement préparé.
- Dans le cas de relevés avec le procédé FLASHING, l'équerre de renfort par VOILE FLASHING est collée par la résine ALSAN FLASHING le long de toutes les émergences, sur la première couche préparée (film thermofusible éliminé) et sur le relief.
- Par ailleurs, la seconde couche d'étanchéité bitumineuse, au droit de l'entoilage FLASHING est collée à l'aide de la résine ALSAN FLASHING (500 g/m² ± 50 g/m²). Le relevé d'étanchéité en procédé FLASHING (900 g/m² + 700 g/m²) est ensuite mis en œuvre, sur cette deuxième couche bitumineuse, avec un talon ≥ à 0,15 m.
- La partie courante interrompue doit être fermée :
 - en la raccordant sur le pare-vapeur s'il existe un pare-vapeur adhérent par auto adhésivité (avec une bande de SOPRAPHIX HP soudée sur le pare-vapeur, par exemple),
 - en la soudant sur la TAN sur environ 10 cm de large en l'absence de pare vapeur, ou dans le cas d'un pare-vapeur indépendant.
- Il convient de veiller à ce que l'eau ait toujours la possibilité de s'évacuer sans accumulation.

- Relevés d'étanchéité

Les relevés en feuilles bitume ou avec le procédé Flashing sont réalisés conformément au DTA SOPRAPHIX Bicouche (Figure 22).

2.10.5.5. Mise en place du système de montage

Pose du plot SOPRASOLAR FIX EVO sur la membrane d'étanchéité SOPRALENE FLAM 180 AR (Fe) ou SOPRALENE FLAM 180 ALU

- Traçage

L'emplacement des plots doit être repéré par traçage au cordeau sur le revêtement d'étanchéité conformément aux informations fournies sur le plan d'exécution - calepinage des plots du procédé SOPRASOLAR FIX EVO/FIX EVO TILT – TAN établi par SOPRASOLAR.

Le quadrillage obtenu lors de ce tracé sur la zone du champ photovoltaïque permet de positionner les plots : l'emplacement du centre de chaque plot est matérialisé par l'intersection des lignes tracées (cf Figure 27 et Figure 28).

Les entraxes entre les plots SOPRASOLAR FIX EVO et la densité en plots SOPRASOLAR FIX EVO sous chaque module sont définis sur les Figure 3 à Figure 7 ainsi que schématisés sur les Figure 23 à Figure 26.

- Soudage du plastron des plots

Sur le revêtement avec une finition ardoisée SOPRALENE FLAM 180 AR (Fe), une fois les emplacements du pourtour des plastrons des plots repérés à l'aide d'une spatule, il est impératif de préparer l'adhésion des plastrons au revêtement d'étanchéité.

La surface ardoisée du revêtement d'étanchéité est noircie localement à l'intérieure des zones définies par le pourtour des plastrons repérés préalablement. Le noircissement du revêtement d'étanchéité est effectué à la flamme de chalumeau avec l'aide d'une spatule pour noyer les paillettes d'ardoises dans le revêtement d'étanchéité avec finition ardoisée.

La Figure 27 illustre la procédure.

Sur le revêtement avec une finition aluminium SOPRALENE FLAM 180 ALU, il suffit de découper la zone qui accueille le plot avec un cutter et de retirer la partie aluminium en la chauffant à l'aide d'un chalumeau et en la décollant totalement à partir des coins à l'aide d'une spatule.

Le plastron de chaque plot doit alors être soudé en plein sur les zones noircies et chauffées au chalumeau.

La Figure 28 illustre la procédure.

Mise en œuvre des rehausses et bloqueurs de rehausse dans le cas d'une pose avec modules inclinés TILT (cf Figure 29)

- Le plan de calepinage établi par SOPRASOLAR définit la position des plots SOPRASOLAR FIX EVO devant recevoir une rehausse 45 ou rehausse 200. Sur la base de ce plan, elles sont mises en place par coulisement dans la tête du plot en forme de rail.
- Le bloqueur de rehausse est ensuite mis en place sur chaque plot afin d'éviter que les rehausses ne puissent sortir du plot.

Mise en œuvre des modules photovoltaïques

Le procédé SOPRASOLAR FIX EVO/FIX EVO TILT – TAN permet l'utilisation de modules photovoltaïques rigides dans le respect des préconisations fournies par le fabricant de chaque module photovoltaïque concerné.

La mise en œuvre se fait conformément :

- à la notice de pose SOPRASOLAR,
- aux plans de calepinage fournis par SOPRASOLAR.

Suite à la mise en place des plots SOPRASOLAR FIX EVO, des rehausses 45, des rehausses 200 et des bloqueurs de rehausse dans le cas d'une pose TILT, il convient de mettre en place les modules photovoltaïques. Il est impératif qu'aucun module photovoltaïque ne soit mis en œuvre sur des zones à rupture de pente ou sur un joint de dilatation.

Les modules photovoltaïques doivent être positionnés sur les plots SOPRASOLAR FIX EVO éventuellement équipés de rehausse 45 ou rehausse 200 et de bloqueur de rehausse en respectant les porte-à-faux définis sur les Figure 3 à Figure 6. Suivant ces schémas, le jeu entre rangées de modules photovoltaïques sera de 19 mm au minimum.

Au besoin, les plots SOPRASOLAR FIX EVO sont réglés en hauteur en les dévissant de manière à ce que les modules reposent bien avec un jeu inférieur à 1,2 mm entre le plan défini par le module photovoltaïque et la zone d'appui du plot : au serrage des étriers, les modules ne doivent pas être vrillés ou gauchis.

La connexion des modules photovoltaïques se fait conformément au chapitre 2.10.4 au fur et à mesure de la pose des modules photovoltaïques avant leur fixation sur les plots ou les rehausses 45 et 200 équipant les plots SOPRASOLAR FIX EVO.

Les modules photovoltaïques sont fixés sur les plots ou les rehausses 45 et 200 par l'intermédiaire d'étriers (voir § 2.4.3.3) :

- finaux dans le cas de fixation des modules en extrémités de rangées de modules photovoltaïques,
- intermédiaires dans le cas où ils sont mis en œuvre entre 2 modules photovoltaïques,
- universels.

Les étriers se glissent dans la partie en forme de rail de la tête de plot ou des rehausses 45 ou 200 (Figure 30). Ils doivent être serrés sur les têtes de plot ou les rehausses 45 ou 200 et les modules photovoltaïques avec un couple de serrage égal à 14 ± 2 N.m (Figure 31).

La liaison équipotentielle des rehausses et du module est réalisée par exemple à l'aide d'une agrafe Terragrif sur la rehausse. Dans ce cas, l'agrafe Terragrif se clipse sur la rehausse autour de l'étrier (avant le positionnement du module). Le câble de terre est ensuite positionné dans l'agrafe Terragrif. C'est le serrage de l'étrier qui va réaliser le contact électrique entre les rehausses, le module et le cadre du module. La Figure 19 décrit la mise en œuvre.

Les câbles électriques des modules photovoltaïques ou des rallonges seront fixés à l'aide de collier de serrage type Rilsan traités UV sur les plots SOPRASOLAR FIX EVO (cf Figure 20) et/ou sur les modules photovoltaïques à l'aide de clip se fixant sur le retour du cadre aluminium des modules (cf Figure 32) afin que ni les câbles, ni aucun connecteur ne reposent directement sur le revêtement d'étanchéité, notamment pour que les câbles électriques ne reposent pas dans le plan ou les zones d'écoulement ou de rétention d'eau.

IMPORTANT : IL EST INTERDIT DE MARCHER SUR LES MODULES PHOTOVOLTAÏQUES.

2.11. Formation

La société SOPRASOLAR SAS impose systématiquement à ses clients une formation photovoltaïque théorique et pratique leur permettant d'appréhender les procédés photovoltaïques en général ainsi que le montage du procédé SOPRASOLAR FIX EVO/FIX EVO TILT - TAN (lecture des plans de calepinage mise en œuvre des plots dont réglage en hauteur, des caches plots, fixation des modules photovoltaïques). Cette formation consiste en :

- stages organisés au Centre de formation SOPREMA à Strasbourg,
- et/ou intervention de démonstrateurs – formateurs de chantier, ceci pour l'ensemble du processus de mise en œuvre.

Ces travaux pratiques permettent de travailler sous conditions réelles et selon les règles techniques en vigueur. Cela permet également de sensibiliser sur les risques professionnels et sur le respect des règles de sécurité.

À l'issue de cette formation, la société SOPRASOLAR SAS délivre une attestation nominative pour la mise en œuvre uniquement, le dimensionnement de l'ouvrage ne fait pas partie de la formation.

2.12. Assistance technique

SOPRASOLAR propose à tout client pour sa première installation photovoltaïque une assistance technique sur chantier, avec l'intervention pendant une journée d'un technicien formé. La société SOPRASOLAR assure ensuite une assistance technique sur demande de l'entreprise de pose.

La société assure ensuite sur demande une assistance technique téléphonique pour tous renseignements complémentaires. Le service technique de la société SOPRASOLAR SAS peut aussi apporter son assistance sur la partie étanchéité.

Pour chaque projet, SOPRASOLAR SAS fournit un plan de calepinage-implantation des plots et des modules photovoltaïques. À la demande de l'entreprise, la société SOPRASOLAR SAS fournira une note de calcul pour la vérification de la tenue aux sollicitations climatiques du complexe isolant-étanchéité et du système de montage.

SOPRASOLAR centralisera les remontées d'informations des différents chantiers quel que soit l'élément du procédé incriminé. En fonction de la complexité du sujet, SOPRASOLAR répondra directement ou sollicitera les services techniques des sociétés :

- ARCELORMITTAL CONSTRUCTION France
- ROCKWOOL
- SOPREMA SAS

2.13. Utilisation, entretien et réparation

2.13.1. Généralités

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

En cas d'intervention sur le procédé photovoltaïque nécessitant la dépose d'un module photovoltaïque, la procédure de déconnexion et de reconnexion électrique appliquée lors du remplacement d'un module doit être respectée (cf. § 2.13.4).

Il est impératif que les opérations de maintenance et de réparation soient effectuées par des intervenants qualifiés et habilités. Ces opérations requièrent des compétences en électricité et en étanchéité.

L'entretien des toitures est celui décrit par les DTU 43.3 et 43.5. Dans ce cas de toiture concernée par la production d'électricité, le maître d'ouvrage doit obligatoirement opter pour un contrat d'entretien : au minimum une visite semestrielle et maintenance éventuelle afin de contrôler l'état des modules photovoltaïques, l'état de l'étanchéité et des connexions électriques. Le contrat

d'entretien peut être confié à l'entreprise qui a réalisé l'ouvrage SOPRASOLAR FIX EVO/FIX EVO TILT – TAN ou toute entreprise agréée par la société SOPRASOLAR SAS.

2.13.2. Maintenance du champ photovoltaïque

Dans le cadre de l'entretien de la toiture au moins deux fois par an :

- Vérifier visuellement l'état d'encrassement des modules. Si ceux-ci sont sales, les nettoyer avec de l'eau à l'aide d'un arrosoir ou un jet d'eau dont la pression maximale ne peut excéder 3 bars (pression d'eau du réseau domestique). Il convient de retirer des modules les éventuels objets pouvant créer des ombrages même partiels.
- Vérification de l'étanchéité par un étancheur : Vérifier le bon état des différents éléments composant le système d'étanchéité, la libre circulation de l'eau au niveau des évacuations pluviales, des chéneaux, des noues et des plots SOPRASOLAR FIX EVO.
- Vérification du câblage par un électricien habilité.
- Vérification des fixations par un étancheur et/ou un électricien : vérifier la présence et la tenue de l'ensemble de la visserie.

2.13.3. Maintenance électrique

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

2.13.4. Remplacement d'un module

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

- Avant d'intervenir sur le champ photovoltaïque concerné par le défaut, il est impératif de procéder à la déconnexion de l'onduleur du réseau en ouvrant le disjoncteur AC placé entre l'onduleur et le compteur de production et de procéder à la déconnexion du champ photovoltaïque en enclenchant le sectionneur DC placé entre le champ photovoltaïque et l'onduleur.
- Démonter le module photovoltaïque au niveau des 4 ou 6 fixations. Il est impératif de prendre soin de bien caler les modules en attente de manutention afin qu'il n'y ait aucun risque de chute.
- Lors du démontage une attention particulière doit être portée à la qualité d'isolement des connecteurs débrosés afin d'éviter tout contact entre ceux-ci, avec les pièces métalliques de l'installation (cadre module, chemin de câble ...) et qu'ils ne reposent pas dans l'eau ou une zone humide.
- Le montage du module de remplacement sera réalisé conformément au présent Dossier.
- Après avoir mesuré la tension de la série de modules concernée pour s'assurer de la bonne connexion de l'ensemble et que la tension délivrée est conforme à la plage d'entrée de l'onduleur, on procédera à la reconnexion du champ photovoltaïque en enclenchant de nouveau l'interrupteur/sectionneur DC et en reconnectant l'onduleur au réseau en fermant le disjoncteur AC.

2.13.5. Remplacement d'un plot SOPRASOLAR FIX EVO

- Dans la zone concernée, retirer les modules conformément à la description du chapitre précédent. Le plot défectueux SOPRASOLAR FIX EVO doit être arraché de la manière suivante :
 - chauffer le plastron en périphérie,
 - avec une spatule, soulever la partie chauffée du plastron,
 - à l'aide de la flamme du chalumeau, chauffer de nouveau sous plastron et soulever en même temps le plot afin de désolidariser entièrement le plastron du revêtement d'étanchéité apparent.
- Le plot doit être remplacé conformément au présent Dossier Technique, après avoir reconstitué le revêtement d'étanchéité conformément au DTA du revêtement d'étanchéité SOPRAFIX Bicouche.
- La rehausse devra être réinsérée sur le plot avec son bloqueur (dans le cas d'un système TILT).
- Le montage des modules photovoltaïques sera réalisé conformément au présent Dossier Technique.

2.13.6. Remplacement de l'étanchéité

- Dans la zone concernée, retirer les modules conformément à la description du chapitre 2.13.4, les plots conformément à la description du chapitre 2.13.5.
- Remettre le revêtement d'étanchéité conformément au DTA SOPRAFIX Bicouche.
- Le montage des plots SOPRASOLAR FIX EVO et des modules photovoltaïques sera réalisé conformément au présent Dossier Technique.

2.14. Résultats expérimentaux

- Les modules photovoltaïques ont été vérifiés par le CSTB selon les critères d'acceptation du présent Avis Technique. La liste des références et les puissances sont indiquées dans la grille de vérification des modules en cours de validité, téléchargeable sur le site de la CCFAT sur la page de la [fiche détaillée de l'Avis Technique 21/21-75_V1](#) (voir § 1.2.3.3),
- Les modules photovoltaïques ont été testés selon la norme NF EN 61730 et certifiés comme appartenant à la classe II de sécurité électrique jusqu'à une tension maximum de 1 000 V DC.
- Essais de résistance à l'arrachement de la soudure du plastron SOPRASOLAR sur le revêtement d'étanchéité SOPRALENE FLAM 180 AR à 23°C et 60°C selon un protocole de la norme NF P 98-282 "Essais relatifs aux chaussées - Produits d'étanchéité pour ouvrages d'art - Mesure d'adhérence des produits au support - Essai en laboratoire ou in situ à vitesse de traction contrôlée" réalisés par MECASEM (rapports MECASEM n° OS/14/2230 et OS/15/0895).
- Essais de résistance à l'arrachement de la soudure du plastron SOPRASOLAR sur le revêtement d'étanchéité SOPRALENE FLAM 180 ALU à 23°C et 60°C selon un protocole de la norme NF P 98-282 "Essais relatifs aux chaussées - Produits

d'étanchéité pour ouvrages d'art - Mesure d'adhérence des produits au support - Essai en laboratoire ou in situ à vitesse de traction contrôlée" réalisés par MECASEM (rapports MECASEM n° 16-0341-OS-END et 16-0548-OS-END).

- Essais de résistance à neuf en traction et compression réalisés par le CETIM-CERMAT (rapports PV_MAT0005063-1, PV_MAT0005063-2, PV_MAT0005063-3, PV_MAT0005063-4, PV_MAT0014496-1, PV_MAT0014496-2) sur des plots SOPRASOLAR FIX EVO TILT soudés au revêtement SOPRALENE FLAM 180 AR.
- Essais de résistance, après vieillissement accéléré (2000 h à 85°C et 85% HR) sur des plots SOPRASOLAR FIX EVO TILT soudés au revêtement SOPRALENE FLAM 180 AR, en traction et compression réalisés par le CETIM-CERMAT (rapport PV_MAT0006291-1, PV_MAT0006291-2, PV_MAT0006291-3).
- Essais de résistance à neuf et vieilli en cisaillement réalisés par le CETIM-CERMAT (rapports PV_MAT0007626-1) sur des plots SOPRASOLAR FIX EVO TILT soudés au revêtement SOPRALENE FLAM 180 AR.
- Essai d'étanchéité des fixations du plastron sur plot SOPRASOLAR FIX EVO neuf soudé au revêtement d'étanchéité SOPRALENE FLAM 180 AR réalisé par le laboratoire MECASEM (rapport n° 16-0053-OS-END).
- Essai d'étanchéité des fixations du plastron sur plot SOPRASOLAR FIX EVO vieilli soudé au revêtement d'étanchéité SOPRALENE FLAM 180 AR réalisé par le laboratoire MECASEM (rapports n° 16-1759-OS-END-A et n° 16-1759-OS-END-B).
- Le procédé photovoltaïque a été testé en fatigue par MECASEM (rapports d'essais n° 16-1592-OS-END-B et 19-2375-OD-END).
- La résistance à la pression et à la dépression du vent du procédé photovoltaïque a été testé par le CEBTP selon la norme NF EN 12179 avec les modules de la grille de vérification (rapports d'essai n°BEB1.J.4026-3, BEB1.J.4026-4, BEB1.J.4026-5, BEB1.J.4026-7, BEB1.J.4026-9, BEB1.J.4026-10, BEB1.J.4026-12).
- Essais de tenue au vent du procédé selon l'ETAG006 (rapports CSTC n° CAR-15-166-3, CAR-19-186-6, CAR-19-186-7, CAR-19-186-10, TDI-20-018-02, TDI-20-018-03).
- Essais de résistance à la compression sous charge maintenue sur support discontinu (rapport MECASEM END/OS/17/1990 cas c VA pour le ROCKACIER C NU et MECASEM n°18-0064-OD-END-cas 6 pour l'EFIGREEN ACIER).
- Étude de la résistance mécanique des Tôles d'Acier Nervurées SOPRASTYL (notes de calcul de la société ArcelorMittal France et rapports SOCOTEC n°1809GP021000004 et 1509GP021000032)
- Étude du comportement en photovieillissement – rapport CNEP n°R2019-0373 SOPRASOLAR AT SC.
- Etude de l'évolution des propriétés mécaniques du matériau du plot SOPRASOLAR FIX EVO en photovieillissement – rapport CNEP n°R2020-0192 SB Jli AT.
- Rapport LCIE n°161353-736671 sur l'agrafe de mise à la terre Terragrif.

2.15. Références

2.15.1. Données Environnementales et sanitaires¹

La grille de vérification associée à cet Avis Technique indique en fonction des gammes de module indiquées s'il existe, pour le procédé « SOPRASOLAR FIX EVO/FIX EVO TILT - TAN » entier associé à chaque gamme de module, ou pour chaque gamme de modules isolément, une Déclaration Environnementale (DE) individuelle ou collective vérifiée par tierce partie indépendante.

Sans DE, le titulaire du procédé ne peut revendiquer aucune performance environnementale particulière.

Le produit Plot et plastron SOPRASOLAR FIX EVO fait l'objet d'une Déclaration Environnementale (DE) individuelle. Cette DE a été établie le 6/10/2019 et a fait l'objet d'une vérification par tierce partie indépendante selon l'arrêté du 31 août 2015 et est déposée sur le site www.inies.fr.

Les données issues des DE ont notamment pour objet de servir au calcul des impacts environnementaux des ouvrages dans lesquels les procédés visés sont susceptibles d'être intégrés.

Les profils SOPRASTYL 46, 56, 74 et SOPRASTYL 74P font l'objet d'une Fiche de Déclaration Environnementale et Sanitaire (FDES) conforme aux normes ISO 14026, NF EN 15804+A1 et son complément national XP P 01-064 / CN. Cette fiche est collective et a fait l'objet d'une auto-déclaration. Elle a été établie en décembre 2015 par l'Enveloppe Métallique du Bâtiment assisté par PwC. Cette fiche est disponible sur simple demande auprès des services techniques d'ARCELORMITTAL CONSTRUCTION France.

2.15.2. Autres références

Le procédé photovoltaïque est fabriqué depuis décembre 2013 pour la configuration SOPRASOLAR FIX EVO - TAN et depuis début 2017 pour la configuration SOPRASOLAR FIX EVO TILT - TAN.

Environ 600 000 m² du procédé SOPRASOLAR FIX EVO/FIX EVO TILT - TAN ont été installés en France à ce jour, ce qui représente environ 500 000 plots soudés.

¹ Non examiné par le Groupe Spécialisé dans le cadre de cet Avis.

2.16. Annexes du Dossier Technique

2.16.1. Tableaux

SOMMAIRE DES TABLEAUX

Tableau 1 – Guide de choix des matériaux selon l'exposition atmosphérique.....	28
Tableau 2 – Guide de choix du classement au feu des revêtements des profilés SOPRASTYL 46, 56, 74 et 74P.....	28
Tableau 3 – Quantitatif des composants du système.....	29
Tableau 4 – Plot SOPRASOLAR FIX EVO.....	33
Tableau 5 – Caractéristique du plastron du plot SOPRASOLAR FIX EVO	34
Tableau 6 – Caractéristiques des rehausses et bloqueur	34
Tableau 7 – Guide de choix des aciers revêtus pour les profilés SOPRASTYL 46, 56, 74 et 74P en fonction de l'ambiance intérieure dans le cas de bâtiments fermés	36
Tableau 8 – Guide de choix des aciers revêtus pour les profilés SOPRASTYL 46, 56, 74 et 74P en fonction de l'atmosphère extérieure dans le cas de bâtiments ouverts	37
Tableau 9 – Valeur de dépression en daN/m ² à prendre en compte en vent normal pour la vérification des profilés SOPRASTYL (selon les règles V65 modifiées 2009)	38
Tableau 10 – Valeur de dépression en daN/m ² à prendre en compte en vent normal pour la vérification des fixations des profilés SOPRASTYL sur la charpente (selon les règles V65 modifiées).....	38

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

Tableau 1 – Guide de choix des matériaux selon l'exposition atmosphérique

Composants concernés	Matériau	Atmosphères extérieures							Spéciale
		Rurale non pollué	Industrielle ou urbaine		Marine				
			Normale	Sévère	20 km à 10 km	10 km à 3 km	Bord de mer* (<3 km)	Mixte	
Rehausse, étrier, cadre des modules PV	Aluminium 6060 T6, 6060 T66, 6063 T6	●	●	-	●	●	□	-	□
	Aluminium 6060 T6 anodisé	●	●	-	●	●	●	-	□
Partie réglable du plot Soprasolar Fix Evo	Polyamide 6 – Chargé à 30% en FV	●	●	-	●	●	□	-	□
Visserie	Acier inoxydable A2	●	●	-	●	●	□	-	□
Visserie	Acier inoxydable A4	●	●	-	●	●	●	-	□
Terragrif	Acier inoxydable	●	●	-	●	●	□	-	□

Les expositions atmosphériques sont définies dans la norme NF P 24-351.

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

Tableau 2 – Guide de choix du classement au feu des revêtements des profilés SOPRASTYL 46, 56, 74 et 74P

Revêtement	Epaisseur maxi. profil (mm)	Euroclasse	Origine	Epaisseur maxi. Isolation (MWR,MWG) ⁽¹⁾ (mm)
Métallique	-	A1	CWT (NF EN 14782)	-
Intérieur	1,50	A1	CWFT (NF EN 14782)	160
Hairplus	1,50	A1	CWFT (NF EN 14782)	160
Keyron 100-150	1,00	C-s3,d0	CWFT (NF EN 14782)	160
Keyron 200	1,00	C-s3,d0	CWFT (NF EN 14782)	160

⁽¹⁾ Conditions d'application conformes à la norme NF EN 14782

Tableau 3 – Quantitatif des composants du système

Composant	Quantité	Fournisseur	Image	Voir dans dossier technique
TAN élément porteur d'étanchéité SOPRASTYL 46, 56, 74 et 74P		ARCELORMITTAL Construction France		§2.5.1

Tableau 3 (suite) – Quantitatif des composants du système

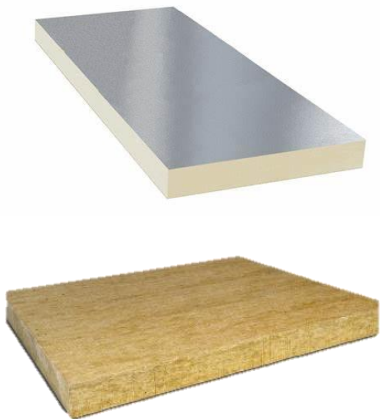
Pare vapeur		SOPREMA			§2.5.2
			Exemple : Elastovap	Exemple : Sopravap Stick ALU	
Isolant EFIGREEN ACIER ou ROCKACIER C NU		SOPREMA ou ROCKWOOL			§2.5.3
Revêtement d'étanchéité		SOPREMA			§2.5.4
			Soprafix HP	Sopralène Flam 180 AR (FE)	
					
				Sopralène Flam 180 ALU	

Tableau 3 (suite) – Quantitatif des composants du système

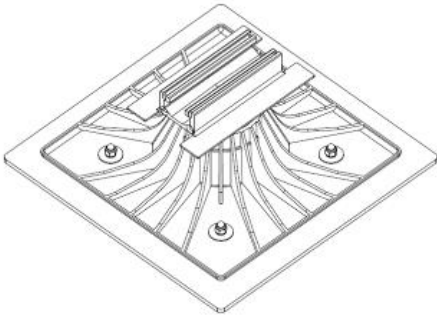
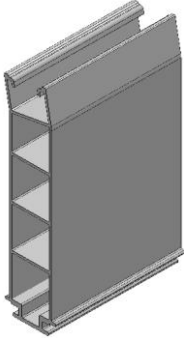
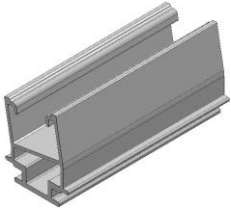
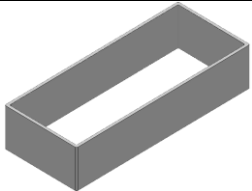
Attelage de fixation mécanique (vis + rondelles solides au pas) de la première couche d'étanchéité SOPRAFIX HP		-		§2.5.3.1
Plot Soprasolar Fix EVO	p : nombre de plots m : nombre de module p = 2m+2	Soprasolar		§2.4.3.1
Rehausse 200 mm	p/2	Soprasolar		§2.4.3.2
Rehausse 45 mm	p/2	Soprasolar		§2.4.3.2
Bloqueur de rehausse	p	Soprasolar		§2.4.3.2

Tableau 3 (suite) – Quantitatif des composants du système

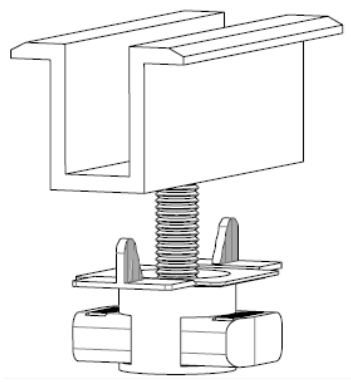
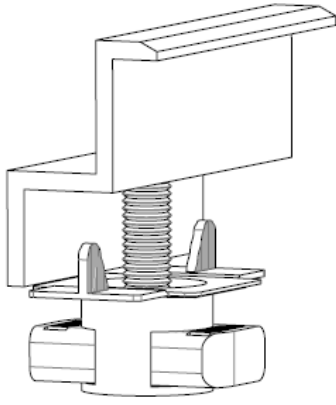
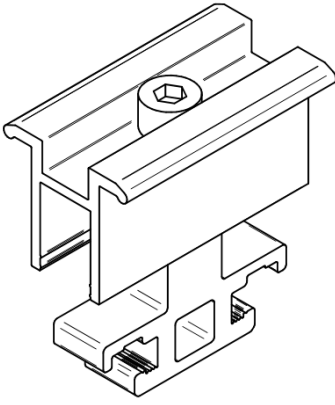
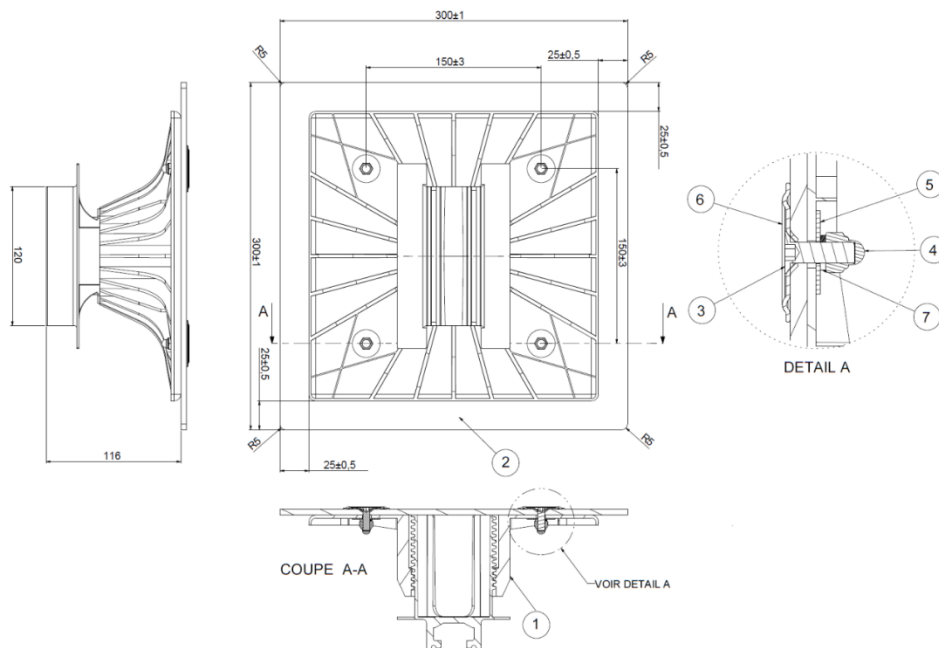
Étrier intermédiaire	i : nombre d'étrier intermédiaire $m \geq 2$ $i = 2m - 2$	Soprasolar		§2.4.3.3
Étriers finaux	4 par ligne ininterrompu de module	Soprasolar		§2.4.3.3
Étriers universels (remplace les étriers intermédiaires et finaux si choisi)	u: nombre d'étrier universel $u = 2m + 2$	Soprasolar		§2.4.3.3
Modules PV	m	Soprasolar		Voir grille des modules associée à cet Avis Technique

Tableau 4 – Plot SOPRASOLAR FIX EVO

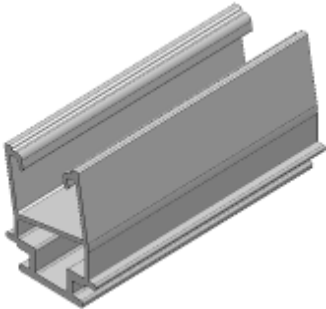
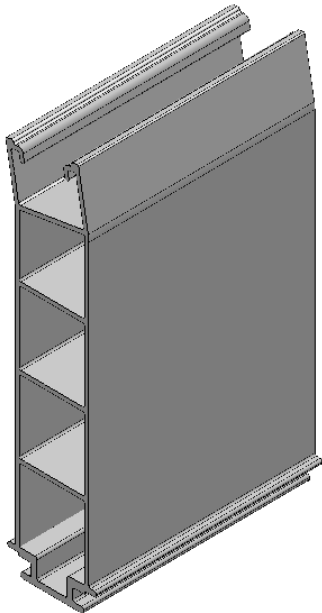
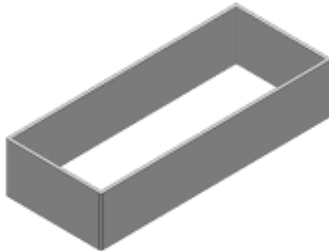
Item	Désignation	Quantité	Matériau
1	Embase et tête réglables	1	Polyamide 6 chargé à 30% de fibres de verre
2	Plastron SOPRASOLAR	1	SEBS avec armature polyester non-tissé
3	Vis métaux M6×20 TX30	4	inox A2
4	Écrou borgne frein M6	4	inox A2
5	Rondelle 24×6,4×1,2	4	inox A2
6	Rondelle 40×6×1,2	4	Acier galvanisé
7	Rondelle GROWER M6	4	inox A2

PLASTRON SOPRASOLAR	
Composition	
Armature	Polyester non-tissé 250g/m ²
Liant	Mélange de bitume et de polymères thermoplastiques SEBS
Dimensions	300±1 mm x 300±1 mm
Épaisseur minimale (sur ardoises)	4,7 mm
Masse (indicative)	0,6 kg
Face supérieure	Paillette d'ardoises noires
Face inférieure	Film Thermofusible
Caractéristiques (VLF*)	
Force maximale à rupture en traction (EN 12311-1) - Longitudinale - Transversale	800 N / 5 cm 800 N / 5 cm
Allongement à la rupture (EN 12311-1) - Longitudinal - Transversal	40% 40%
Résistance à la déchirure au clou (EN 12310-1) - Longitudinale - Transversale	250 N 250 N
Température limite de souplesse à froid (EN 1109) - à neuf - Etat vieilli (6 mois à 70°C) (guide UEATc de dec 2001)	Pas de fissure à -10°C Pas de fissure à 0°C
Tenue à la chaleur à neuf (EN 1110) - à neuf - vieilli (6 mois à 70°C) (guide UEATc de dec 2001)	+ 95°C + 90°C
Résistance au poinçonnement statique (NF P 84-352)	25 kg (L4)
Résistance au poinçonnement dynamique (NF P 84-353)	20 J (D3)
Résistance au pelage avec membrane d'étanchéité SOPRALENE FLAM 180 AR de Soprema (EN 12316-1) - Etat neuf - Etat vieilli (28 jours à 80°C)	100 N / 5 cm 100 N / 5 cm
* Valeur Limite du Fabricant : valeur susceptible d'être fournie dans le cadre du système qualité	

Tableau 5 – Caractéristique du plastron du plot SOPRASOLAR FIX EVO

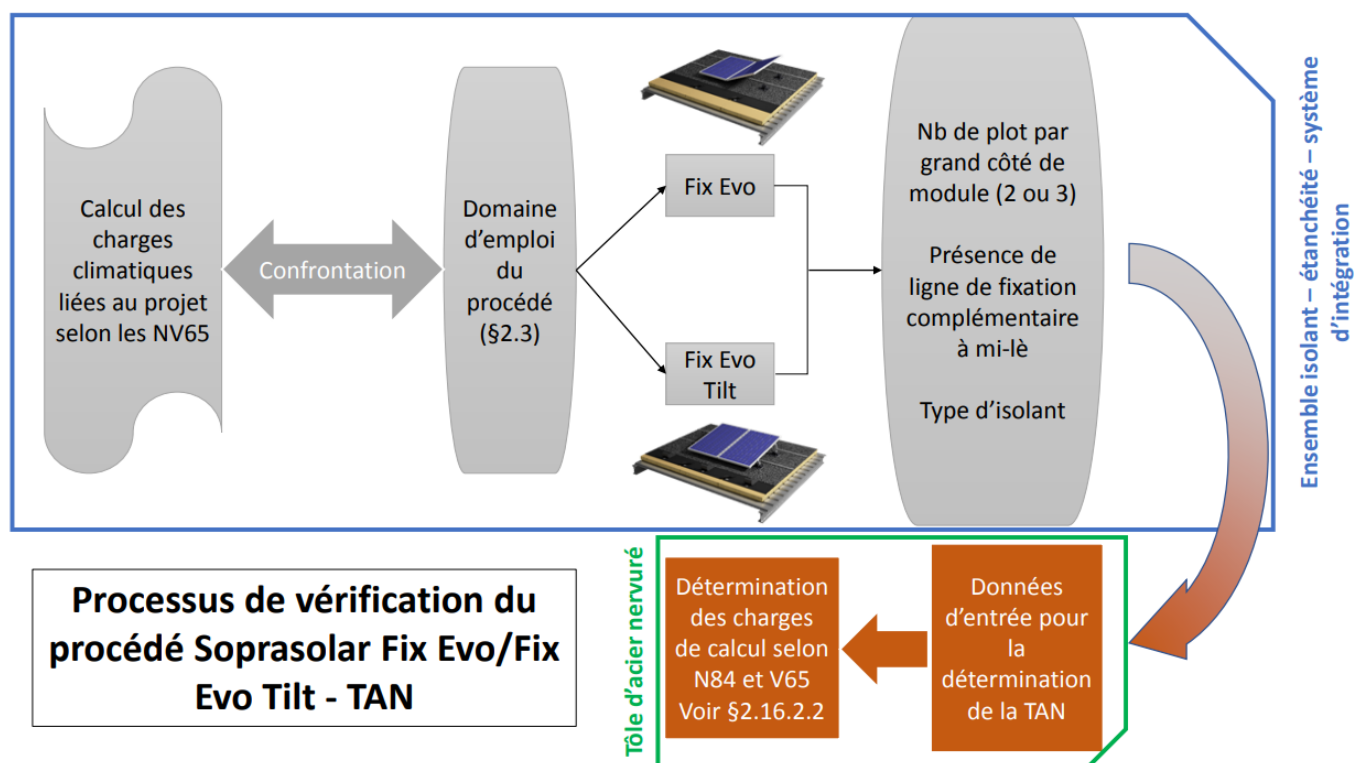
Caractéristiques	Valeur spécifiée à l'état initial	Valeur spécifiée après 6 mois à +70°C
Ramollissement TBA (avec anneau à épaulement)	$\geq 110^{\circ}\text{C}$	$\geq 110^{\circ}\text{C}$
Pénétrabilité à +25°C (indicatif)	20 à 40 1/10 mm	
Température limite de pliage à froid	$\leq -10^{\circ}\text{C}$	$\leq 0^{\circ}$

Tableau 6 – Caractéristiques des rehausse et bloqueur

Composant	REHAUSSE 45	REHAUSSE 200	BLOQUEUR REHAUSSE
Matériaux	Aluminium 6060 T6 brut ou anodisation 20µm	Aluminium 6060 T6 brut ou anodisation 20µm	Aluminium 6060 T6 brut ou anodisation 20µm
Section	Environ 534 mm ²	Environ 1335 mm ²	Environ 591 mm ²
Hauteur	58 mm	206 mm	27 mm
Longueur	120 mm	120 mm	125 mm
Masse d'une pièce	0,17 kg	0,43 kg	0,04 kg
Visuel			

2.16.2. Dimensionnement

2.16.2.1. Processus de vérification du procédé



2.16.2.2. Mise en œuvre et dimensionnement des TAN SOPRASTYL

2.16.2.2.1. Revêtement des profils

Le choix du revêtement des profils doit être conforme au guide de choix présenté au Tableau 7 et au Tableau 8 ci-dessous, et aux préconisations d'ARCELORMITTAL CONSTRUCTION FRANCE dans les cas où l'avis du fabricant est sollicité.

■ : revêtement adapté

○ : revêtement dont le choix définitif ainsi que les caractéristiques particulières doivent être arrêtées après consultation et accord de la société ARCELORMITTAL CONSTRUCTION France

■ : revêtement non adapté

Tableau 7 – Guide de choix des aciers revêtus pour les profils SOPRASTYL 46, 56, 74 et 74P en fonction de l'ambiance intérieure dans le cas de bâtiments fermés

GUIDE DE CHOIX DES REVETEMENTS VIS-A-VIS DES AMBIANCES INTERIEURES						
	Matière		Non agressive			Faiblement agressive
	Revêtement métallique	Revêtement organique	Faible hygrométrie	Moyenne hygrométrie	Forte hygrométrie	Forte hygrométrie
METALLIQUES	Z 180	/	■	■	■	■
	Z 275	/	■	■	○	■
	ZM EVOLUTION 80	/	■	■	■	■
	ZM EVOLUTION 120	/	■	■	■	■
	ZM EVOLUTION 175	/	■	■	○	■
ORGANIQUES (envers de bande : classe II ou CP12)	Z 100	Intérieur 12	■	○	■	■
	Z 225	Intérieur 12	■	■	■	■
	ZM EVOLUTION 60		■	■	■	■
	Z 225	Hairplus	■	■	○	■
	ZM EVOLUTION 100		■	■	○	■
	Z 225	Hairultra	■	■	■	■
	ZM EVOLUTION 120		■	■	■	■
	Z 225	Authentic	■	■	■	■
	ZM EVOLUTION 120		■	■	■	■
	Z 225	Edyxo	■	■	■	■
	ZM EVOLUTION 120		■	■	■	■
	Z 225	Naturel	■	■	■	■
	ZM EVOLUTION 120		■	■	■	■
	Z 225	Hairflon 25	■	■	○	■
	ZM EVOLUTION 100		■	■	○	■
	Z 225	Hairflon 35	■	■	■	■
	ZM EVOLUTION 120		■	■	■	■
	Z 225	Keyron 150	■	■	■	■
	ZM EVOLUTION 120		■	■	■	■
	Z 225	Keyron 200	■	■	■	■
	ZM EVOLUTION 120		■	■	■	■
	Z 225	Hairexcel	■	■	■	■
	ZM EVOLUTION 120		■	■	■	■
	Z 225	Intense	■	■	■	■
	ZM EVOLUTION 120		■	■	■	■
	Z 225	Pearl	■	■	■	■
	ZM EVOLUTION 120		■	■	■	■
	Z 275	Sinéa	■	■	■	■
	ZM EVOLUTION 120		■	■	■	■
	Z 225	Irysa	■	■	■	■
	ZM EVOLUTION 120		■	■	■	■
	ZM EVOLUTION 140	R'Unik	■	■	■	■

Note : les revêtements ZM EVOLUTION sont définis dans l'ETPM « ZMevolution® »

Tableau 8 – Guide de choix des aciers revêtus pour les profils SOPRASTYL 46, 56, 74 et 74P en fonction de l'atmosphère extérieure dans le cas de bâtiments ouverts

GUIDE DE CHOIX DES REVETEMENTS VIS-A-VIS DES ATMOSPHERES EXTERIEURES											
	Matière		Rurale non polluée	Urbaine et industrielle		Marine				Spéciale	
	Revêtement métallique	Revêtement organique		Normale	Sévère	20 à 10 km	10 à 3 km	Bord de mer (3 à 1 km) (1)	Mixte	Fort U.V.	Particulière
METALLIQUE	Z 350	/	■	○	—	○	—	—	—	(2)	—
	ZM EVOLUTION 175	/	■	○	—	○	—	—	—	(2)	—
	ZM EVOLUTION 250	/	■	■	○	■	○	○	○	(2)	○
	ZM EVOLUTION 275	/	■	■	○	■	○	○	○	(2)	○
ORGANIQUES (envers de bande : classe II)	Z 225	Hairplus	■	■	—	■	○	—	—	○	—
	ZM EVOLUTION 100		■	■	○	■	■	—	—	—	○
	Z 225	Hairultra	■	■	○	■	■	■	○	■	○
	ZM EVOLUTION 120		■	■	○	■	■	■	○	■	○
	Z 225	Authentic	■	■	○	■	■	■	○	■	○
	ZM EVOLUTION 120		■	■	○	■	■	■	○	■	○
	Z 225	Edyxo	■	■	○	■	■	■	○	■	○
	ZM EVOLUTION 120		■	■	○	■	■	■	○	■	○
	Z 225	Naturel	■	■	○	■	■	■	○	■	○
	ZM EVOLUTION 120		■	■	○	■	■	■	○	■	○
	Z 225	Hairflon 25	■	■	—	■	○	—	—	○	—
	ZM EVOLUTION 100		■	■	○	■	■	—	—	—	○
	Z 225	Hairflon 35	■	■	○	■	■	■	○	■	○
	ZM EVOLUTION 120		■	■	○	■	■	■	○	■	○
	Z 225	Keyron 200	■	■	○	■	■	■	○	○	○
	ZM EVOLUTION 120		■	■	○	■	■	■	○	—	○
	Z 225	Hairexcel	■	■	○	■	■	■	○	■	○
	ZM EVOLUTION 120		■	■	○	■	■	■	○	■	○
	Z 225	Intense	■	■	○	■	■	■	○	■	○
	ZM EVOLUTION 120		■	■	○	■	■	■	○	■	○
	Z 225	Pearl	■	■	○	■	■	■	○	■	○
	ZM EVOLUTION 120		■	■	○	■	■	■	○	■	○
	Z 275	Sinéa	■	■	○	■	■	■	○	■	○
	ZM EVOLUTION 120		■	■	○	■	■	■	○	■	○
	Z 225	Irysa	■	■	○	■	■	■	○	■	○
	ZM EVOLUTION 120		■	■	○	■	■	■	○	■	○
	ZM EVOLUTION 140	R'Unik	■	■	○	■	■	■	○	■	○
(1) Pour les zones situées à moins de 1 km du littoral, nous consulter											
(2) Non déterminant pour le choix											

Note : les revêtements ZM EVOLUTION sont définis dans l'ETPM « ZMevolution® »

2.16.2.2.2. Détermination des charges de calcul

- Charge de montage

Les charges de montage utilisées pour la détermination des portées utiles sont celles de la norme NF DTU 43.3 P1-1.

- Charges permanentes

Les charges permanentes comprennent les charges gravitaires dues au complexe d'isolation, du revêtement d'étanchéité, des pièces du procédé SOPRASOLAR FIX EVO/FIX EVO TILT – TAN et des panneaux photovoltaïques, mis en œuvre sur les profils SOPRASTYL. Le poids propre du profil est directement intégré aux vérifications.

- Charges descendantes d'exploitation et charge climatique de neige

La charge descendante de calcul en situation normale est la charge de neige normale déterminée conformément aux prescriptions des Règles Neige N 84 (modificatif de février 2009) avec un minimum de 50 daN/m².

La charge descendante de calcul en situation accidentelle est déterminée conformément aux prescriptions des Règles Neige N 84 (modificatif de février 2009).

- Charges ascendantes pour les profils élément porteur d'étanchéité

Les valeurs de dépression normale à prendre en compte pour la vérification des profils SOPRASTYL sont celles obtenues à partir des charges de vent déterminées en zones de rives pour un vent parallèle aux génératrices de la toiture. Des valeurs pré-calculées, obtenues par l'application des règles simplifiées, sont données dans le Tableau 9 ci-dessous.

Tableau 9 – Valeur de dépression en daN/m² à prendre en compte en vent normal pour la vérification des profils SOPRASTYL (selon les règles V65 modifiées 2009)

Type de bâtiment	Hauteur en mètre	Zones (vent)							
		1		2		3		4	
		Site		Site		Site		Site	
		Normal	Exposé	Normal	Exposé	Normal	Exposé	Normal	Exposé
Bâtiments fermés	≤ 10	47	64	57	73	71	88	85	101
	≤ 15	52	70	62	81	78	97	93	112
	≤ 20	56	75	67	87	84	105	100	120
Bâtiments ouverts	≤ 10	69	94	83	108	104	130	125	149
	≤ 15	76	103	92	119	114	143	137	164
	≤ 20	82	111	99	128	123	154	148	177

Les valeurs de dépression normale à prendre en compte pour la vérification des fixations des profils sur la charpente des profils SOPRASTYL sont celles obtenues à partir des charges de vent déterminées pour la vérification des profils complétées par les zones de rives pour un vent perpendiculaire aux génératrices de la toiture. Des valeurs pré-calculées, pour les zones de rive, obtenues par l'application des règles simplifiées, sont données dans le Tableau 10 ci-dessous.

Tableau 10 – Valeur de dépression en daN/m² à prendre en compte en vent normal pour la vérification des fixations des profils SOPRASTYL sur la charpente (selon les règles V65 modifiées)

Type de couverture	Type de bâtiment	Hauteur en mètre	Zones (vent)							
			1		2		3		4	
			Site		Site		Site		Site	
			Normal	Exposé	Normal	Exposé	Normal	Exposé	Normal	Exposé
Versants plans	Bâtiments fermés	≤ 10	76	103	91	118	114	142	137	164
		≤ 15	84	113	100	130	125	156	150	180
		≤ 20	90	122	108	141	135	169	162	194
	Bâtiments ouverts	≤ 10	89	121	107	139	134	167	161	193
		≤ 15	98	133	118	153	147	184	177	212
		≤ 20	106	143	127	165	159	199	191	229

Dans tous les cas la détermination des charges ascendantes s'effectue en fonction :

- des caractéristiques géométriques du bâtiment à savoir : son élancement (proportions), la perméabilité à l'air de ses parois (bâtiment ouvert ou fermé), sa hauteur au faîtage,
- de la zone de vent (1, 2, 3, ou 4) et du site (normal ou exposé), la notion de site protégé n'est pas prise en compte pour ce procédé.

On entend par bâtiment d'élancement courant ($\lambda \leq 2,5$), un bâtiment dont les dimensions respectent toutes les conditions suivantes :

- toiture à un ou deux versants,
- $\gamma_0 < 1$ au sens des Règles V 65 avec modificatif n°4 de février 2009,
- $h/a < 2,5$ avec a = longueur du bâtiment et h = hauteur du bâtiment,
 $f \leq h/2$, avec f = flèche de la toiture du bâtiment.

2.16.2.2.3. Mise en œuvre des profils SOPRASTYL

La mise en œuvre des profils est conforme à le DTU 43.3 P1-1, modifiée ou complétée par ce dossier technique.

- Cas général

Le dimensionnement de l'élément porteur du complexe de toiture constitué d'un profil SOPRASTYL doit comprendre ces 3 vérifications :

- vérification des portées sous charges descendantes (normales et accidentelles),
- vérification des portées sous charges ascendantes,
- vérification de la densité de fixations à l'ossature.

Les vérifications des portées de profil sont à réaliser à l'aide des fiches techniques spécifiques données au § 2.16.2.2.8. Pour les cas non prévus par ces dernières (autres charges, travées inégales, chargements non uniformes, etc), une étude doit être réalisée au cas par cas par le service technique d'ARCELORMITTAL CONSTRUCTION FRANCE.

Les porte-à-faux sont autorisés dans les mêmes limites que celles du DTU 43.3 (1/10e de la portée, limité à 0,30 m), avec un couturage de la partie en porte-à-faux à 10 cm environ de l'extrémité du profil.

2.16.2.2.4. Fixation à la structure porteuse

Toutes les nervures des profils SOPRASTYL sont fixées sur chaque appui avec des fixations conformes au chapitre 2.5.1.2.

La vérification à réaliser est la suivante, et tient compte des particularités de transmission des charges propres au système SOPRASOLAR FIX EVO :

$$1,35 \times L \times (1,75 \times D - (p_{PL} + g + p_{UR})) \leq 2 \times P_k / \gamma_m$$

avec

- L (m) : portée d'utilisation du profil SOPRASTYL,
- D (daN/m²) : dépression calculée due au vent normal selon les règles NV65 modifiées 2009 en rives avec un vent perpendiculaire aux génératrices de toiture équipée de modules photovoltaïques (cf Tableau 10),
- p_{PL} (daN/m²) : charge permanente appliquée par les plots sur le profil,
- g (daN/m²) : poids propre du profil,
- p_{UR} (daN/m²) : charge permanente appliquée uniformément sur le profil,
- P_k (daN) : résistance caractéristique à l'arrachement des assemblages, déterminée conformément à la norme NF P 30-314,
- γ_m : coefficient de matériau, dont la valeur varie en fonction de l'épaisseur et de la nature de l'élément porteur :
 - $\gamma_m = 1,20$ dans l'élément porteur acier d'épaisseur > 3 mm,
 - $\gamma_m = 1,35$ dans l'élément porteur acier d'épaisseur $\geq 1,5$ mm et ≤ 3 mm, et dans le bois.

Dans tous les cas, les vérifications précises peuvent être réalisées au cas par cas par l'assistance technique d'ARCELORMITTAL CONSTRUCTION FRANCE.

2.16.2.2.5. Couturage des profils

Chaque profilé élément porteur d'étanchéité SOPRASTYL sera couturé avec les profilés voisins au niveau des emboîtements longitudinaux avec des fixations conformes au chapitre 5.5.2 du DTU 43.3 P1-2 et avec un entraxe maximum entre fixation de 75 cm dans le sens longitudinal des recouvrements. Dans le cas de coupe longitudinale des tôles, lorsque la nervure doit être reconstituée (porte-à-faux de la plage coupée supérieur à 0,10 m), l'assemblage est assuré par couturage tous les 50 cm (voir DTU 43.3 P1-1).

Dans tous les cas, la répartition des coutures entre appuis doit rester équilibrée.

2.16.2.2.6. Points singuliers

Les points singuliers, en ce qui concerne les profils SOPRASTYL, sont conformes à la norme NF DTU 43.3 P1-1.

2.16.2.2.7. Guide de vérification du domaine d'emploi pour la partie tôle d'acier nervurée – profils SOPRASTYL 46, 56, 74 et 74P

La toiture équipée de modules photovoltaïques avec le procédé SOPRASOLAR FIX EVO TILT-TAN doit présenter une portée maximale admissible pour les profils SOPRASTYL 46, 56, 74 et 74P correspondant à la plus petite valeur de portées déterminées par les méthodes ci-après présentées à l'étape 1 (neige normale et accidentelle) et à l'étape 2 (vent).

Remarque : ne pas omettre la vérification de la fixation des TAN sur la charpente (voir étape 2)

- Étape 1 : vérification en charge descendante (charge de neige normale et accidentelle)

Diagramme de vérification à la charge de neige normale « s »

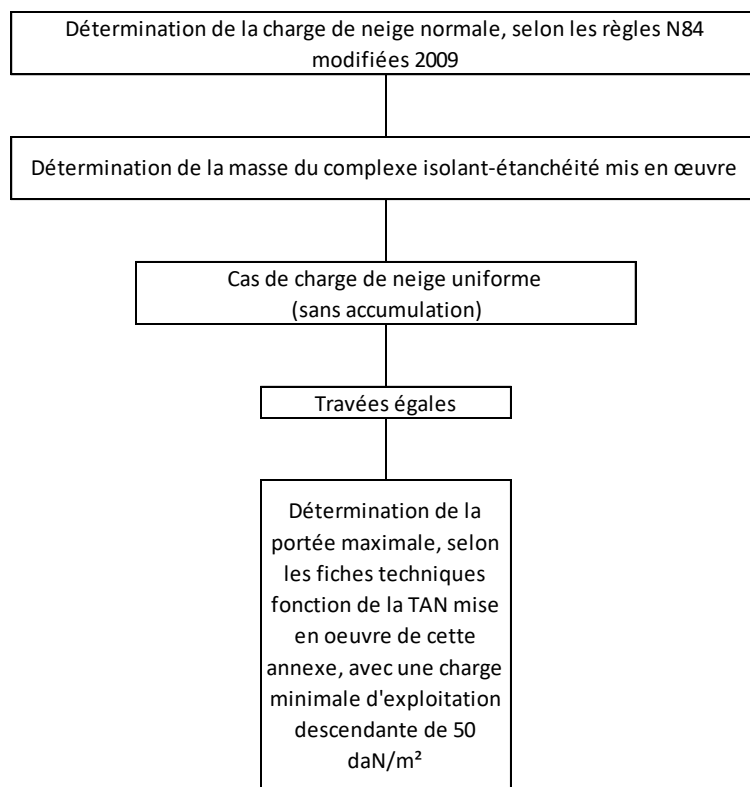
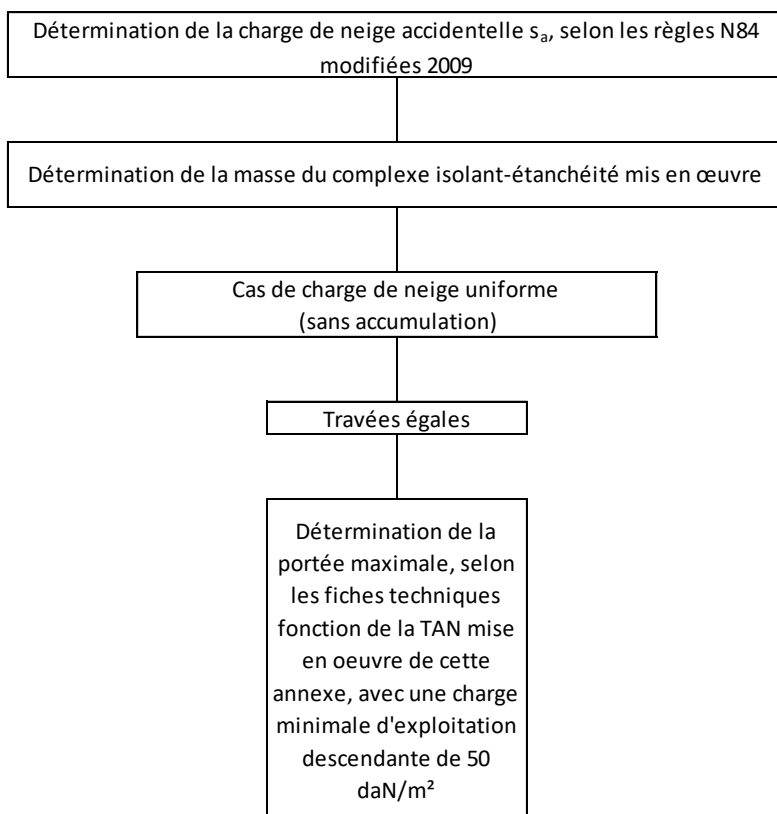
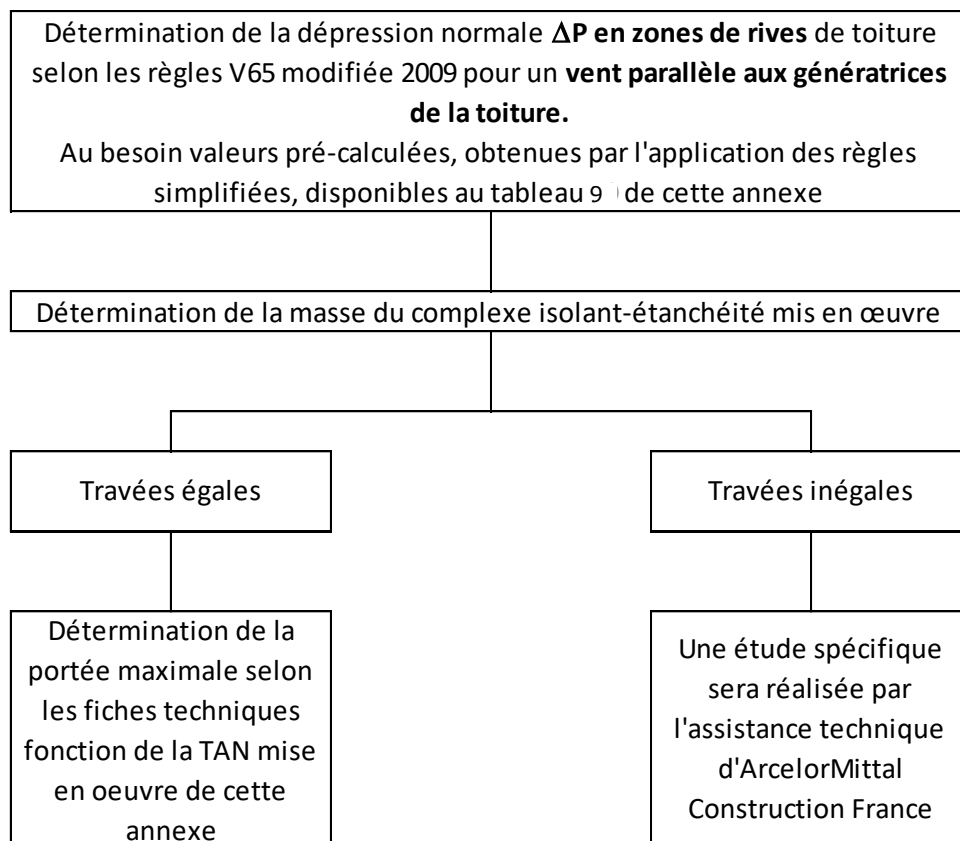


Diagramme de vérification à la charge de neige accidentelle « s_a »

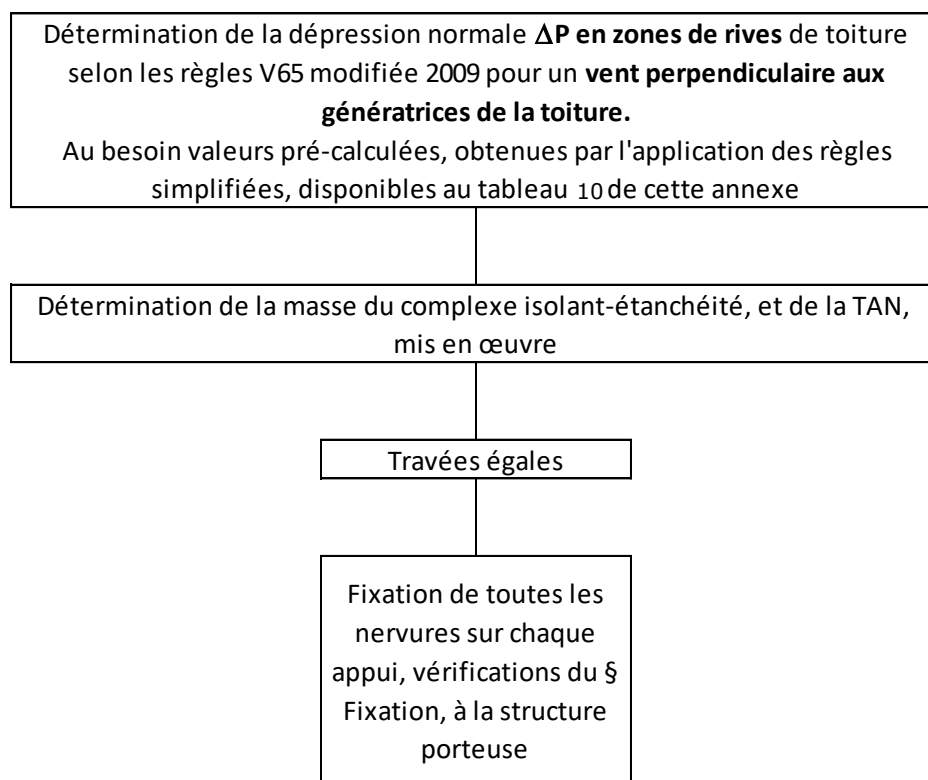


- **Étape 2** : vérification en charge ascendante (dépression)

- Vérification des portées des TAN



- Vérification des fixations des TAN sur la charpente



2.16.2.2.8. Fiche technique et tableau de portée des profils SOPRASTYL

Les tableaux de portées donnés dans les Fiches Techniques de cette annexe, donnent des valeurs enveloppe couvrant toutes les dispositions de montage revendiquées.

Les charges nécessaires à l'utilisation des tableaux de portées sont :

- charge descendante : valeur de neige normale issue des Règles N84 (modificatif de février 2009),
- charge accidentelle : valeur de neige accidentelle éventuelle issue des Règles N84 (modificatif de février 2009),
- charge ascendante : valeur de dépression due à l'effet du vent normal issue des Règles V65 (modificatif de février 2009), l'application de règles simplifiées permet d'obtenir les valeurs pré-calculées du Tableau 9,
- poids cumulés de l'isolation thermique, du pare vapeur éventuel et du revêtement d'étanchéité.

Les charges permanentes dues au poids propre du profil SOPRASTYL et au poids propre du procédé photovoltaïque sont prises en compte implicitement dans ces tableaux de portées. Les valeurs retenues pour l'obtention des portées maximales d'utilisation sont :

- 15 daN/m² pour les vérifications sous la charge descendante et sous la neige accidentelle,
- 12 daN/m² pour les vérifications sous les charges ascendantes.

Le dimensionnement du profil SOPRASTYL doit comprendre les vérifications suivantes :

- vérification des portées sous charge descendante ;
- vérification des portées sous charge de neige accidentelle éventuelle ;
- vérification des portées sous charge ascendante ;
- vérification de la tenue à l'arrachement des fixations à l'ossature.

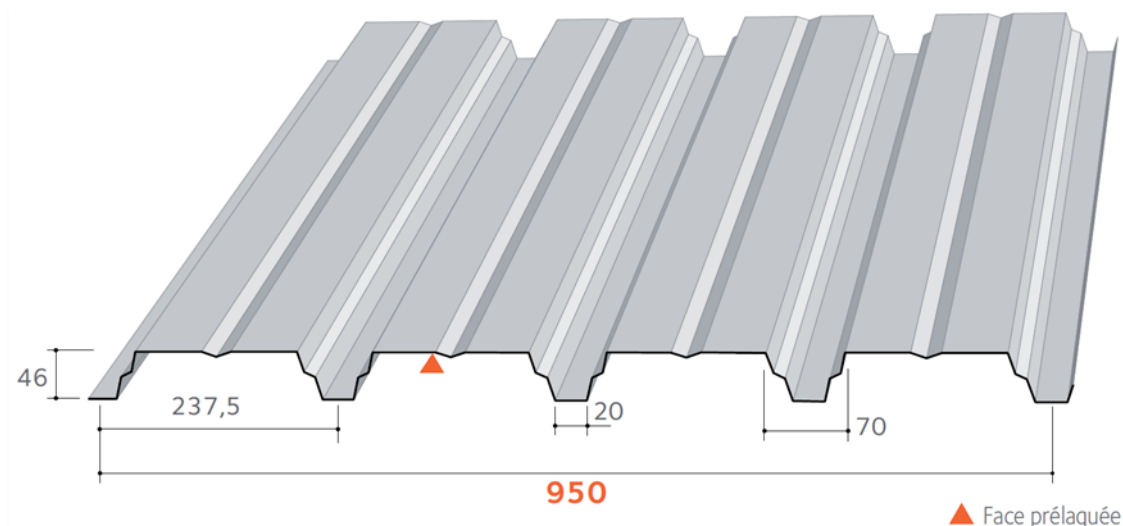
• Profils SOPRASTYL 46



Version du 24/02/21

SUPPORT SOPRASTYL 46

POSE A PLAT OU TILT



MASSE SURFACIQUE

Epaisseur (mm)	0,75	0,88	1,00	1,25
M kg/m ²	7,34	8,62	9,79	12,24

MATERIAU DE BASE

CARACTERISTIQUES DU MATERIAU DE BASE		REFERENTIEL
Nuance d'acier	S 320 GD	NF EN 10346
Revêtements	Galvanisé	NF EN 10346 NF P 34-310
	Galvanisé - Prélaqué	NF EN 10169 + A1 NF P 34-301
	ZM Evolution nu ZM Evolution prélaqué	ETPM en cours de validité

PARTICULARITES DE MISE EN ŒUVRE

- * Largeur minimale d'appui de 60 mm, fixation complète sur chaque appui, espacement maximum de courrage de 0,75 m
- * Modules photovoltaïques conformes au Dossier Technique de l'AT en cours de validité
- * Dispositions de montage du procédé photovoltaïque conforme au Dossier Technique de l'AT en cours de validité
- * Isolant sur la TAN : uniquement ROCKACIER C nu d'épaisseur minimale 60 mm

TABLEAU D'UTILISATION (pour travées égales) - Charges déterminées conformément aux Règles N84 et V65

		SOPRASTYL 46 - POSE A PLAT OU TILT													
		CHARGES DE CALCUL (daN/m²)	POIDS ISOLANT + ETANCHEITE (daN/m²)	2 APPUIS				3 APPUIS				4 APPUIS ET PLUS			
				0,75	0,88	1,00	1,25	0,75	0,88	1,00	1,25	0,75	0,88	1,00	1,25
CHARGE DESCENDANTE ⁽¹⁾	50	15	2,35	2,45	2,55	2,75	2,90	3,05	3,20	3,40	2,80	2,95	3,05	3,30	
		25	2,30	2,40	2,55	2,70	2,85	3,00	3,15	3,35	2,75	2,90	3,00	3,25	
		35	2,25	2,40	2,50	2,65	2,80	2,95	3,10	3,35	2,70	2,85	2,95	3,20	
		46	2,25	2,35	2,45	2,65	2,80	2,95	3,05	3,30	2,65	2,80	2,90	3,15	
	75	15	2,10	2,25	2,35	2,50	2,65	2,75	2,90	3,10	2,50	2,65	2,75	3,00	
		25	2,10	2,20	2,30	2,45	2,60	2,75	2,85	3,05	2,50	2,65	2,75	2,95	
		35	2,05	2,20	2,25	2,45	2,55	2,70	2,80	3,05	2,45	2,60	2,70	2,90	
		46	2,05	2,15	2,25	2,40	2,55	2,70	2,80	3,00	2,45	2,55	2,70	2,90	
	100	15	1,95	2,05	2,15	2,30	2,40	2,55	2,65	2,85	2,30	2,45	2,55	2,75	
		25	1,95	2,05	2,15	2,30	2,40	2,55	2,65	2,85	2,30	2,45	2,55	2,75	
		35	1,95	2,05	2,10	2,30	2,40	2,50	2,65	2,85	2,30	2,40	2,50	2,70	
		46	1,90	2,00	2,10	2,25	2,30	2,50	2,60	2,80	2,30	2,40	2,50	2,70	
	125	15	1,80	1,90	2,00	2,15	2,25	2,35	2,45	2,65	2,15	2,25	2,35	2,55	
		25	1,80	1,90	2,00	2,15	2,25	2,35	2,45	2,65	2,15	2,25	2,35	2,55	
		35	1,80	1,90	2,00	2,15	2,15	2,35	2,45	2,65	2,15	2,25	2,35	2,55	
		46	1,80	1,90	2,00	2,15	2,00	2,35	2,45	2,65	2,00	2,25	2,35	2,55	
CHARGE DE NEIGE ACCIDENTELLE ⁽¹⁾	80	15	2,35	2,45	2,55	2,75	2,90	3,05	3,20	3,40	2,80	2,95	3,05	3,30	
		25	2,30	2,40	2,55	2,70	2,85	3,00	3,15	3,35	2,75	2,90	3,00	3,25	
		35	2,25	2,40	2,50	2,65	2,80	2,95	3,10	3,35	2,70	2,85	2,95	3,20	
		46	2,25	2,35	2,45	2,65	2,80	2,95	3,05	3,30	2,65	2,80	2,90	3,15	
	100	15	2,35	2,45	2,55	2,75	2,90	3,05	3,20	3,40	2,80	2,95	3,05	3,30	
		25	2,30	2,40	2,55	2,70	2,85	3,00	3,15	3,35	2,75	2,90	3,00	3,25	
		35	2,25	2,40	2,50	2,65	2,80	2,95	3,10	3,35	2,70	2,85	2,95	3,20	
		46	2,25	2,35	2,45	2,65	2,80	2,95	3,05	3,30	2,65	2,80	2,90	3,15	
	125	15	2,35	2,45	2,55	2,75	2,85	3,05	3,20	3,40	2,80	2,95	3,05	3,30	
		25	2,30	2,40	2,55	2,70	2,70	3,00	3,15	3,35	2,70	2,90	3,00	3,25	
		35	2,25	2,40	2,50	2,65	2,55	2,90	3,10	3,35	2,55	2,85	2,95	3,20	
		46	2,25	2,35	2,45	2,65	2,40	2,80	3,00	3,30	2,40	2,80	2,90	3,15	
	150	15	2,25	2,40	2,55	2,75	2,50	2,85	3,05	3,35	2,50	2,85	3,05	3,30	
		25	2,20	2,35	2,50	2,70	2,35	2,75	2,95	3,30	2,35	2,75	2,95	3,25	
		35	2,15	2,30	2,45	2,65	2,25	2,60	2,90	3,20	2,25	2,60	2,90	3,20	
		46	2,10	2,25	2,40	2,65	2,15	2,50	2,80	3,15	2,15	2,50	2,80	3,15	
CHARGE DE DEPRESSION ⁽²⁾	50	15	2,35	2,50	2,60	2,80	2,95	3,10	3,25	3,45	2,80	2,95	3,10	3,30	
		25	2,35	2,45	2,55	2,75	2,90	3,05	3,20	3,40	2,80	2,95	3,05	3,25	
		35	2,30	2,40	2,50	2,70	2,85	3,00	3,15	3,35	2,75	2,90	3,00	3,25	
		46	2,25	2,40	2,50	2,65	2,80	2,95	3,10	3,30	2,70	2,85	2,95	3,20	
	75	15	2,35	2,50	2,60	2,80	2,95	3,10	3,25	3,45	2,80	2,95	3,10	3,30	
		25	2,35	2,45	2,55	2,75	2,90	3,05	3,20	3,40	2,80	2,95	3,05	3,25	
		35	2,30	2,40	2,50	2,70	2,85	3,00	3,15	3,35	2,75	2,90	3,00	3,25	
		46	2,25	2,40	2,50	2,65	2,80	2,95	3,10	3,30	2,70	2,85	2,95	3,20	
	100	15	2,35	2,50	2,60	2,80	2,80	3,10	3,25	3,45	2,80	2,95	3,10	3,30	
		25	2,35	2,45	2,55	2,75	2,90	3,05	3,20	3,40	2,80	2,95	3,05	3,25	
		35	2,30	2,40	2,50	2,70	2,85	3,00	3,15	3,35	2,75	2,90	3,00	3,25	
		46	2,25	2,40	2,50	2,65	2,80	2,95	3,10	3,30	2,70	2,85	2,95	3,20	
	125	15	1,80	2,15	2,45	2,80	2,10	2,45	2,85	3,45	2,10	2,45	2,85	3,30	
		25	1,90	2,25	2,55	2,75	2,25	2,70	3,10	3,40	2,25	2,70	3,05	3,25	
		35	2,00	2,40	2,50	2,70	2,45	2,95	3,15	3,35	2,45	2,90	3,00	3,25	
		46	2,15	2,40	2,50	2,65	2,75	2,95	3,10	3,30	2,70	2,85	2,95	3,20	

⁽¹⁾ : charge permanente due aux modules PV et aux plots SOPRASOLAR FIX EVO prise égale à 15 daN/m²⁽²⁾ : charge permanente due aux modules PV et aux plots SOPRASOLAR FIX EVO prise égale à 12 daN/m²

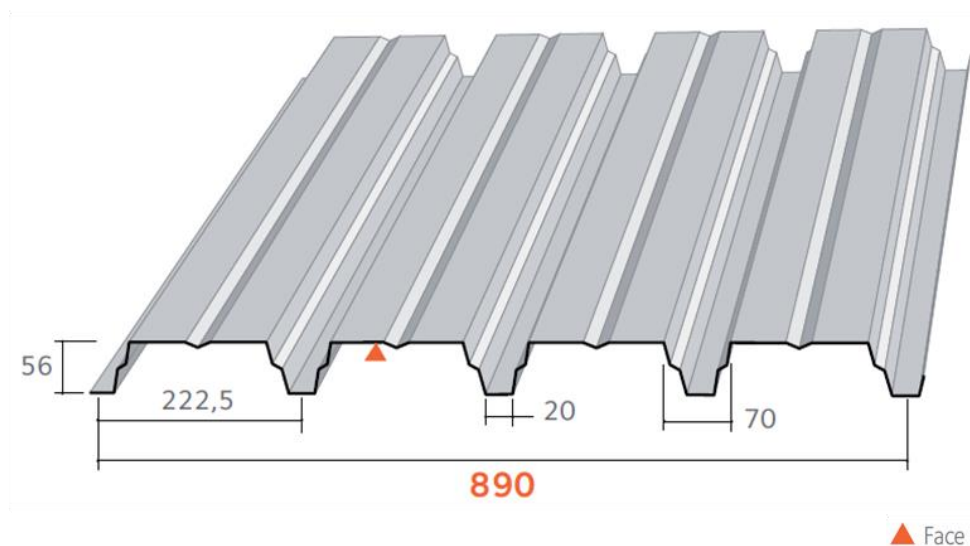
- Profils SOPRASTYL 56



Version du 24/02/

SUPPORT SOPRASTYL 56

POSE A PLAT OU TILT



MASSE SURFACIQUE

Epaisseur (mm)	0,75	0,88	1,00	1,25
M kg/m²	7,84	9,20	10,45	13,07

MATERIAU DE BASE

CARACTERISTIQUES DU MATERIAU DE BASE		REFERENTIEL
Nuance d'acier	S 320 GD	NF EN 10346
Revêtements	Galvanisé	NF EN 10346 NF P 34-310
	Galvanisé - Prélaqué	NF EN 10169 + A1 NF P 34-301
	ZM Evolution nu	ETPM en cours de validité
	ZM Evolution prélaqué	

PARTICULARITES DE MISE EN ŒUVRE

- * Largeur minimale d'appui de 60 mm, fixation complète sur chaque appui, espacement maximum de courrage de 0,75 m
- * Modules photovoltaïques conformes au Dossier Technique de l'AT en cours de validité
- * Dispositions de montage du procédé photovoltaïque conforme au Dossier Technique de l'AT en cours de validité
- * Isolant sur la TAN : uniquement ROCKACIER C nu d'épaisseur minimale 60 mm

TABLEAU D'UTILISATION (pour travées égales) - Charges déterminées conformément aux Règles N84 et V65

SOPRASTYL 56 - POSE A PLAT OU TILT														
	CHARGES DE CALCUL (daN/m²)	POIDS ISOLANT + ETANCHEITE (daN/m²)	2 APPUIS				3 APPUIS				4 APPUIS ET PLUS			
			EPAISSEUR (mm)											
			0,75	0,88	1,00	1,25	0,75	0,88	1,00	1,25	0,75	0,88	1,00	1,25
CHARGE DESCENDANTE ⁽¹⁾	50	15	2,85	3,00	3,10	3,35	3,75	3,95	4,10	4,40	3,50	3,65	3,80	4,10
		25	2,80	2,95	3,05	3,25	3,65	3,85	4,00	4,30	3,40	3,60	3,75	4,00
		35	2,75	2,90	3,00	3,20	3,60	3,80	3,95	4,25	3,35	3,55	3,70	3,95
		46	2,70	2,85	2,95	3,15	3,55	3,75	3,90	4,15	3,30	3,45	3,60	3,90
	75	15	2,55	2,70	2,80	3,05	3,40	3,60	3,70	4,00	3,15	3,30	3,45	3,70
		25	2,55	2,65	2,80	3,00	3,35	3,55	3,65	3,95	3,10	3,30	3,40	3,65
		35	2,50	2,65	2,75	2,95	3,30	3,50	3,65	3,90	3,05	3,25	3,35	3,60
		46	2,47	2,60	2,70	2,90	3,25	3,45	3,60	3,85	3,05	3,20	3,35	3,55
	100	15	2,40	2,50	2,60	2,80	3,15	3,30	3,45	3,70	2,95	3,10	3,20	3,45
		25	2,35	2,50	2,60	2,80	3,10	3,30	3,40	3,70	2,90	3,05	3,20	3,40
		35	2,35	2,45	2,55	2,75	3,10	3,25	3,40	3,65	2,85	3,00	3,15	3,40
		46	2,30	2,45	2,55	2,75	2,95	3,20	3,35	3,60	2,85	3,00	3,10	3,35
	125	15	2,20	2,35	2,45	2,65	2,90	3,10	3,20	3,45	2,70	2,85	3,00	3,20
		25	2,20	2,35	2,45	2,65	2,90	3,10	3,20	3,45	2,70	2,85	3,00	3,20
		35	2,20	2,30	2,40	2,60	2,75	3,05	3,20	3,45	2,70	2,85	2,95	3,20
		46	2,20	2,30	2,40	2,60	2,60	3,00	3,15	3,40	2,60	2,80	2,95	3,15
CHARGE DE NEIGE ACCIDENTELLE ⁽¹⁾	80	15	2,85	3,00	3,10	3,35	3,75	3,95	4,10	4,40	3,50	3,65	3,80	4,10
		25	2,80	2,95	3,05	3,25	3,65	3,85	4,00	4,30	3,40	3,60	3,75	4,00
		35	2,75	2,90	3,00	3,20	3,60	3,80	3,95	4,25	3,35	3,55	3,70	3,95
		46	2,70	2,85	2,95	3,15	3,55	3,75	3,90	4,15	3,30	3,45	3,60	3,90
	100	15	2,85	3,00	3,10	3,35	3,75	3,95	4,10	4,40	3,50	3,65	3,80	4,10
		25	2,80	2,95	3,05	3,25	3,65	3,85	4,00	4,30	3,40	3,60	3,75	4,00
		35	2,75	2,90	3,00	3,20	3,60	3,80	3,95	4,25	3,35	3,55	3,70	3,95
		46	2,70	2,85	2,95	3,15	3,55	3,75	3,90	4,15	3,30	3,45	3,60	3,90
	125	15	2,85	3,00	3,10	3,35	3,70	3,95	4,10	4,40	3,50	3,65	3,80	4,10
		25	2,80	2,95	3,05	3,25	3,45	3,85	4,00	4,30	3,40	3,60	3,75	4,00
		35	2,75	2,90	3,00	3,20	3,30	3,80	3,95	4,25	3,30	3,55	3,70	3,95
		46	2,70	2,85	2,95	3,15	3,10	3,60	3,90	4,15	3,10	3,45	3,60	3,90
	150	15	2,75	2,95	3,10	3,35	3,20	3,70	4,10	4,40	3,20	3,65	3,80	4,10
		25	2,70	2,90	3,05	3,25	3,05	3,55	4,00	4,30	3,05	3,55	3,75	4,00
		35	2,65	2,85	3,00	3,20	2,90	3,35	3,80	4,25	2,90	3,35	3,70	3,95
		46	2,55	2,75	2,95	3,15	2,75	3,20	3,60	4,15	2,75	3,20	3,60	3,90
CHARGE DE DEPRESSION ⁽²⁾	50	15	2,85	3,00	3,15	3,35	3,80	4,00	4,15	4,45	3,50	3,70	3,85	4,15
		25	2,80	2,95	3,10	3,30	3,70	3,90	4,10	4,35	3,45	3,65	3,80	4,05
		35	2,75	2,90	3,05	3,25	3,65	3,85	4,00	4,30	3,40	3,55	3,70	4,00
		46	2,70	2,85	3,00	3,20	3,60	3,75	3,95	4,20	3,35	3,50	3,65	3,90
	75	15	2,85	3,00	3,15	3,35	3,80	4,00	4,15	4,45	3,50	3,70	3,85	4,15
		25	2,80	2,95	3,10	3,30	3,70	3,90	4,10	4,35	3,45	3,65	3,80	4,05
		35	2,75	2,90	3,05	3,25	3,65	3,85	4,00	4,30	3,40	3,55	3,70	4,00
		46	2,70	2,85	3,00	3,20	3,60	3,75	3,95	4,20	3,35	3,50	3,65	3,90
	100	15	2,85	3,00	3,15	3,35	3,80	4,00	4,15	4,45	3,50	3,70	3,85	4,15
		25	2,80	2,95	3,10	3,30	3,70	3,90	4,10	4,35	3,45	3,65	3,80	4,05
		35	2,75	2,90	3,05	3,25	3,65	3,85	4,00	4,30	3,40	3,55	3,70	4,00
		46	2,70	2,85	3,00	3,20	3,60	3,75	3,95	4,20	3,35	3,50	3,65	3,90
	125	15	2,50	2,95	3,15	3,35	3,05	3,65	3,95	4,40	3,05	3,65	3,85	4,15
		25	2,65	2,95	3,10	3,30	3,35	3,75	4,05	4,35	3,35	3,65	3,80	4,05
		35	2,75	2,90	3,05	3,25	3,55	3,85	4,00	4,30	3,40	3,55	3,70	4,00
		46	2,70	2,85	3,00	3,20	3,60	3,75	3,95	4,20	3,35	3,50	3,65	3,90

(1) : charge permanente due aux modules PV et aux plots SOPRASOLAR FIXEVO prise égale à 15 daN/m²

(2) : charge permanente due aux modules PV et aux plots SOPRASOLAR FIXEVO prise égale à 12 daN/m²

⁽¹⁾ : charge permanente due aux modules PV et aux plots SOPRASOLAR FIX EVO prise égale à 15 daN/m²⁽²⁾ : charge permanente due aux modules PV et aux plots SOPRASOLAR FIX EVO prise égale à 12 daN/m²

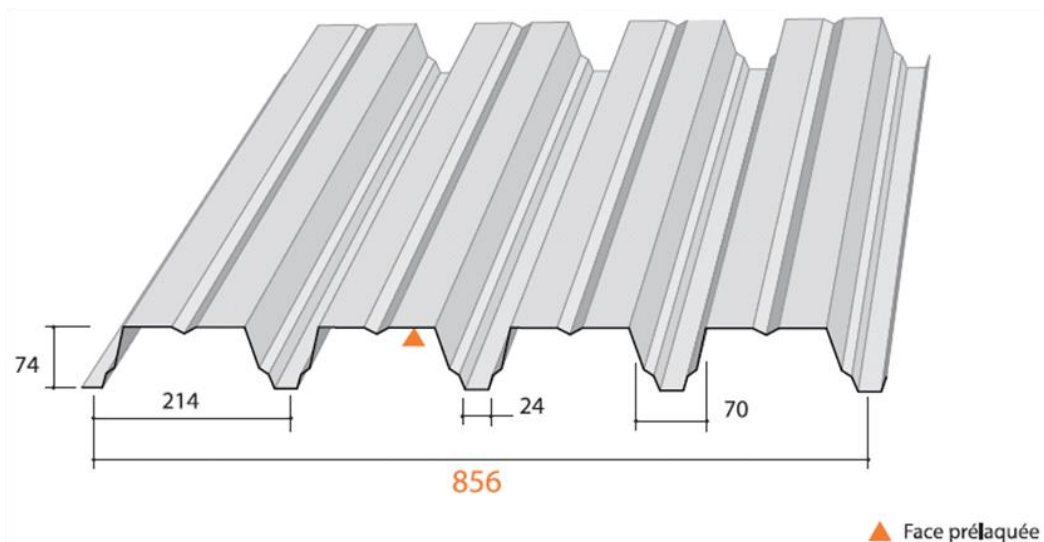
• SOPRASTYL 74



Version du 24/02/2

SUPPORT SOPRASTYL 74

POSE A PLAT OU TILT



MASSE SURFACIQUE

Epaisseur (mm)	0,75	0,88	1,00	1,25
M kg/m ²	8,94	10,49	11,92	14,90

MATERIAU DE BASE

CARACTERISTIQUES DU MATERIAU DE BASE		REFERENTIEL
Nuance d'acier	S 320 GD	NF EN 10346
Revêtements	Galvanisé	NF EN 10346 NF P 34-310
	Galvanisé - Prélaqué	NF EN 10169 + A1 NF P 34-301
	ZM Evolution nu	ETPM en cours de validité
	ZM Evolution prélaqué	

PARTICULARITES DE MISE EN ŒUVRE

- * Largeur minimale d'appui de 60 mm, fixation complète sur chaque appui, espacement maximum de couturage de 0,75 m
- * Modules photovoltaïques conformes au Dossier Technique de l'AT en cours de validité
- * Dispositions de montage du procédé photovoltaïque conforme au Dossier Technique de l'AT en cours de validité
- * Isolant sur la TAN : ROCKACIER C NU d'épaisseur minimale 60 mm ou EFIGREEN ACIER d'épaisseur minimale 120 mm



ArcelorMittal

Version du 24/02/21

ArcelorMittal Construction France

TABLEAU D'UTILISATION (pour travées égales) - Charges déterminées conformément aux Règles N84 et V65

	SOPRASTYL 74 - POSE A PLAT OU TILT													
	CHARGES DE CALCUL (daN/m²)	POIDS ISOLANT + ETANCHEITE (daN/m²)	2 APPUIS				3 APPUIS				4 APPUIS ET PLUS			
			EPAISSEUR (mm)											
			0,75	0,88	1,00	1,25	0,75	0,88	1,00	1,25	0,75	0,88	1,00	1,25
CHARGE DESCENDANTE ⁽¹⁾	50	15	3,25	3,45	3,60	3,85	3,95	4,20	4,40	4,70	3,85	4,10	4,25	4,55
		25	3,20	3,40	3,55	3,80	3,70	4,00	4,25	4,65	3,70	4,00	4,20	4,50
		35	3,15	3,35	3,50	3,75	3,35	3,85	4,05	4,50	3,35	3,85	4,05	4,45
		46	3,10	3,30	3,40	3,65	3,05	3,50	3,90	4,30	3,05	3,50	3,90	4,30
	75	15	2,95	3,10	3,25	3,50	3,20	3,70	3,95	4,25	3,20	3,70	3,85	4,15
		25	2,95	3,10	3,20	3,45	2,95	3,40	3,80	4,20	2,95	3,40	3,80	4,10
		35	2,85	3,05	3,20	3,40	2,70	3,15	3,55	4,05	2,70	3,15	3,55	4,05
		46	2,65	3,00	3,15	3,35	2,50	2,90	3,30	3,90	2,50	2,90	3,30	3,90
	100	15	2,70	2,90	3,00	3,25	2,60	3,05	3,40	3,95	2,60	3,05	3,40	3,85
		25	2,55	2,85	3,00	3,20	2,45	2,85	3,20	3,85	2,45	2,85	3,20	3,80
		35	2,40	2,80	2,95	3,20	2,30	2,65	3,00	3,70	2,30	2,65	3,00	3,70
		46	2,25	2,65	2,95	3,15	2,15	2,50	2,80	3,45	2,15	2,50	2,80	3,45
	125	15	2,30	2,65	2,80	3,00	2,20	2,55	2,90	3,55	2,20	2,55	2,90	3,55
		25	2,20	2,55	2,80	3,00	2,10	2,45	2,75	3,35	2,10	2,45	2,75	3,35
		35	2,05	2,40	2,70	3,00	1,95	2,30	2,60	3,20	1,95	2,30	2,60	3,20
		46	1,95	2,30	2,55	3,00	1,85	2,15	2,45	3,00	1,85	2,15	2,45	3,00
	150	15	/	2,30	2,60	2,85	1,90	2,25	2,50	3,10	1,90	2,25	2,50	3,10
		25	/	2,20	2,50	2,85	1,80	2,10	2,40	2,95	1,80	2,10	2,40	2,95
		35	/	2,10	2,40	2,85	1,75	2,00	2,30	2,80	1,75	2,00	2,30	2,80
		46	/	2,00	2,25	2,80	1,65	1,90	2,15	2,70	1,65	1,90	2,15	2,70
	175	15	/	/	2,30	2,70	1,70	1,95	2,25	2,75	1,70	1,95	2,25	2,75
		25	/	/	2,20	2,70	1,60	1,90	2,15	2,65	1,60	1,90	2,15	2,65
		35	/	/	2,10	2,65	1,55	1,80	2,05	2,50	1,55	1,80	2,05	2,50
		46	/	/	2,05	2,50	1,50	1,75	1,95	2,40	1,50	1,75	1,95	2,40
CHARGE DE NEIGE ACCIDENTELLE ⁽¹⁾	80	15	3,25	3,45	3,60	3,85	3,65	4,20	4,40	4,70	3,65	4,10	4,25	4,55
		25	3,20	3,40	3,55	3,80	3,40	3,90	4,25	4,65	3,40	3,90	4,20	4,50
		35	3,15	3,35	3,50	3,75	3,15	3,65	4,05	4,50	3,15	3,65	4,05	4,45
		46	3,10	3,30	3,40	3,65	2,90	3,40	3,80	4,30	2,90	3,40	3,80	4,30
	100	15	3,25	3,45	3,60	3,85	3,15	3,65	4,10	4,70	3,15	3,65	4,10	4,55
		25	3,20	3,40	3,55	3,80	2,95	3,40	3,85	4,65	2,95	3,40	3,85	4,50
		35	3,15	3,35	3,50	3,75	2,75	3,20	3,60	4,40	2,75	3,20	3,60	4,40
		46	3,10	3,30	3,40	3,65	2,55	3,00	3,35	4,15	2,55	3,00	3,35	4,15
	125	15	3,15	3,40	3,60	3,85	2,65	3,10	3,50	4,25	2,65	3,10	3,50	4,25
		25	3,05	3,30	3,50	3,80	2,50	2,90	3,30	4,05	2,50	2,90	3,30	4,05
		35	3,00	3,20	3,40	3,75	2,35	2,75	3,10	3,85	2,35	2,75	3,10	3,85
		46	2,85	3,15	3,35	3,65	2,25	2,60	2,95	3,60	2,25	2,60	2,95	3,60
	150	15	2,90	3,15	3,35	3,75	2,30	2,70	3,00	3,70	2,30	2,70	3,00	3,70
		25	2,75	3,10	3,30	3,65	2,20	2,55	2,90	3,55	2,20	2,55	2,90	3,55
		35	2,65	3,00	3,20	3,55	2,10	2,45	2,75	3,40	2,10	2,45	2,75	3,40
		46	2,50	2,90	3,15	3,50	2,00	2,30	2,60	3,20	2,00	2,30	2,60	3,20
CHARGE DE DEPRESSION ⁽²⁾	50	15	3,30	3,50	3,65	3,90	4,00	4,25	4,45	4,80	3,95	4,15	4,30	4,60
		25	3,25	3,45	3,55	3,85	3,80	4,10	4,30	4,70	3,80	4,10	4,25	4,55
		35	3,20	3,40	3,50	3,75	3,45	3,90	4,10	4,55	3,45	3,90	4,10	4,50
		46	3,15	3,35	3,45	3,70	3,10	3,60	3,95	4,35	3,10	3,60	3,95	4,35
	75	15	3,30	3,50	3,65	3,90	4,00	4,25	4,45	4,80	3,95	4,15	4,30	4,60
		25	3,25	3,45	3,55	3,85	3,80	4,10	4,30	4,70	3,80	4,10	4,25	4,55
		35	3,20	3,40	3,50	3,75	3,45	3,90	4,10	4,55	3,45	3,90	4,10	4,50
		46	3,15	3,35	3,45	3,70	3,10	3,60	3,95	4,35	3,10	3,60	3,95	4,35
	100	15	3,30	3,50	3,65	3,90	3,95	4,25	4,45	4,80	3,95	4,15	4,30	4,60
		25	3,25	3,45	3,55	3,85	3,80	4,10	4,30	4,70	3,80	4,10	4,25	4,55
		35	3,20	3,40	3,50	3,75	3,45	3,90	4,10	4,55	3,45	3,90	4,10	4,50
		46	3,15	3,35	3,45	3,70	3,10	3,60	3,95	4,35	3,10	3,60	3,95	4,35
	125	15	3,10	3,35	3,60	3,90	3,45	3,75	4,00	4,55	3,45	3,75	4,00	4,55
		25	3,15	3,45	3,55	3,85	3,55	3,85	4,15	4,65	3,55	3,85	4,15	4,55
		35	3,20	3,40	3,50	3,75	3,45	3,90	4,10	4,55	3,45	3,90	4,10	4,50
		46	3,15	3,35	3,45	3,70	3,10	3,60	3,95	4,35	3,10	3,60	3,95	4,35

⁽¹⁾ : charge permanente due aux modules PV et aux plots SOPRASOLAR FIX EVO prise égale à 15 daN/m²⁽²⁾ : charge permanente due aux modules PV et aux plots SOPRASOLAR FIX EVO prise égale à 12 daN/m²

• SOPRASTYL 74P

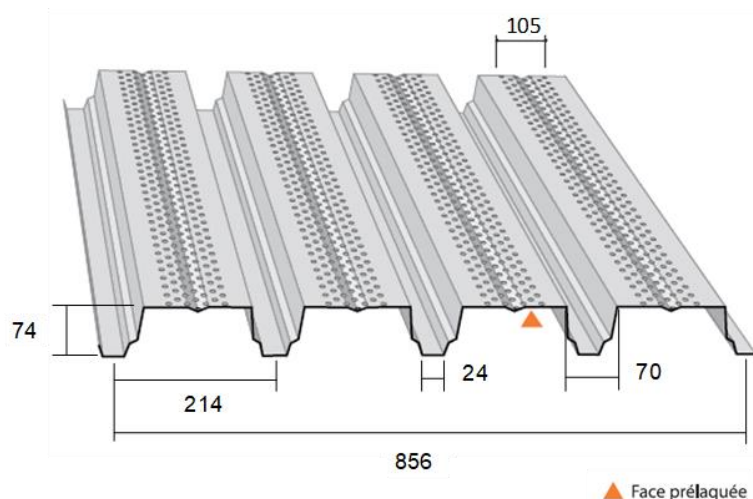


Version du 24/02/2

SUPPORT SOPRASTYL 74 P

POSE A PLAT OU TILT

Version perforée
TYPE P
 (Ø 5 mm. EA 12,5 mm
 Vide de perforation : 15%)



MASSE SURFACIQUE

Epaisseur (mm)	0,75	0,88	1,00	1,25
M kg/m ²	8,94	10,49	11,92	14,90

MATERIAU DE BASE

CARACTERISTIQUES DU MATERIAU DE BASE		REFERENTIEL
Nuance d'acier	S 320 GD	NF EN 10346
Revêtements	Galvanisé	NF EN 10346 NF P 34-310
	Galvanisé - Prélaqué	NF EN 10169 + A1 NF P 34-301
	ZM Evolution nu ZM Evolution prélaqué	ETPM en cours de validité

PARTICULARITES DE MISE EN ŒUVRE

- * Largeur minimale d'appui de 60 mm, fixation complète sur chaque appui, espacement maximum de couturage de 0,75 m
- * Modules photovoltaïques conformes au Dossier Technique de l'AT en cours de validité
- * Dispositions de montage du procédé photovoltaïque conforme au Dossier Technique de l'AT en cours de validité
- * Isolant sur la TAN : ROCKACIER C NU d'épaisseur minimale 60 mm ou EFIGREEN ACIER d'épaisseur minimale 120 mm



ArcelorMittal

ArcelorMittal Construction France

Version du 24/02/21

TABLEAU D'UTILISATION (pour travées égales) - Charges déterminées conformément aux Règles N84 et V65

	SOPRASTYL 74 P - POSE A PLAT OU TILT													
	CHARGES DE CALCUL (daN/m²)	POIDS ISOLANT + ETANCHEITE (daN/m²)	2 APPUIS				3 APPUIS				4 APPUIS ET PLUS			
			EPAISSEUR (mm)											
			0,75	0,88	1,00	1,25	0,75	0,88	1,00	1,25	0,75	0,88	1,00	1,25
CHARGE DESCENDANTE ⁽¹⁾	50	15	3,15	3,30	3,45	3,70	3,25	3,75	4,05	4,45	3,25	3,75	4,05	4,35
		25	3,05	3,25	3,40	3,65	2,90	3,35	3,75	4,25	2,90	3,35	3,75	4,25
		35	2,85	3,15	3,35	3,60	2,65	3,05	3,45	4,10	2,65	3,05	3,45	4,10
		46	2,60	3,00	3,20	3,55	2,40	2,80	3,15	3,80	2,40	2,80	3,15	3,80
	75	15	2,65	3,00	3,10	3,35	2,50	2,90	3,25	3,95	2,50	2,90	3,25	3,95
		25	2,45	2,85	3,10	3,30	2,30	2,70	3,00	3,70	2,30	2,70	3,00	3,70
		35	2,25	2,65	2,95	3,30	2,15	2,50	2,80	3,45	2,15	2,50	2,80	3,45
		46	2,10	2,45	2,75	3,20	2,00	2,30	2,60	3,20	2,00	2,30	2,60	3,20
	100	15	/	2,50	2,80	3,10	2,05	2,40	2,70	3,30	2,05	2,40	2,70	3,30
		25	/	2,35	2,65	3,10	1,90	2,25	2,50	3,10	1,90	2,25	2,50	3,10
		35	/	2,20	2,50	3,05	1,80	2,10	2,35	2,90	1,80	2,10	2,35	2,90
		46	/	2,10	2,35	2,90	1,70	1,95	2,20	2,70	1,70	1,95	2,20	2,70
	125	15	/	/	2,40	2,90	1,75	2,05	2,30	2,80	1,75	2,05	2,30	2,80
		25	/	/	2,25	2,90	1,65	1,90	2,15	2,65	1,65	1,90	2,15	2,65
		35	/	/	2,15	2,65	1,55	1,80	2,05	2,50	1,55	1,80	2,05	2,50
		46	/	/	2,05	2,50	1,45	1,70	1,95	2,40	1,45	1,70	1,95	2,40
	150	15	/	/	/	2,55	1,50	1,75	2,00	2,45	1,50	1,75	2,00	2,45
		25	/	/	/	2,45	1,45	1,65	1,90	2,35	1,45	1,65	1,90	2,35
		35	/	/	/	2,35	1,35	1,60	1,80	2,20	1,35	1,60	1,80	2,20
		46	/	/	/	2,20	1,30	1,50	1,70	2,10	1,30	1,50	1,70	2,10
	175	15	/	/	/	/	1,35	1,55	1,75	2,15	1,35	1,55	1,75	2,15
		25	/	/	/	/	1,25	1,50	1,70	2,05	1,25	1,50	1,70	2,05
		35	/	/	/	/	1,20	1,40	1,60	2,00	1,20	1,40	1,60	2,00
		46	/	/	/	/	1,15	1,35	1,55	1,90	1,15	1,35	1,55	1,90
CHARGE DE NEIGE ACCIDENTELLE ⁽¹⁾	80	15	3,15	3,30	3,45	3,70	2,90	3,35	3,75	4,45	2,90	3,35	3,75	4,35
		25	3,05	3,25	3,40	3,65	2,65	3,10	3,50	4,25	2,65	3,10	3,50	4,25
		35	2,85	3,15	3,35	3,60	2,50	2,90	3,25	3,95	2,50	2,90	3,25	3,95
		46	2,60	3,00	3,20	3,55	2,30	2,65	3,00	3,70	2,30	2,65	3,00	3,70
	100	15	3,05	3,30	3,45	3,70	2,45	2,85	3,25	3,95	2,45	2,85	3,25	3,95
		25	2,95	3,20	3,35	3,65	2,30	2,70	3,00	3,70	2,30	2,70	3,00	3,70
		35	2,75	3,10	3,30	3,60	2,15	2,50	2,85	3,50	2,15	2,50	2,85	3,50
		46	2,55	3,00	3,20	3,55	2,00	2,35	2,65	3,25	2,00	2,35	2,65	3,25
	125	15	2,65	3,00	3,20	3,55	2,10	2,45	2,75	3,35	2,10	2,45	2,75	3,35
		25	2,50	2,90	3,10	3,45	1,95	2,30	2,60	3,20	1,95	2,30	2,60	3,20
		35	2,35	2,75	3,05	3,40	1,85	2,15	2,45	3,00	1,85	2,15	2,45	3,00
		46	2,25	2,60	2,95	3,30	1,75	2,05	2,30	2,85	1,75	2,05	2,30	2,85
	150	15	2,30	2,70	3,00	3,30	1,80	2,10	2,40	2,95	1,80	2,10	2,40	2,95
		25	2,20	2,55	2,90	3,25	1,70	2,00	2,25	2,80	1,70	2,00	2,25	2,80
		35	2,10	2,45	2,75	3,15	1,65	1,90	2,15	2,65	1,65	1,90	2,15	2,65
		46	2,00	2,30	2,60	3,10	1,55	1,80	2,05	2,55	1,55	1,80	2,05	2,55
CHARGE DE DEPRESSION ⁽²⁾	50	15	3,20	3,35	3,50	3,75	3,35	3,85	4,10	4,55	3,35	3,85	4,10	4,40
		25	3,10	3,30	3,45	3,70	3,00	3,45	3,90	4,35	3,00	3,45	3,90	4,35
		35	2,90	3,20	3,40	3,65	2,70	3,15	3,55	4,15	2,70	3,15	3,55	4,15
		46	2,65	3,05	3,25	3,60	2,45	2,85	3,20	3,90	2,45	2,85	3,20	3,90
	75	15	3,20	3,35	3,50	3,75	3,35	3,85	4,10	4,55	3,35	3,85	4,10	4,40
		25	3,10	3,30	3,45	3,70	3,00	3,45	3,90	4,35	3,00	3,45	3,90	4,35
		35	2,90	3,20	3,40	3,65	2,70	3,15	3,55	4,15	2,70	3,15	3,55	4,15
		46	2,65	3,05	3,25	3,60	2,45	2,85	3,20	3,90	2,45	2,85	3,20	3,90

⁽¹⁾ : charge permanente due aux modules PV et aux plots SOPRASOLAR FIX EVO prise égale à 15 daN/m²⁽²⁾ : charge permanente due aux modules PV et aux plots SOPRASOLAR FIX EVO prise égale à 12 daN/m²

2.16.2.2.9. Exemple de dimensionnement d'un profil SOPRASTYL

Les données de l'exemple traité sont :

- situation du projet :
 - région de neige C2,
 - altitude inférieure à 200 m,
 - zone de vent 2,
 - site normal,
- données bâtiment :
 - structure porteuse en acier d'épaisseur supérieure à 3 mm,
 - pente de versants de 3,1%,
 - versants plans,
 - dimensions permettant l'application simplifiée des règles V 65 ,
 - hauteur 15 mètres,
 - bâtiment fermé,
- procédé photovoltaïque :
 - implantation de la centrale photovoltaïque en partie courante de toiture,
 - poids surfacique du procédé compris entre 12 daN/m² et 15 daN/m²,
- système de toiture :
 - profil SOPRASTYL 56 en épaisseur de 0,75 mm,
 - isolant thermique pour un poids surfacique de 24 daN/m²,
 - revêtement d'étanchéité pour un poids surfacique de 8 daN/m².

La détermination des charges de calcul s'effectue comme suit :

- charge descendante : neige normale qui vaut $65 \times 0,8 + 10 = 62 \text{ daN/m}^2 \rightarrow$ lecture dans le tableau d'utilisation avec 75 daN/m²,
- charge de neige accidentelle : valant $135 \times 0,8 + 10 = 118 \text{ daN/m}^2 \rightarrow$ lecture dans le tableau d'utilisation avec 125 daN/m²,
- charge ascendante applicable au profil : vent normal qui vaut, selon les valeurs pré-calculées du cahier CSTB 3537 V2, 62 daN/m² $\rightarrow$ lecture dans le tableau d'utilisation avec 75 daN/m²,
- charges ascendantes applicables aux assemblages des profilés SOPRASTYL sur la structure porteuse : vent normal qui vaut, selon les valeurs pré-calculées du cahier CSTB 3537 V2, 59 daN/m² pour la partie courante et 100 daN/m² pour les zones de rive,
- poids de l'isolation thermique et du revêtement d'étanchéité : $24 + 8 = 32 \text{ daN/m}^2 \rightarrow$ lecture dans les tableaux d'utilisation avec 35 daN/m².

L'ensemble de la toiture doit être vérifié en usage traditionnel, sans la centrale photovoltaïque, conformément au DTU 43.3. En effet, la centrale photovoltaïque n'occupe pas la totalité de la toiture et l'installation de celle-ci peut être décalée dans le temps.

La détermination des différentes portées maximales d'utilisation s'effectue comme suit :

- sous l'effet de la charge descendante :
 - sur 2 appuis : 2,50 m,
 - sur 3 appuis : 3,30 m,
 - sur 4 appuis et plus : 3,05 m,
- sous l'effet de la charge de neige accidentelle :
 - sur 2 appuis : 2,75 m,
 - sur 3 appuis : 3,30 m,
 - sur 4 appuis et plus : 3,30 m,
- sous l'effet de la charge ascendante :
 - sur 2 appuis : 2,75 m,
 - sur 3 appuis : 3,65 m,
 - sur 4 appuis et plus : 3,40 m,

La détermination de la portée maximale d'utilisation définitive s'effectue en retenant le minimum admissible pour chaque cas de pose :

- sur 2 appuis : minimum (2,50 m ; 2,75 m ; 2,75 m) = 2,50 m,
- sur 3 appuis : minimum (3,30 m ; 3,30 m ; 3,65 m) = 3,30 m,
- sur 4 appuis et plus : minimum (3,05 m ; 3,30 m ; 3,40 m) = 3,05 m.

La détermination forfaitaire de la valeur minimale de la résistance à l'arrachement des assemblages des profilés SOPRASTYL sur la structure porteuse s'effectue comme suit :

$$1,35 \times 3,30 \times (1,75 \times 100 - (12 + 8 + 32)) \leq 2 \times \frac{P_K}{1,20}$$

soit une valeur minimale pour P_k de 329 daN.

3. Annexes graphiques

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

SOMMAIRE DES FIGURES

Figure 1 : Procédé en version SOPRASOLAR FIX EVO - TAN sur élément porteur TAN avec revêtement d'étanchéité bicouche fixé mécaniquement et modules photovoltaïques.....	53
Figure 2 : Procédé en version SOPRASOLAR FIX EVO TILT - TAN sur élément porteur TAN avec revêtement d'étanchéité bicouche fixé mécaniquement et modules photovoltaïques.....	53
Figure 3 : Vue en coupe (dans le sens de la longueur des modules) du procédé avec modules photovoltaïques parallèles au plan de toiture (2 plots par grand côté du module)	54
Figure 4 : Vue en coupe (dans le sens de la longueur des modules) du procédé avec modules photovoltaïques parallèles au plan de toiture (3 plots par grand côté du module)	54
Figure 5 : Vue en coupe (dans le sens de la longueur des modules) du procédé avec modules photovoltaïques en inclinaison double shed.....	54
Figure 6 : Vue en coupe (dans le sens de la longueur des modules) du procédé avec modules photovoltaïques en inclinaison simple shed	54
Figure 7 : Vue de face du procédé avec modules photovoltaïques en inclinaison simple shed	55
Figure 8 : Étrier intermédiaire.....	56
Figure 9 : Étrier final.....	56
Figure 10 : Étrier universel	56
Figure 11 : Plan Réhausse 200	57
Figure 12 : Plan Réhausse 45.....	57
Figure 13 : Plan bloqueur de réhausse	57
Figure 14 : Plots FIX EVO supports de chemin de câble	58
Figure 15 : Supports de chemin de câble par oméga ou plots SOPRASOLAR FIX EVO	59
Figure 16 : Orientation de la tête du plot pour la pose du module photovoltaïque	59
Figure 17 : Schéma détail passage de câble à travers l'étanchéité	60
Figure 18 : Schéma de câblage et mise à la terre	60
Figure 19 : Système de mise à la terre.....	61
Figure 20 : Fixation câble électrique sur le plot à l'aide de Rislant.....	62
Figure 21 : Mise en œuvre du revêtement d'étanchéité avec première couche SOPRAFIX HP et plaquette de répartition	63
Figure 22 : Relevés en feuilles bitumineuses ou Flashing	64
Figure 23 : Implantation des plots SOPRASOLAR FIX EVO avec modules photovoltaïques en inclinaison simple shed.....	65
Figure 24 : Implantation des plots SOPRASOLAR FIX EVO avec modules photovoltaïques en inclinaison double shed	65
Figure 25 : Implantation des plots SOPRASOLAR FIX EVO en calepinage non densifié	65
Figure 26 : Implantation des plots SOPRASOLAR FIX EVO en calepinage densifié.....	65
Figure 27 : Traçage et soudage des plots SOPRASOLAR FIX EVO sur membrane d'étanchéité avec finition SOPRALENE FLAM 180 AR(Fe).....	66
Figure 28 : Soudage des plots SOPRASOLAR FIX EVO sur membrane d'étanchéité avec finition aluminium SOPRALENE FLAM 180 ALU	67
Figure 29 : Mise en œuvre des rehausse et bloqueurs.....	68
Figure 30 : Mise en œuvre des étriers intermédiaires, finaux et universel sur REHAUSSE 200 et 45	69
Figure 31 : Serrage des étriers.....	69
Figure 32 : clip pour fixation des câbles au cadre des modules	70
Figure 33 : Exemple calepinage standard (2 plots/grand côté du module) et préparation de la toiture en pose à plat.....	71
Figure 34 : Exemple calepinage standard (3 plots/grand côté du module) et préparation de la toiture en pose à plat.....	72
Figure 35 : Exemple calepinage et préparation de la toiture avec modules photovoltaïques inclinés en orientation « EST/OUEST »	73
Figure 36 : Exemple calepinage et préparation de la toiture avec modules photovoltaïques inclinés en orientation « SUD »	74

Figure 1 : Procédé en version SOPRASOLAR FIX EVO - TAN sur élément porteur TAN avec revêtement d'étanchéité bicouche fixé mécaniquement et modules photovoltaïques

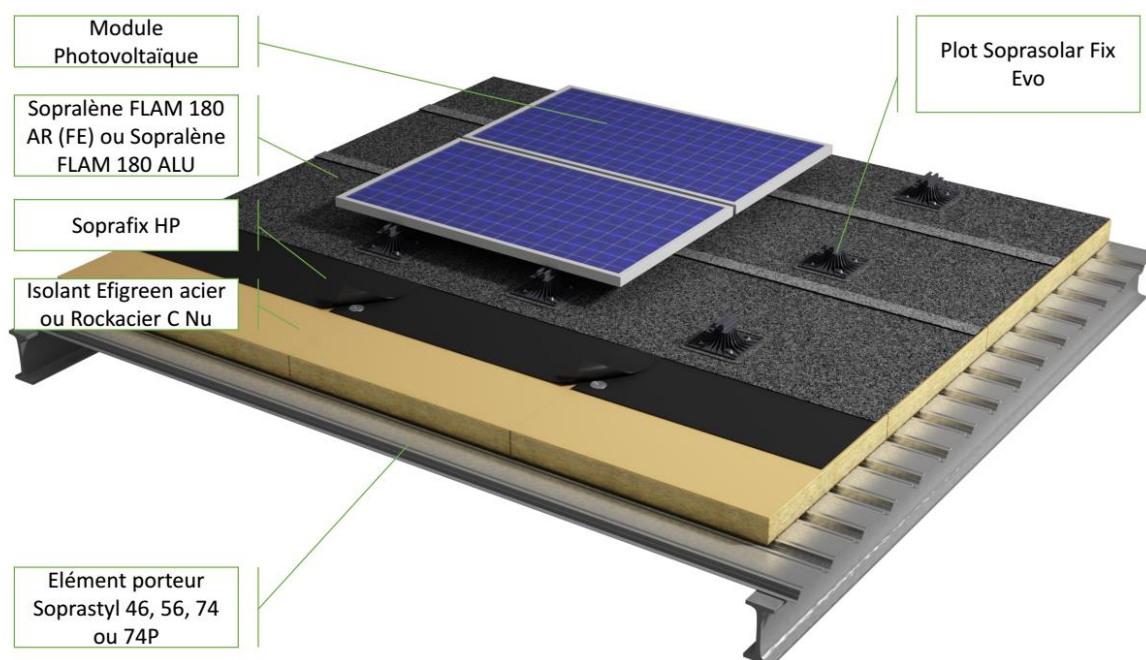


Figure 2 : Procédé en version SOPRASOLAR FIX EVO TILT - TAN sur élément porteur TAN avec revêtement d'étanchéité bicouche fixé mécaniquement et modules photovoltaïques

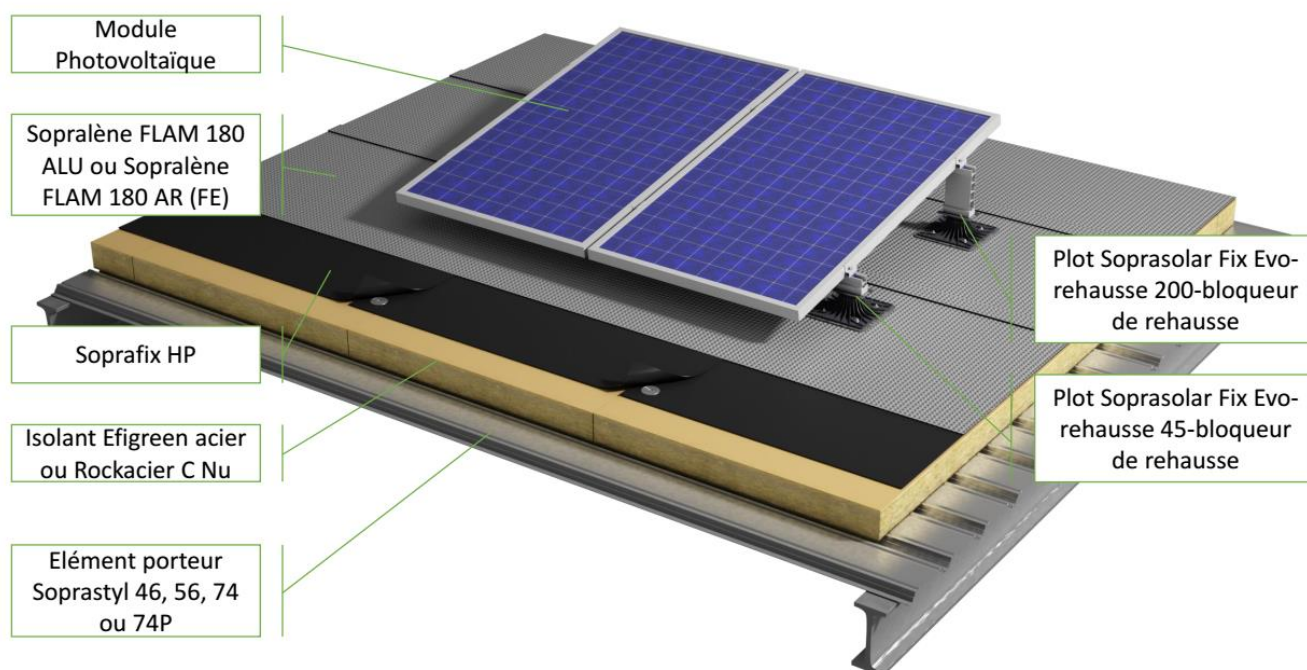


Figure 3 : Vue en coupe (dans le sens de la longueur des modules) du procédé avec modules photovoltaïques parallèles au plan de toiture (2 plots par grand côté du module)

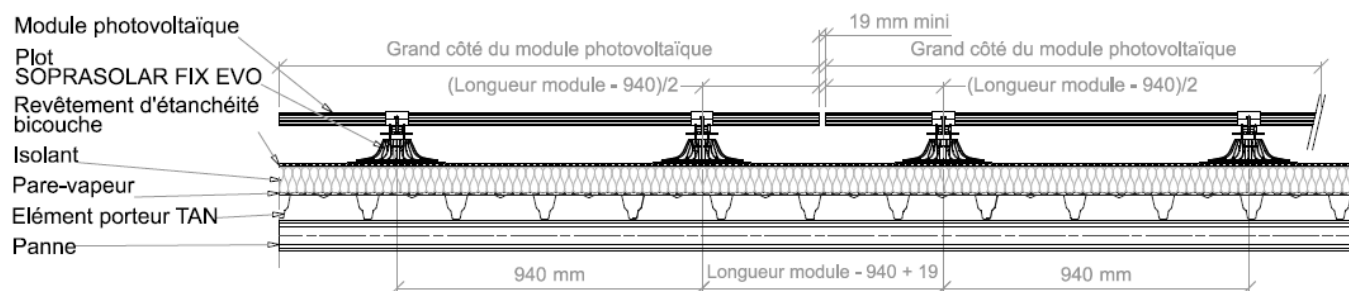


Figure 4 : Vue en coupe (dans le sens de la longueur des modules) du procédé avec modules photovoltaïques parallèles au plan de toiture (3 plots par grand côté du module)

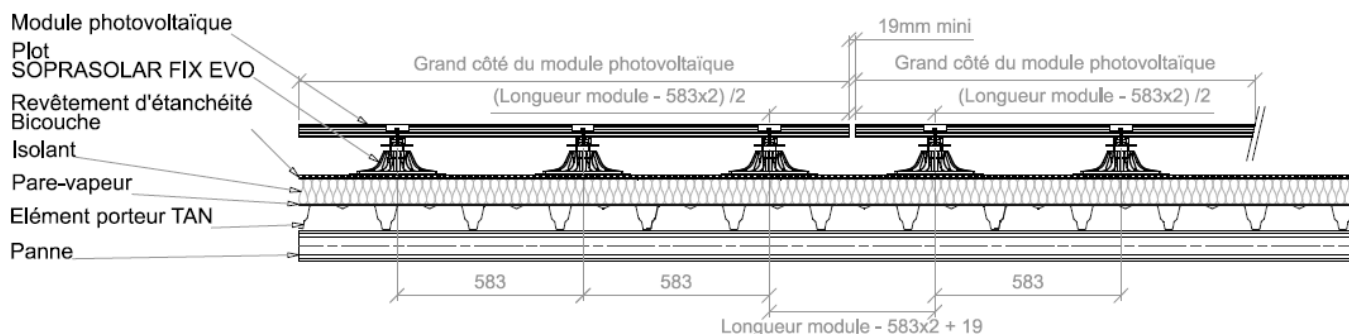


Figure 5 : Vue en coupe (dans le sens de la longueur des modules) du procédé avec modules photovoltaïques en inclinaison double shed

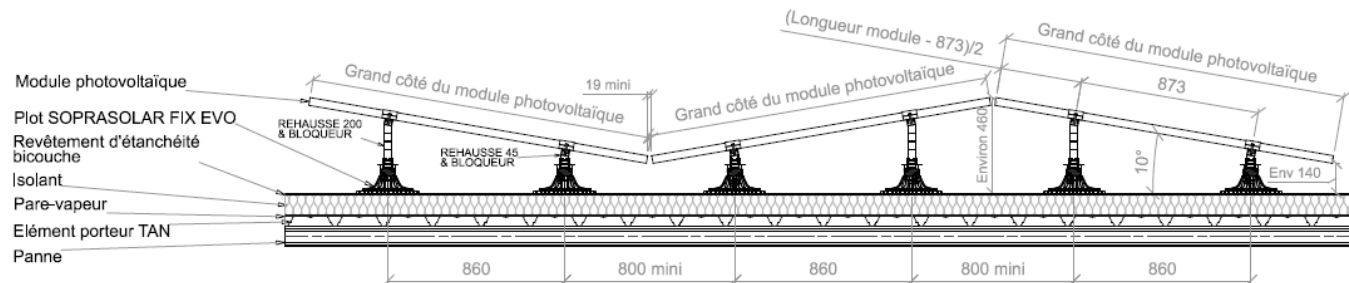
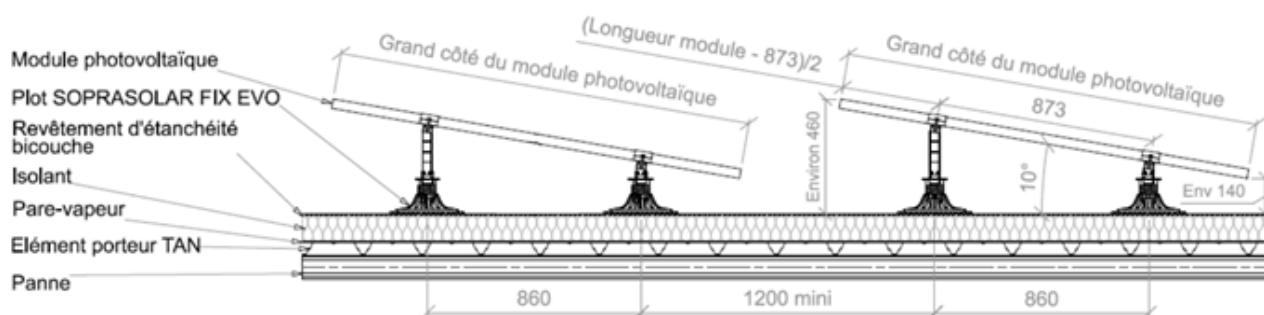


Figure 6 : Vue en coupe (dans le sens de la longueur des modules) du procédé avec modules photovoltaïques en inclinaison simple shed



**Figure 7 : Vue de face du procédé
avec modules photovoltaïques en inclinaison simple shed**

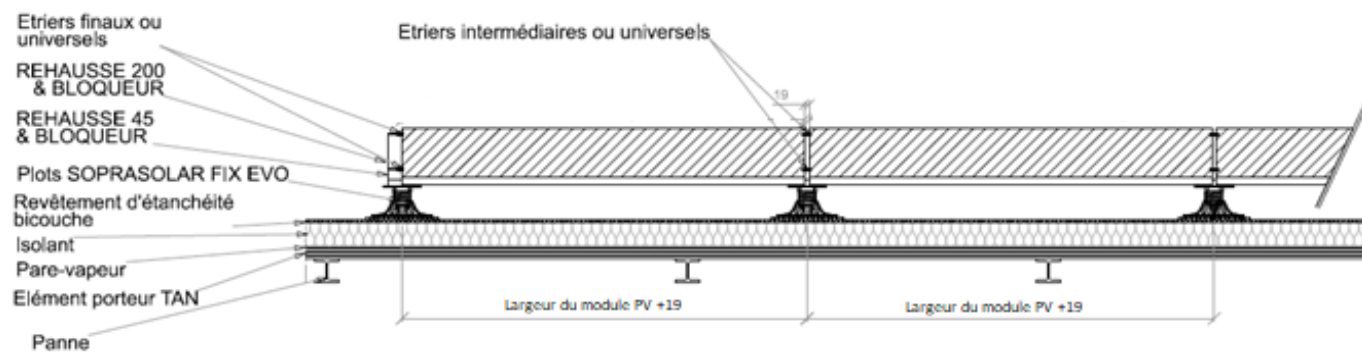


Figure 8 : Étrier intermédiaire

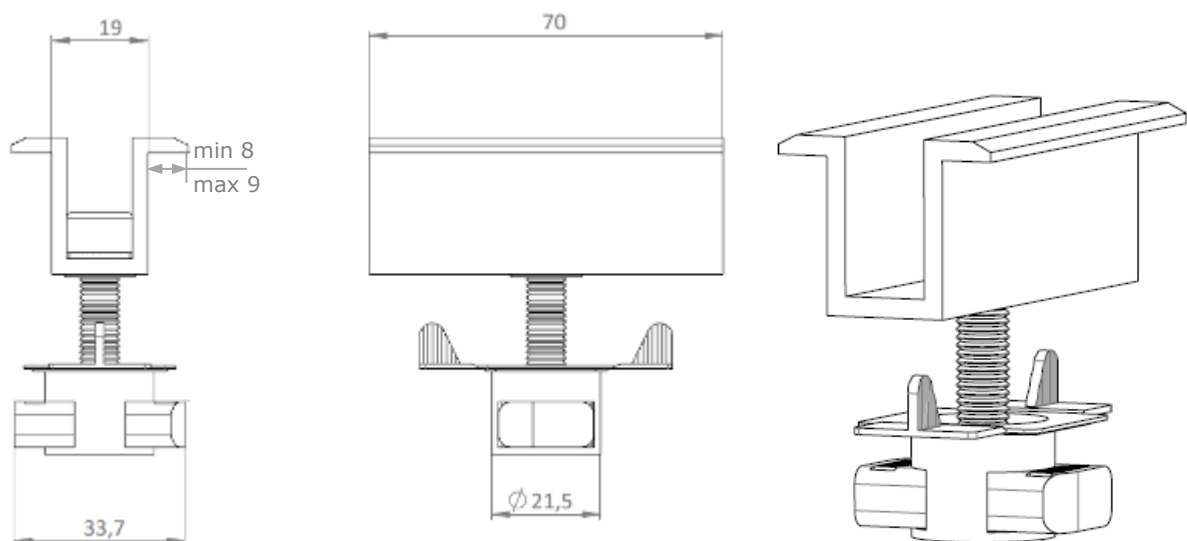


Figure 9 : Étrier final

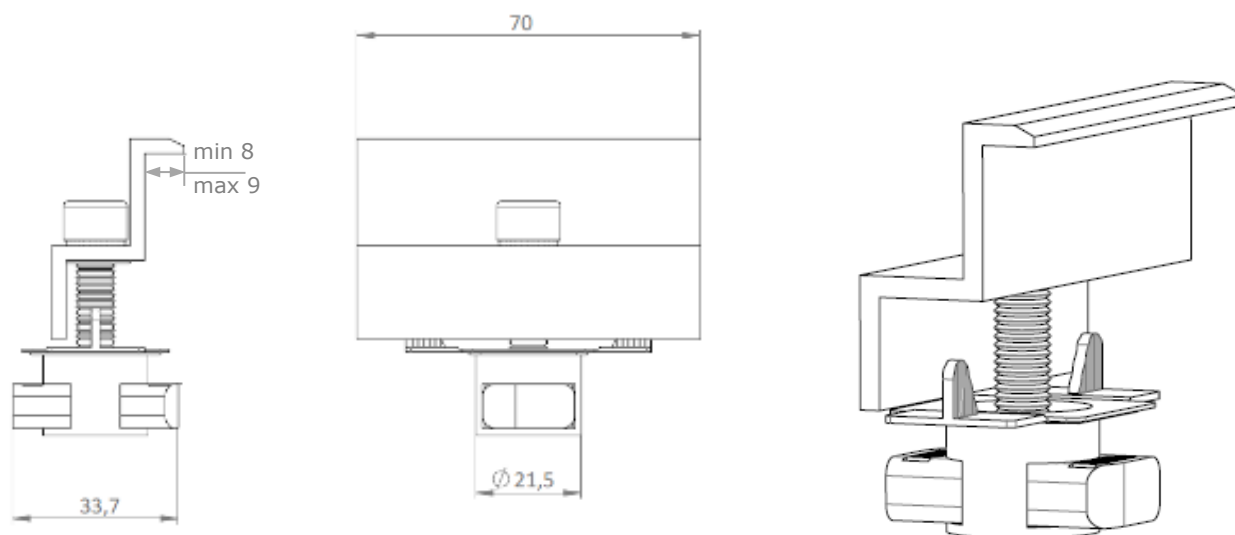


Figure 10 : Étrier universel

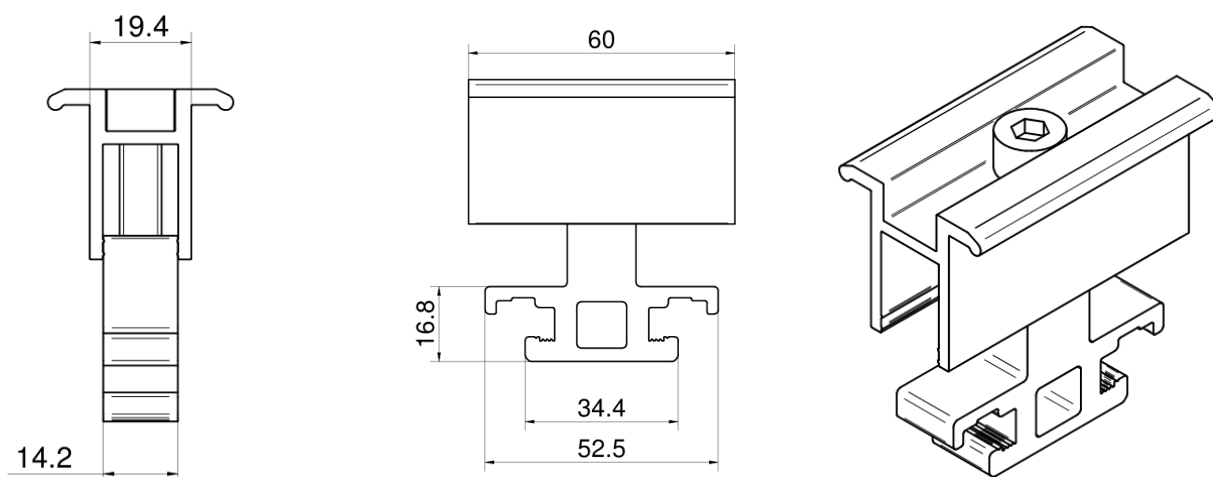


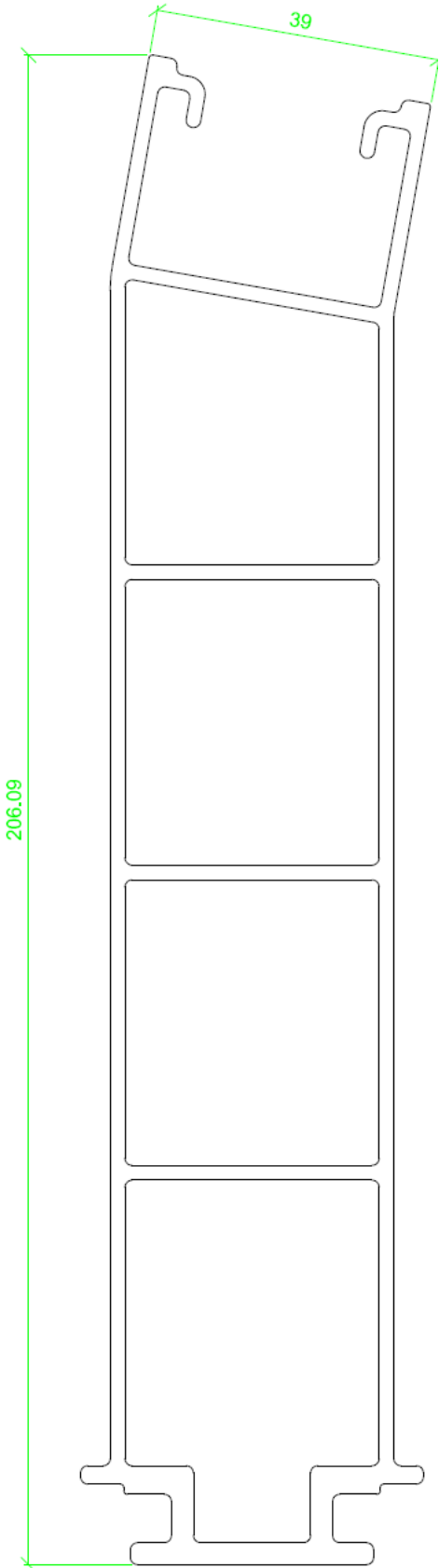
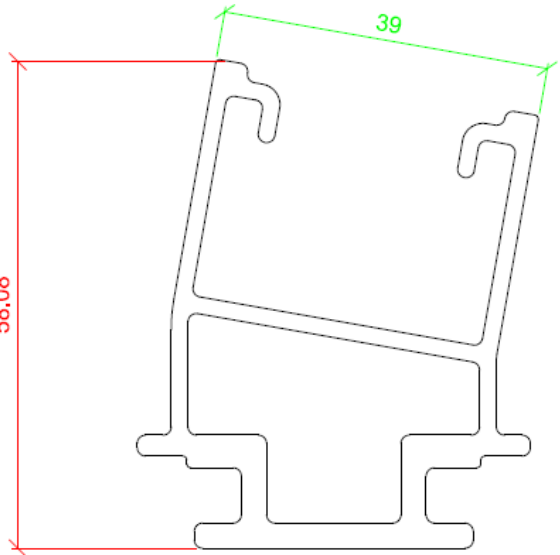
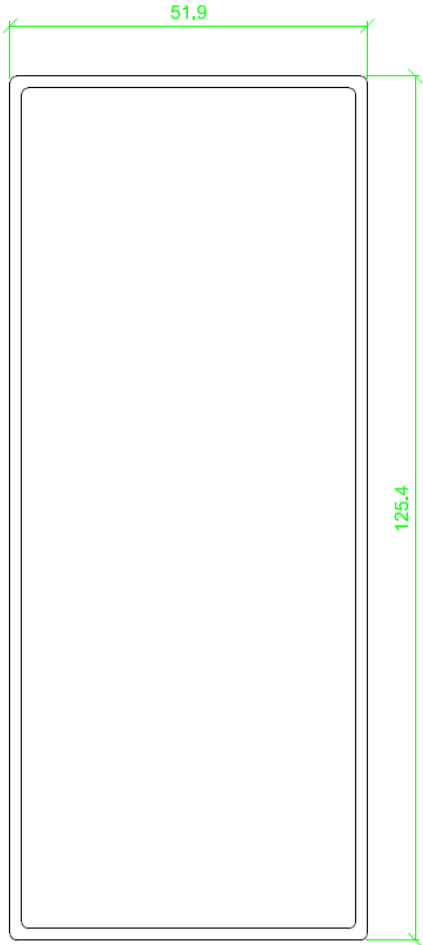
Figure 11 : Plan Réhausse 200	Figure 12 : Plan Réhausse 45
	 Figure 13 : Plan bloqueur de réhausse 

Figure 14 : Plots FIX EVO supports de chemin de câble



Figure 15 : Supports de chemin de câble par oméga ou plots SOPRASOLAR FIX EVO

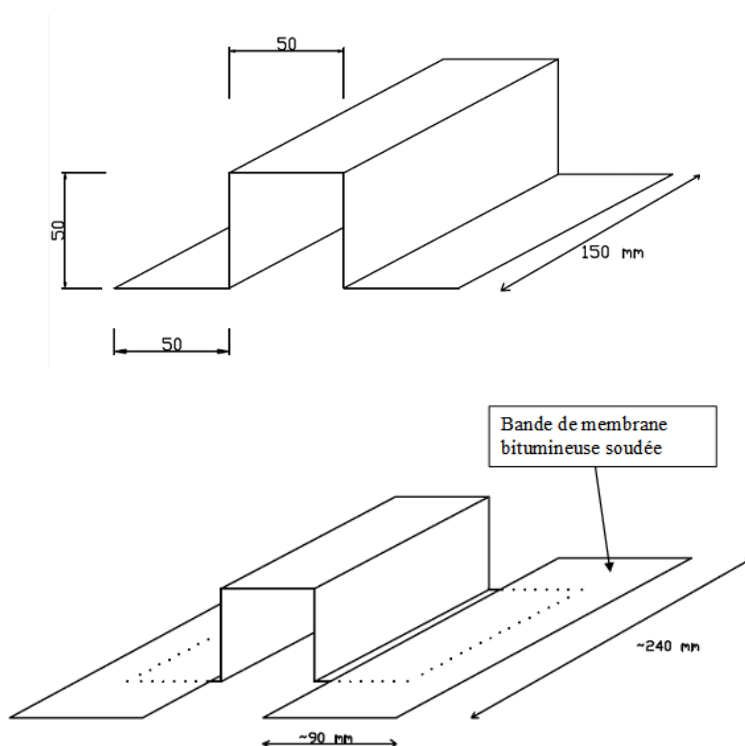


Figure 16 : Orientation de la tête du plot pour la pose du module photovoltaïque

La partie en forme de rail de la tête du plot doit être orientée perpendiculairement au grand côté du module photovoltaïque

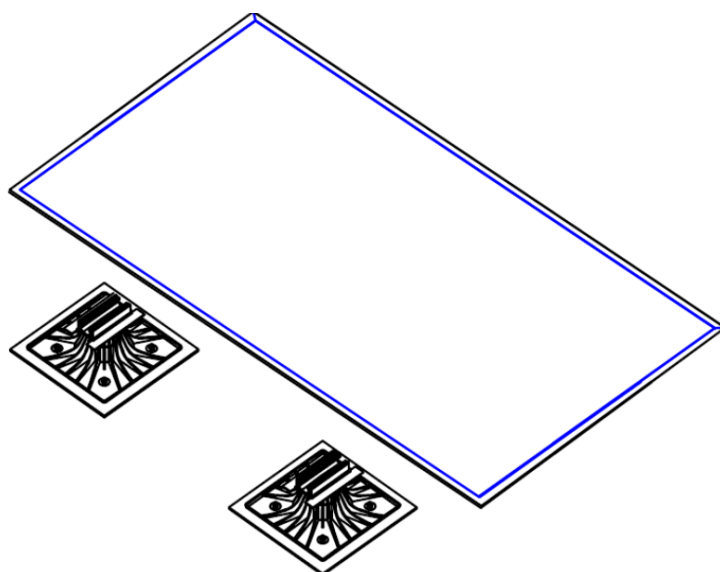
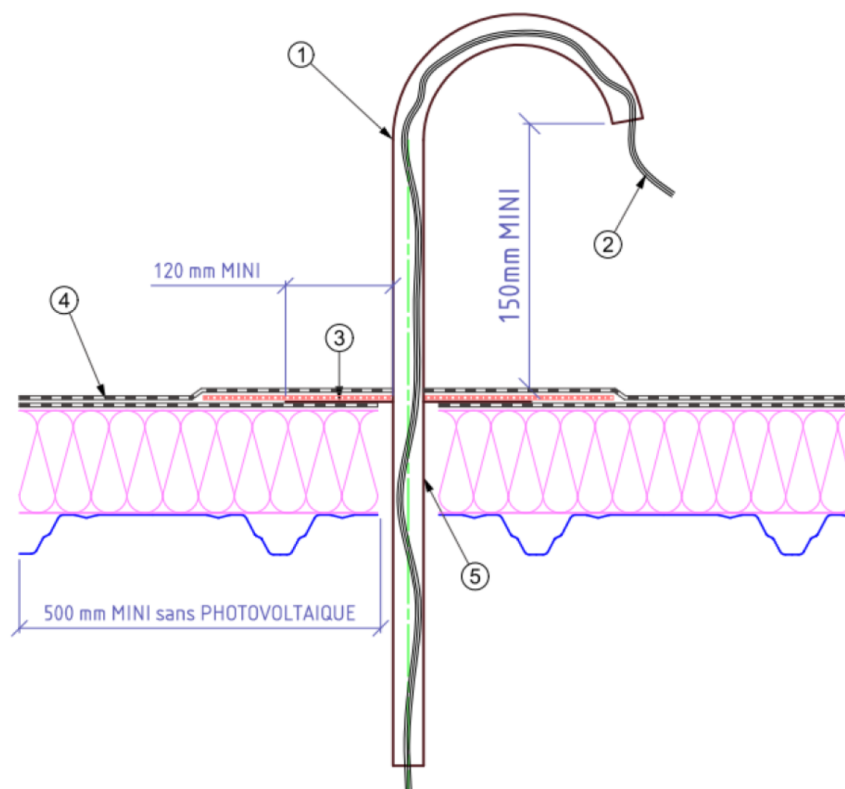


Figure 17 : Schéma détail passage de câble à travers l'étanchéité

1	Crosse
2	Câble
3	Platine
4	Etanchéité bicouche et couche renfort sur la platine
5	Fourreau pour passage des câbles

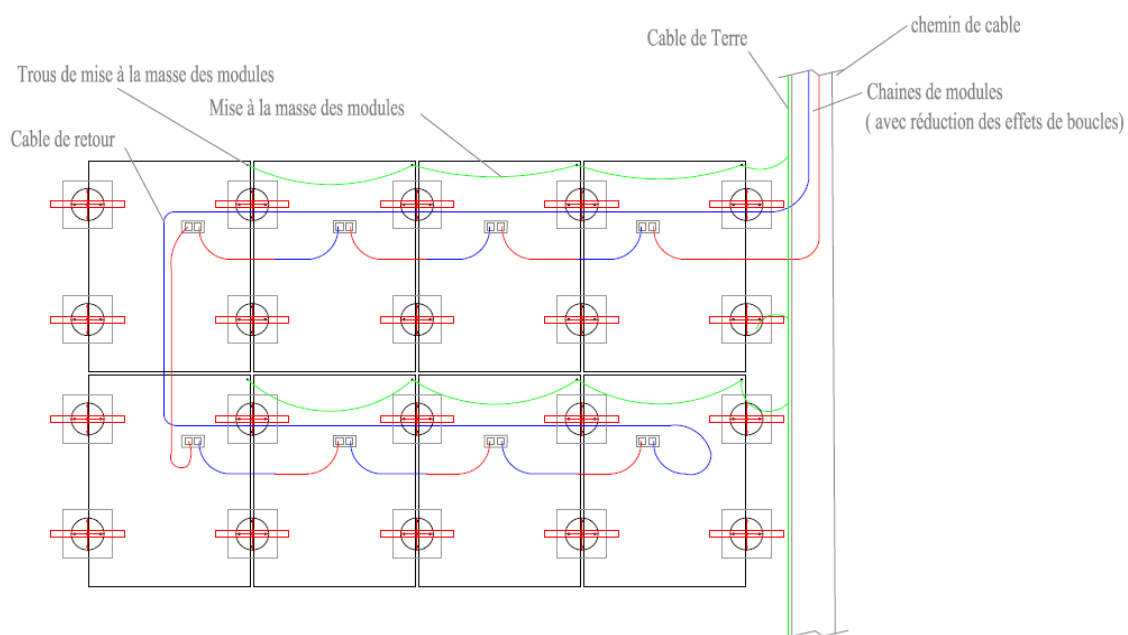
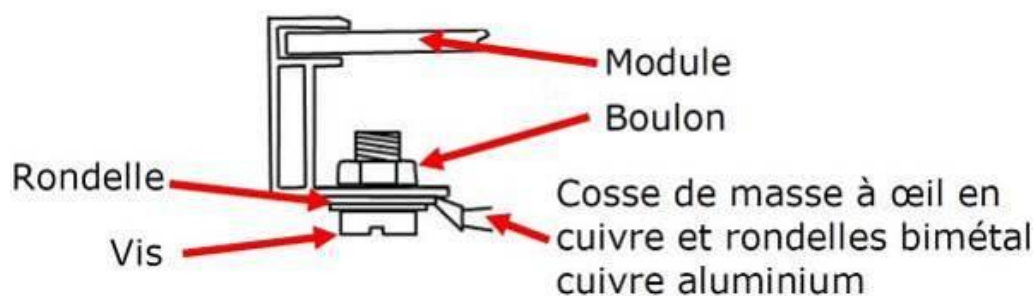
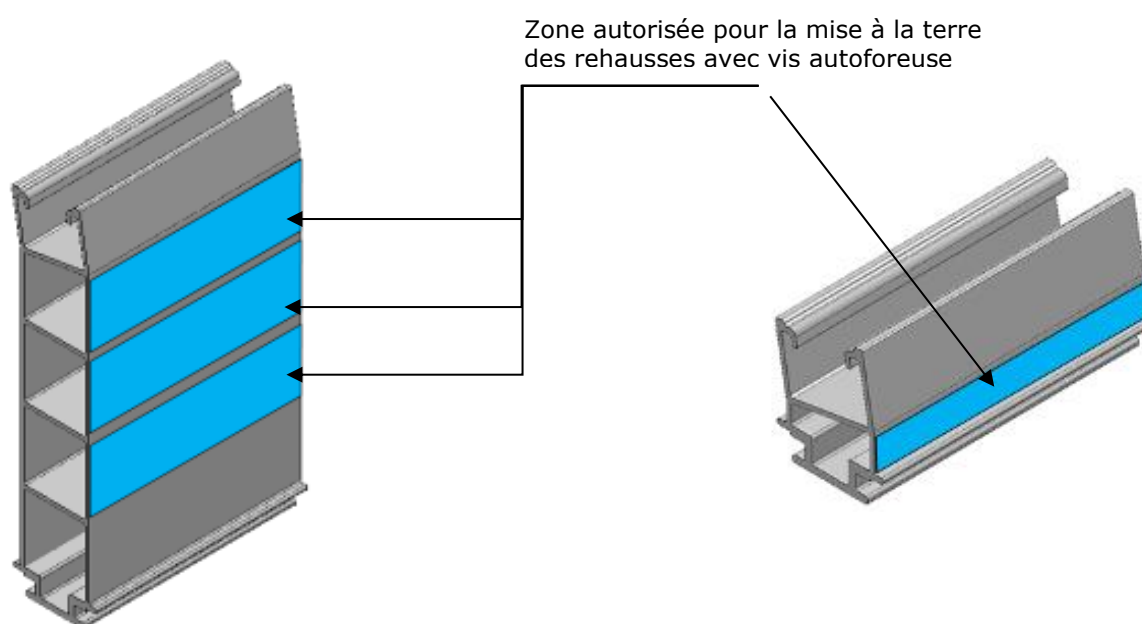
Figure 18 : Schéma de câblage et mise à la terre

Figure 19 : Système de mise à la terre

Système de mise à la terre des modules par rondelle et vis

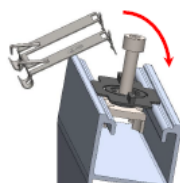


Localisation zone de perçage pour mise à la terre des rehausses par vis autoforeuse

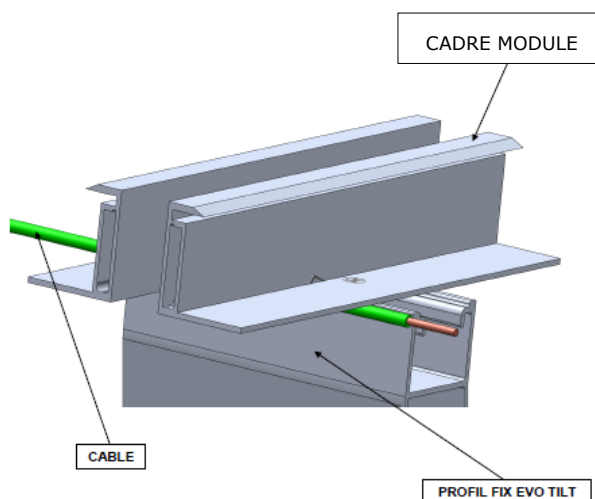
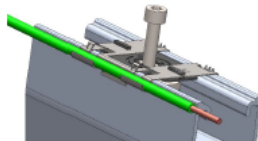
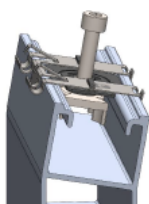
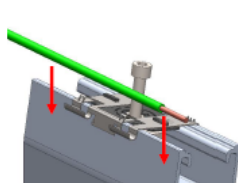
Instructions de montage – Terragrif™ RL 0.5 x 52 x 39.5

Système de montage FIX EVO

MISE EN PLACE DE LA GRIFFE



MISE EN PLACE DU CABLE



Système de mise à la terre Terragrif des modules et rehausses

Figure 20 : Fixation câble électrique sur le plot à l'aide de Rislan



Figure 21 : Mise en œuvre du revêtement d'étanchéité avec première couche SOPRAFIX HP et plaquette de répartition

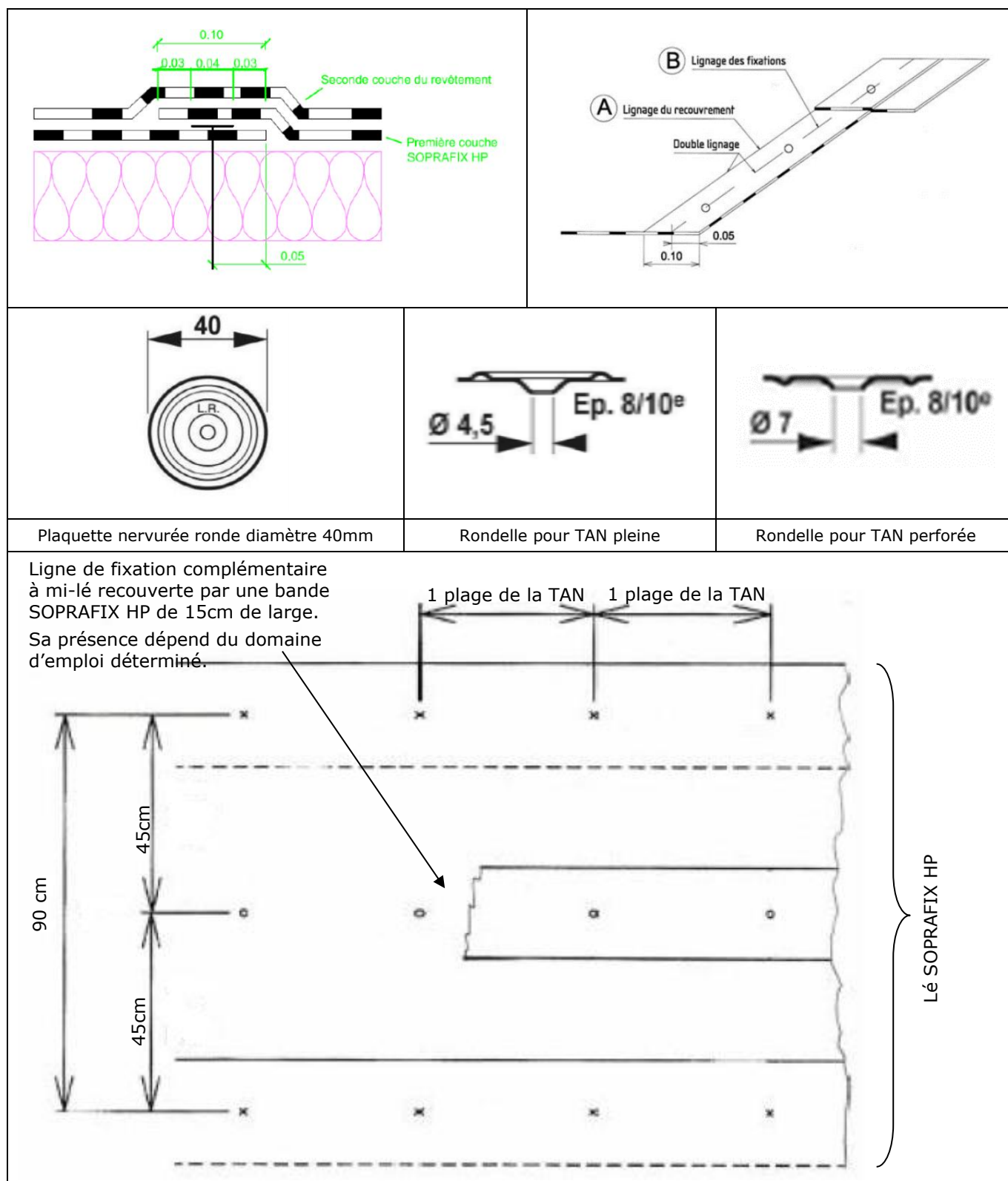


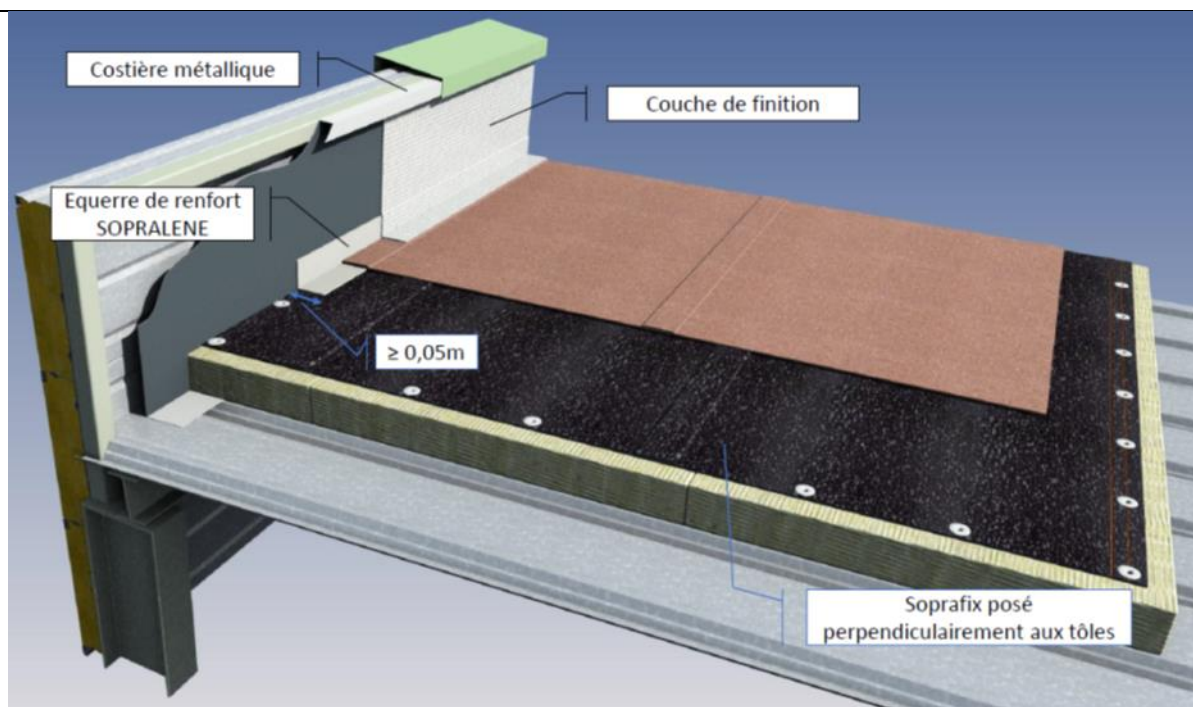
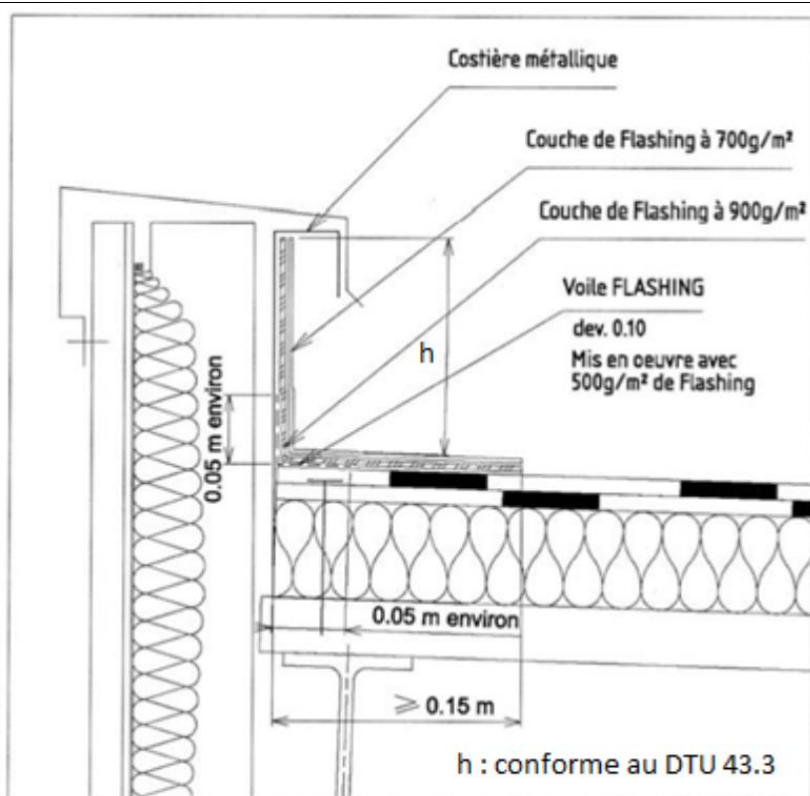
Figure 22 : Relevés en feuilles bitumineuses ou Flashing**Relevés en feuille bitumineuse****Relevés FLASHING**

Figure 23 : Implantation des plots SOPRASOLAR FIX EVO avec modules photovoltaïques en inclinaison simple shed

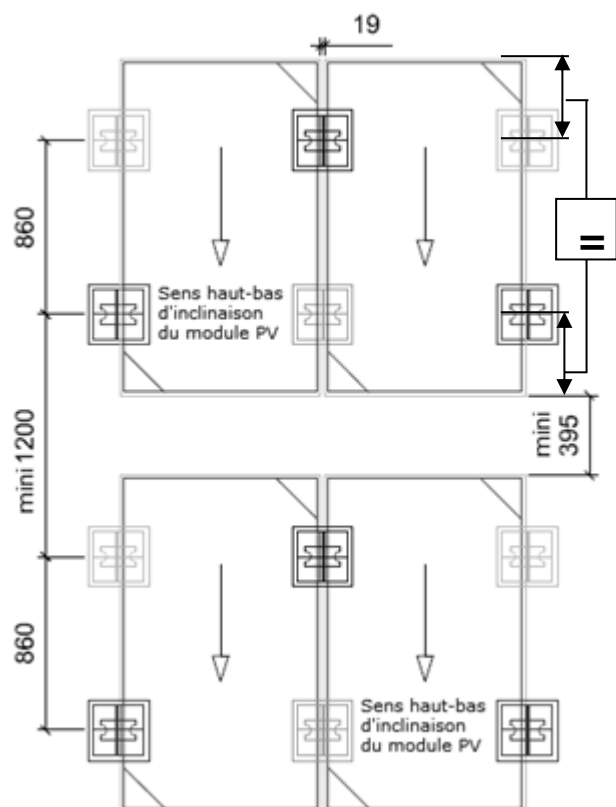


Figure 24 : Implantation des plots SOPRASOLAR FIX EVO avec modules photovoltaïques en inclinaison double shed

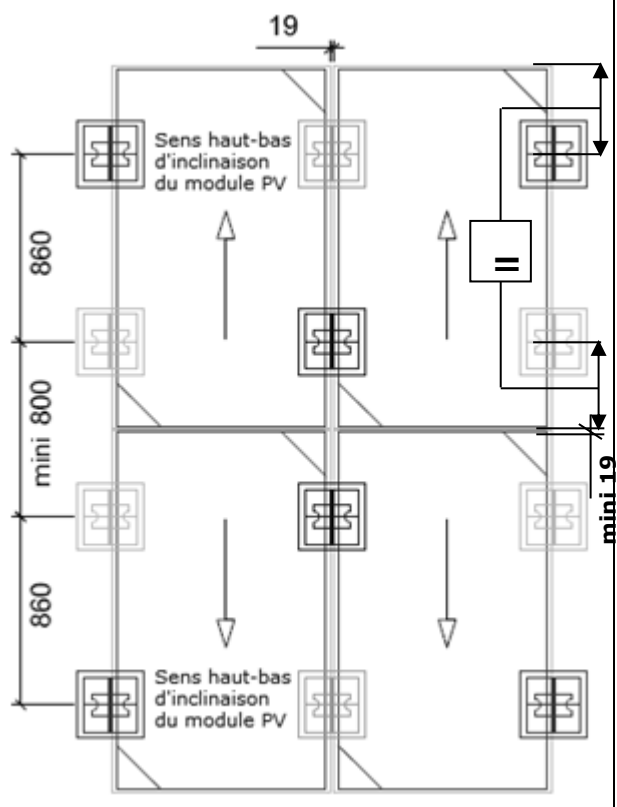


Figure 25 : Implantation des plots SOPRASOLAR FIX EVO en calepinage non densifié

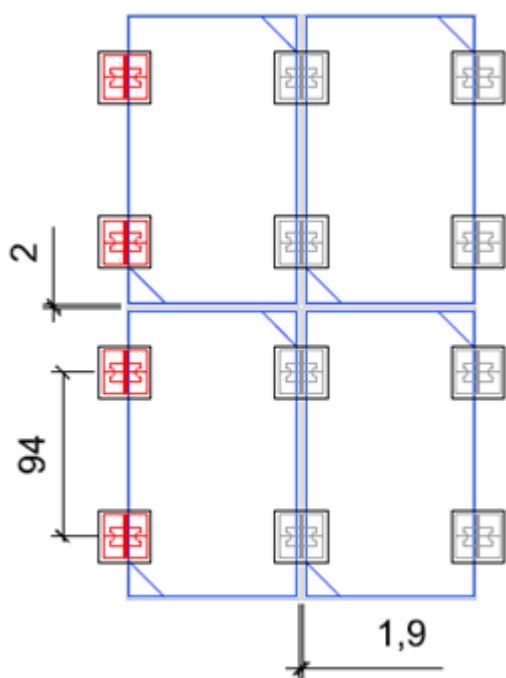
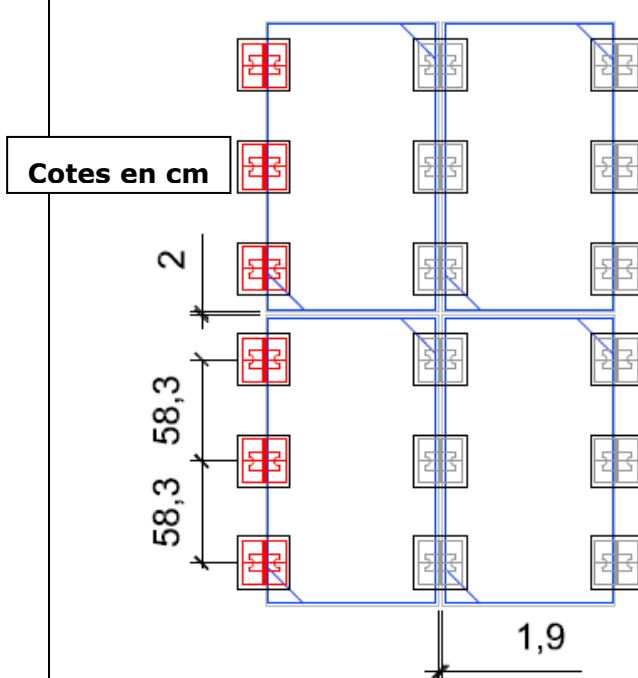


Figure 26 : Implantation des plots SOPRASOLAR FIX EVO en calepinage densifié



Cotes en cm

Figure 27 : Traçage et soudage des plots SOPRASOLAR FIX EVO sur membrane d'étanchéité avec finition SOPRALENE FLAM 180 AR(Fe)

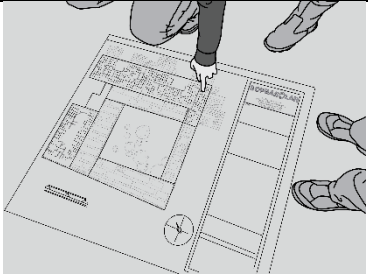
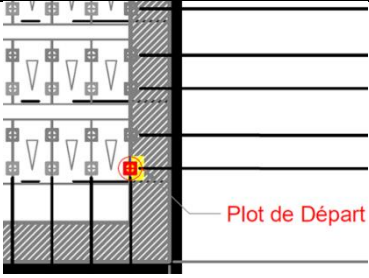
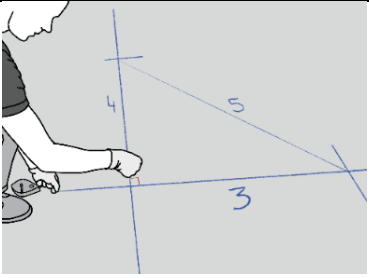
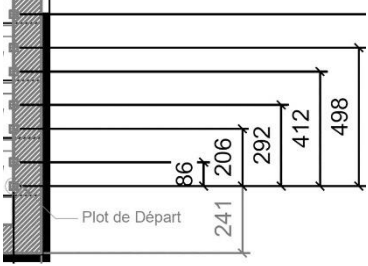
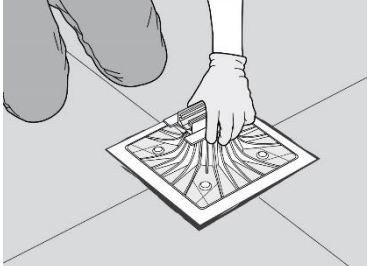
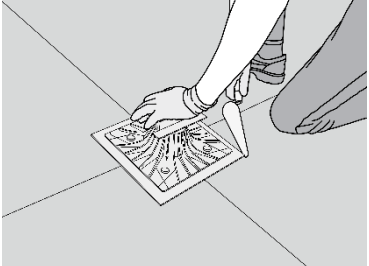
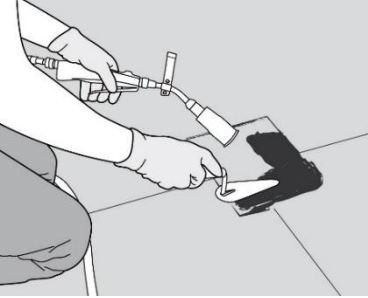
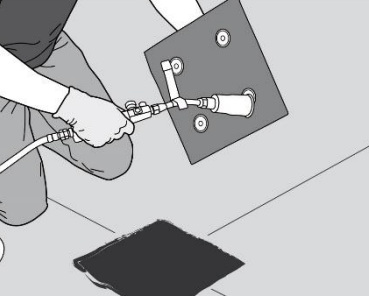
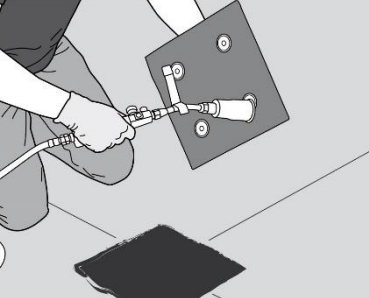
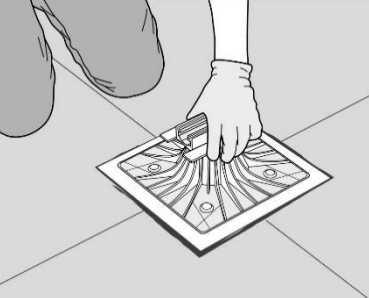
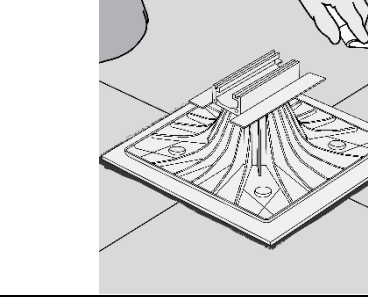
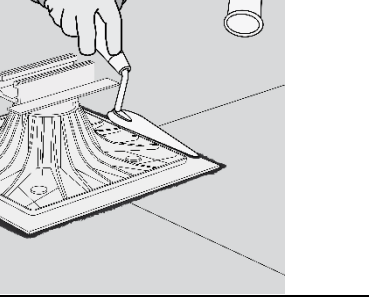
		
1. Vérifier les côtes de la toiture et l'emplacement des émergences par rapport au PLAN D'EXECUTION avant tout traçage.	2. Vérifier l'implantation du plot de départ à l'aide du PLAN D'EXECUTION.	3. Réaliser l'équerrage de la zone d'implantation au cordeau avec la méthode 3-4-5.
		
4. Tracer les repères au cordeau en respectant les côtes du PLAN D'EXECUTION. Vérifier l'équerrage de l'installation tous les 5 mètres.	5. Positionner les plots SOPRASOLAR FIX EVO. Le centre de chaque plot est matérialisé par l'intersection des lignes tracées.	6. Tracer l'empreinte du plot à l'aide d'une spatule pour repérer sa position sur la toiture.
		
7. Noircir l'emplacement du plot à l'aide du chalumeau et d'une spatule.	8. Noyer les paillettes d'ardoises de la feuille d'étanchéité dans le bitume.	9. Brûler le film thermofusible à l'aide du chalumeau puis chauffer la face inférieure du plastron.
		
10. Chauffer la surface noircie du revêtement.	11. Chauffer une nouvelle fois la face inférieure du plastron.	12. Appliquer le plot sur le revêtement d'étanchéité et exercer une pression pour confirmer la soudure.
		
13. Si nécessaire, confirmer la soudure des coins du plastron.	14. Confirmer la soudure des bordures du plastron à la spatule.	

Figure 28 : Soudage des plots SOPRASOLAR FIX EVO sur membrane d'étanchéité avec finition aluminium SOPRALENE FLAM 180 ALU

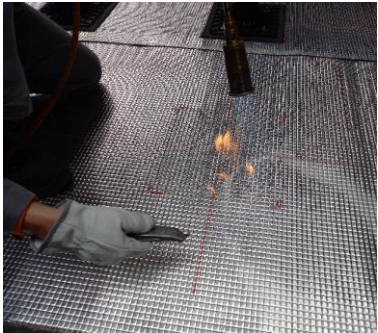
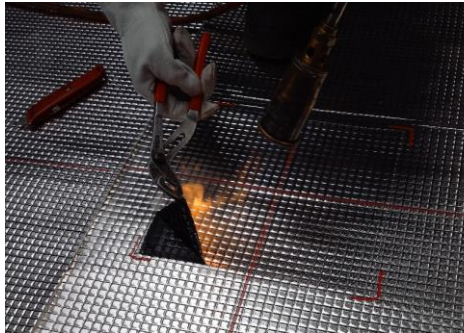
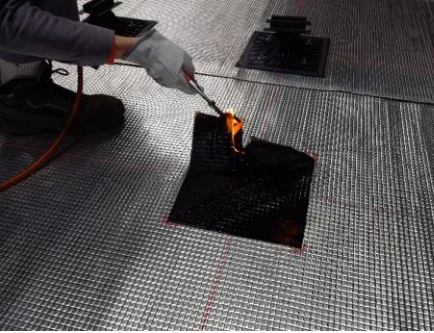
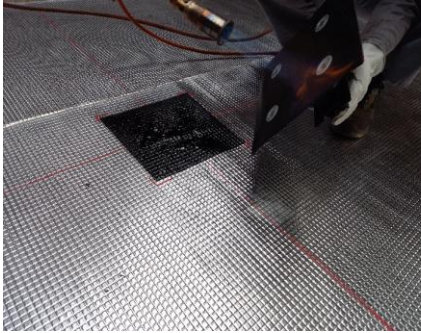
		
1. Découper la feuille d'aluminium sur l'emprise du plastron du plot à l'aide d'un cutter	2. Chauffer la partie découpée de la feuille d'aluminium de finition à l'aide du chalumeau	3. Avec une pince décoller la partie découpée et chauffée de la feuille d'aluminium
		
4. Finir de retirer partie découpée de la feuille d'aluminium : le bitume doit être à nu	5. Chauffer le plastron au chalumeau	6. Appliquer le plot sur le revêtement d'étanchéité et exercer une pression pour confirmer la soudure.
		
7. Confirmer la soudure des bordures du plastron à la spatule.		

Figure 29 : Mise en œuvre des rehausses et bloqueurs

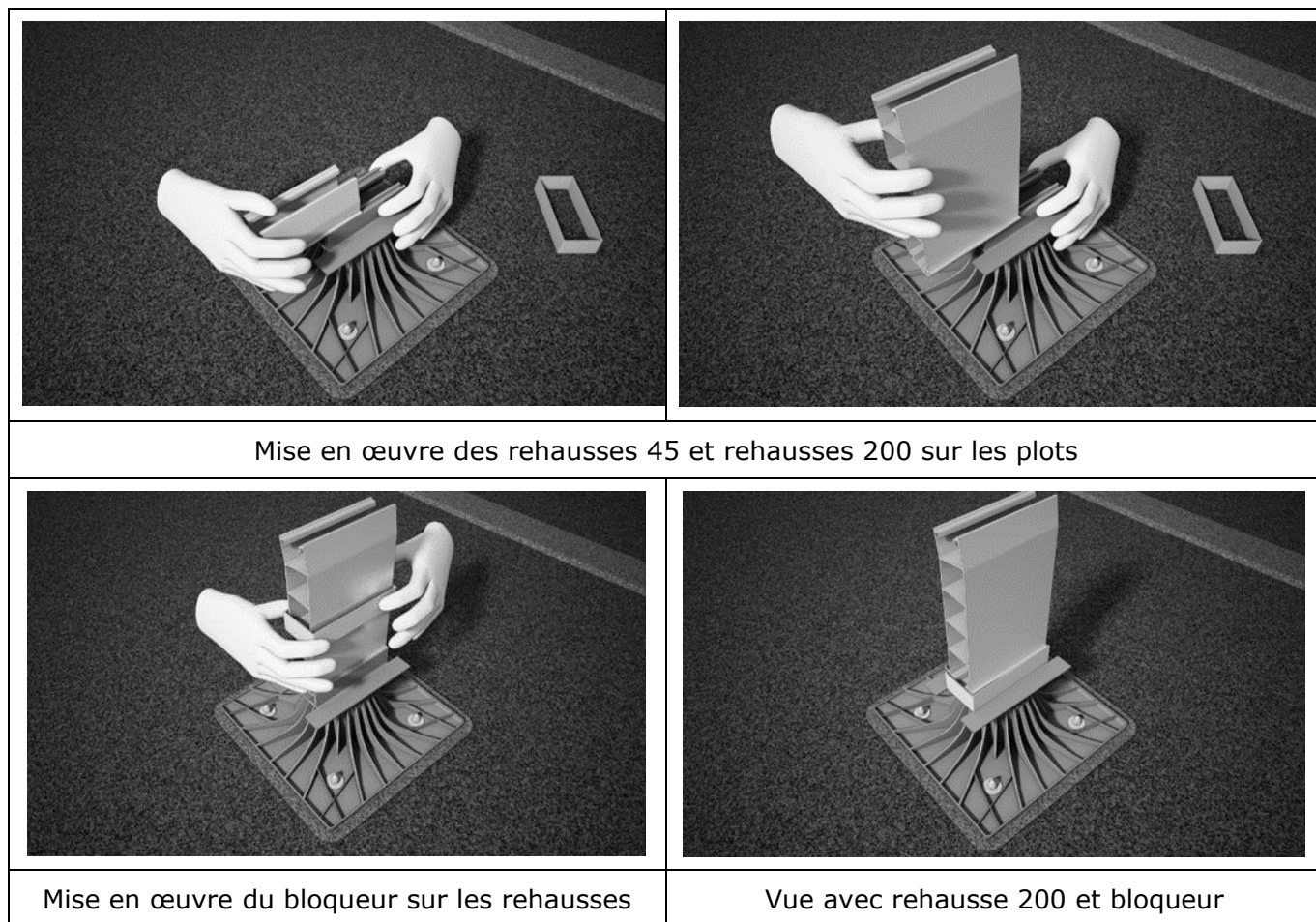


Figure 30 : Mise en œuvre des étriers intermédiaires, finaux et universel sur REHAUSSE 200 et 45

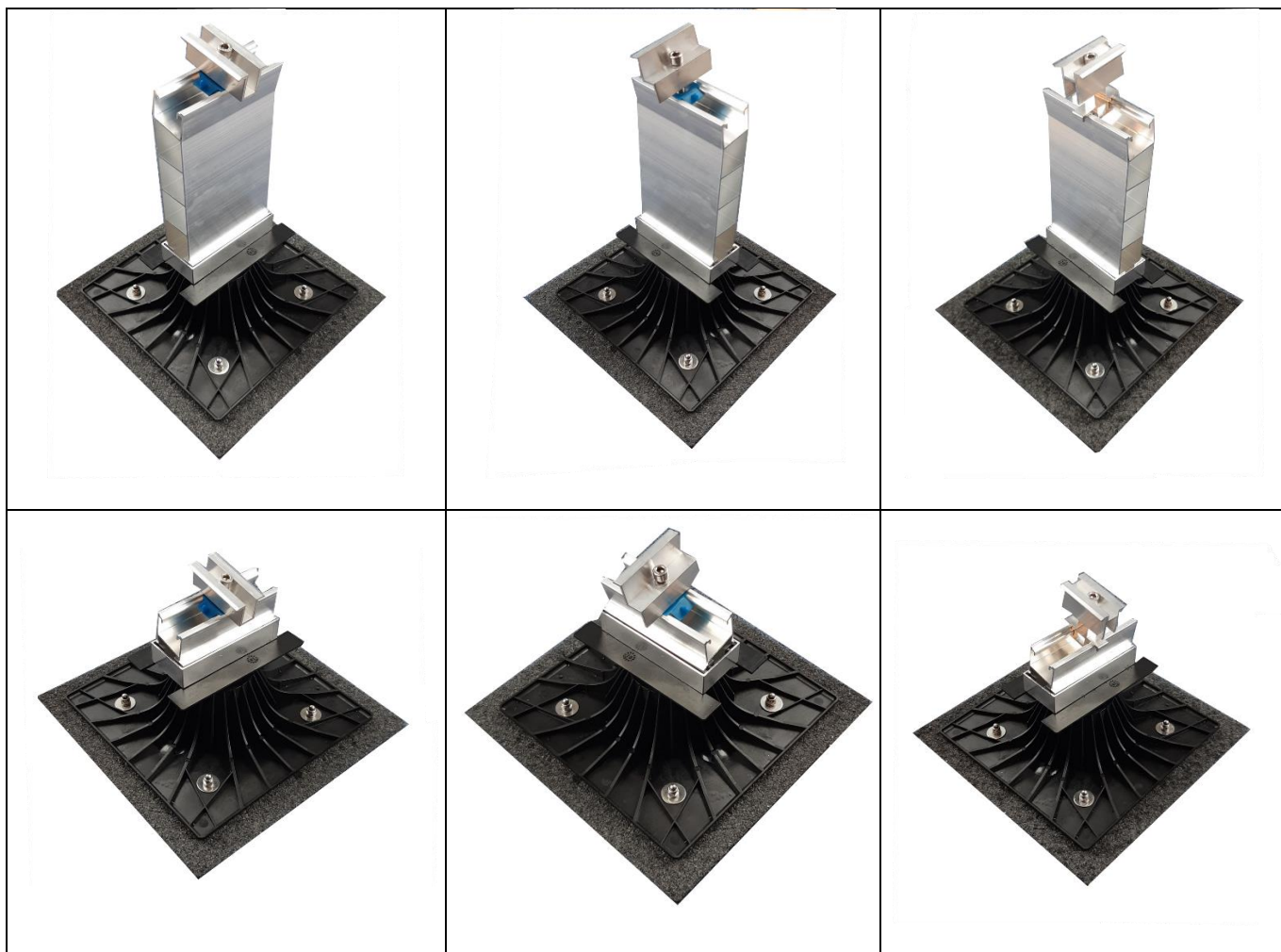


Figure 31: Serrage des étriers

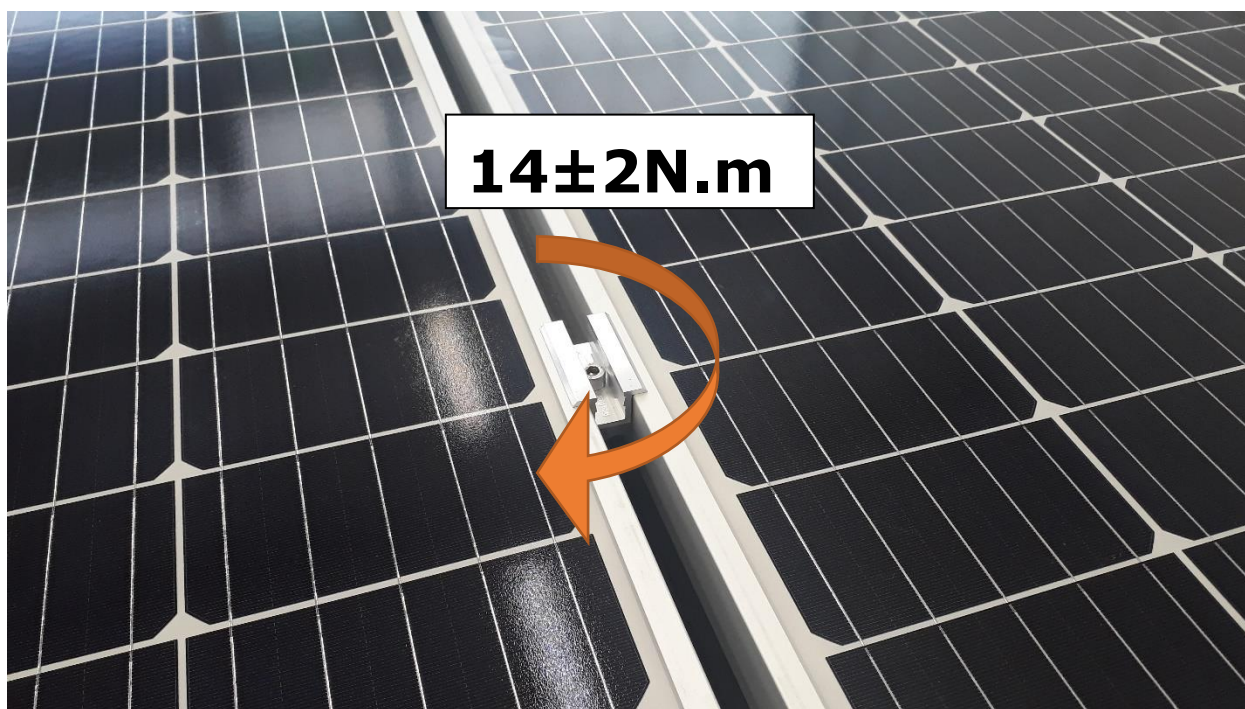


Figure 32 : clip pour fixation des câbles au cadre des modules



Figure 33 : Exemple calepinage standard (2 plots/grand côté du module) et préparation de la toiture en pose à plat

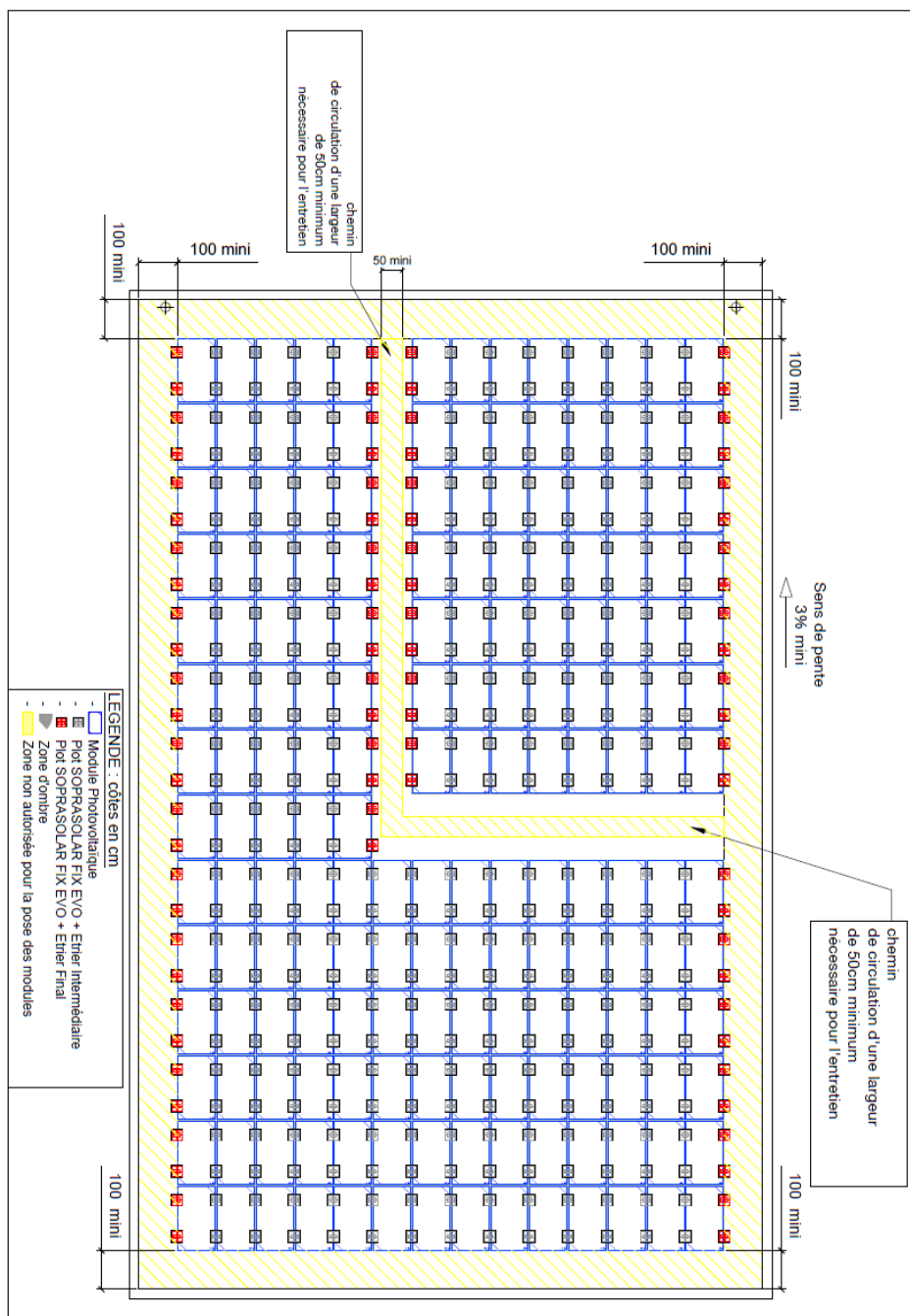


Figure 34 : Exemple calepinage standard (3 plots/grand côté du module) et préparation de la toiture en pose à plat

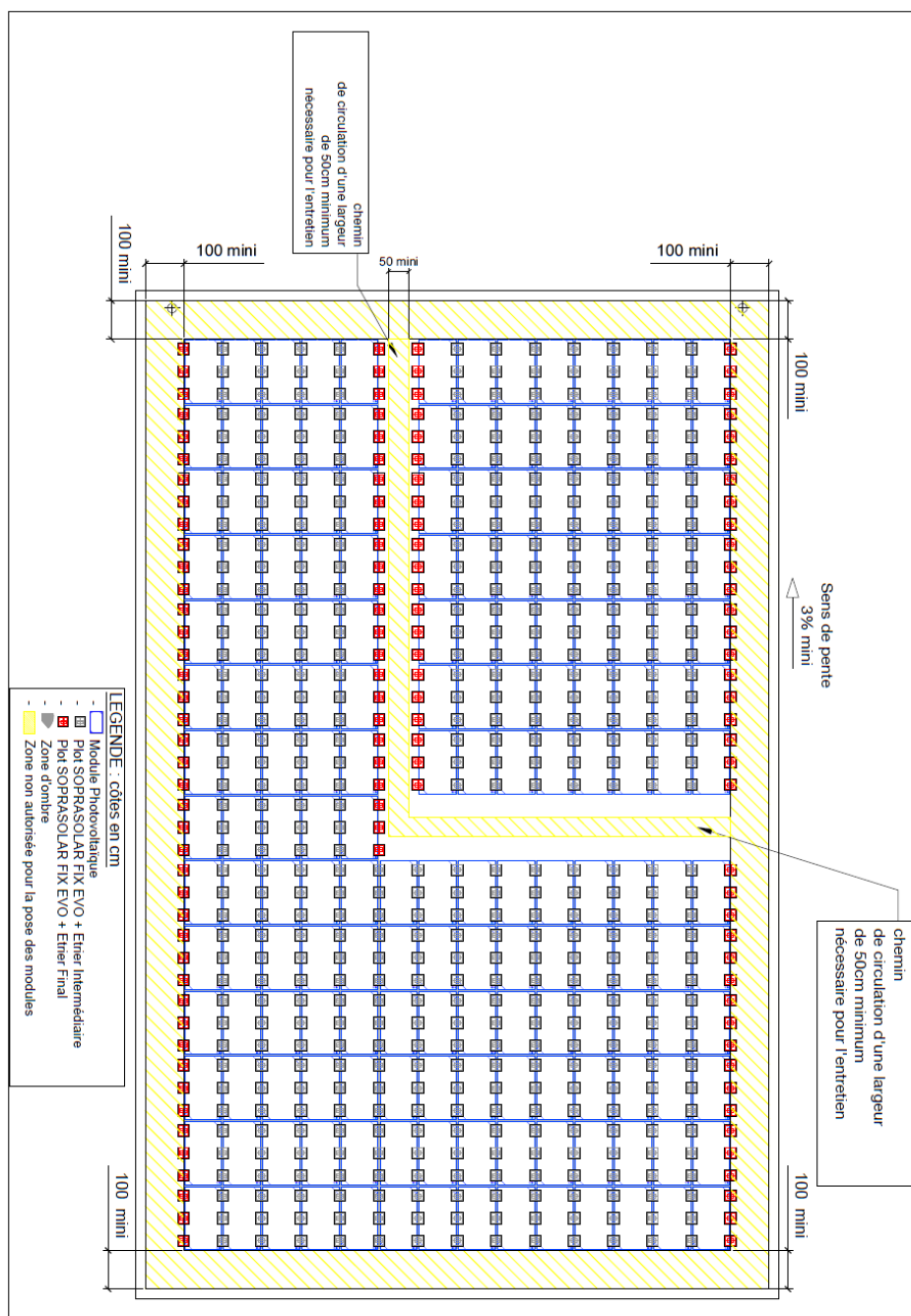


Figure 35 : Exemple calepinage et préparation de la toiture avec modules photovoltaïques inclinés en orientation « EST/OUEST »

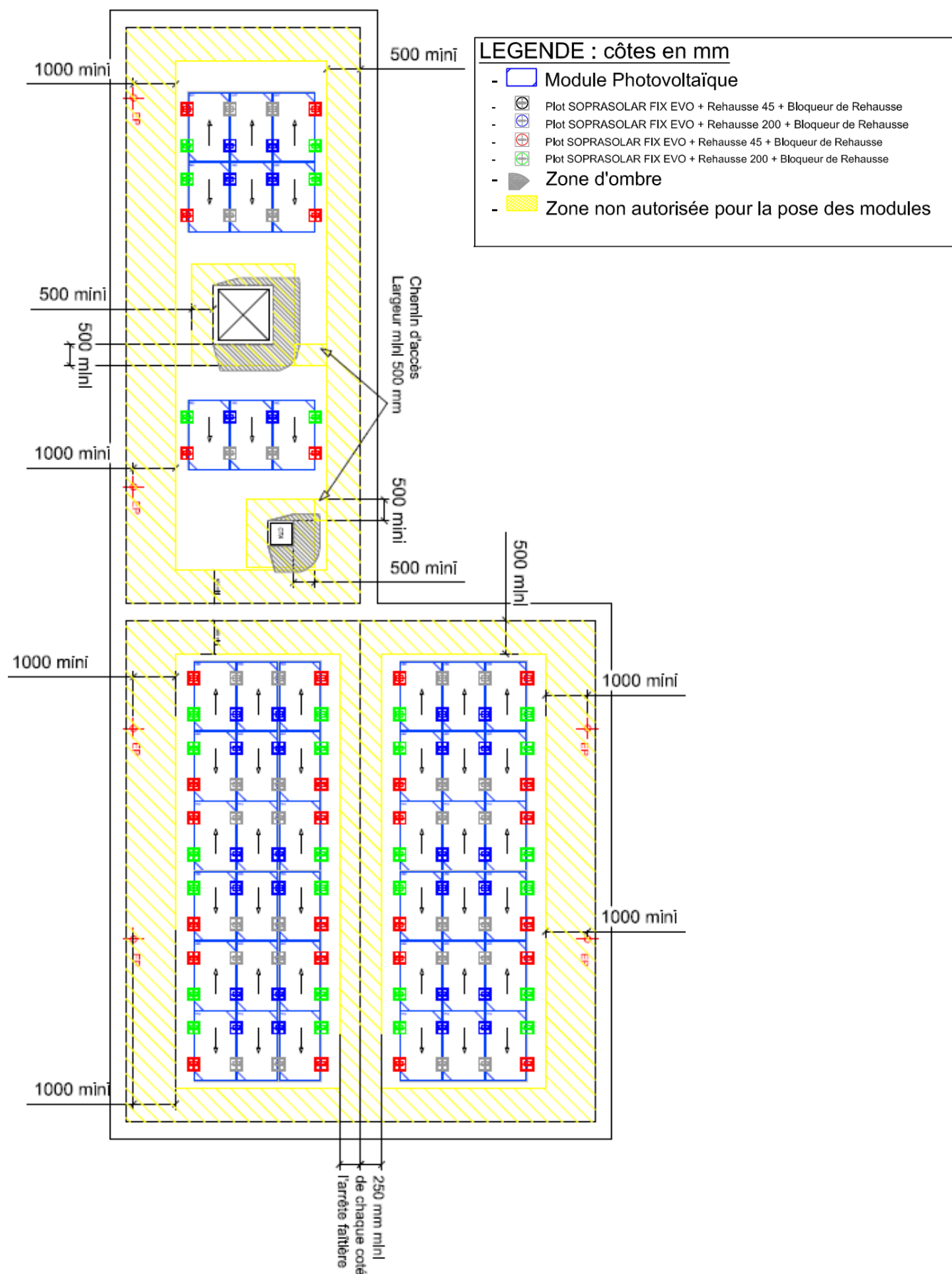


Figure 36 : Exemple calepinage et préparation de la toiture avec modules photovoltaïques inclinés en orientation « SUD »

