CAHIER DE PRESCRIPTIONS DE POSE

SOPRASOLAR FIX EVO TILT CPP

Procédé d'étanchéité photovoltaïque sans percement pour toiture terrasse avec modules photovoltaïques inclinés par rapport au plan de la toiture

a) en mode portrait ou paysage :

REC xxx PE Peak Energy Series de 240 à 265 Wc
REC xxx TP TwinPeak Series de 265 à 280 Wc
RECxxxTP2 BLK2 TwinPeak 2 BLK2 Series de 275 à 285 Wc
RECxxxTP2 TwinPeak 2 Series de 275 à 300 Wc
RECxxxTP2M TwinPeak 2 Mono Series de 300 à 320 Wc
VOLTEC SOLAR Tarka VSPS-L-xxx de 260 à 275 Wc
VOLTEC SOLAR Tarka VSMS-J-xxx de 270 à 300 Wc
SUNPOWER 96 cellules SPR-E20-327-COM de 327 Wc
SUNPOWER 96 cellules SPR-X21-345-COM de 345 Wc
SUNPOWER 96 cellules SPR-X22-360-COM de 360 Wc
HANWHA QCELLS Q.PEAK-G4.1 de 290 à 315 Wc
DMEGC DMxxx-M156-60 de 305 à 310 Wc
PEIMAR SMxxxM(FB) de 325 Wc
PEIMAR SMxxxM(BF) de 330 Wc
DUALSUN XXXM-60-0BBP de 300 à 315 Wc
DUALSUN XXXM-60-00 de 300 à 340 Wc
DUALSUN XXXM-120-00 de 325 à 345 Wc
DUALSUN XXXM-60-3BBPN de 300 à 315 Wc (module hybride)
DUALSUN XXXM-60-3BBPI de 300 à 315 Wc (module hybride)

b) en mode portrait uniquement

SILLIA 60Pxxx-Plus de 265 à 285Wc
SUNPOWER 128 cellules SPR-E20-435-COM de 435 Wc
SUNPOWER 128 cellules SPR-X21-460-COM de 460 Wc
PHOTOWATT PW2450F de 240 à 280 Wc
PHOTOWATT PW2500F de 270 à 290 Wc
RECxxxNP N-Peak Series de 310 à 330 Wc

Le présent Cahier de Prescriptions de Pose, référencé « CPP DT N°17/003_FR_Ind_00 Edition du 28 juin 2020 », établi par la société **SOPRASOLAR**, et comportant 99 pages, a été examiné par BUREAU ALPES CONTROLES dans le cadre de l'Enquête de Technique Nouvelle référencée **010T191R indice 00**.

Dans le cadre de cette évaluation, BUREAU ALPES CONTROLES a émis un rapport d'Enquête de Technique Nouvelle indiquant son Avis sur le procédé.

La signature de BUREAU ALPES CONTROLES indique l'examen de chaque page du présent document qui ne peut être communiqué qu'avec l'intégralité du Rapport d'Enquête.

ALPES CONTRÔLES

VALIDITÉ	L'ingénieur spécialiste,
DU 30 JUIN 2020	Vincent NANCHE cn=Vincent NANCHE, c=FR, o=BUREAU ALPES CONTROLES, ou=0002 351812698, email=vnanche@alpes-controles.fr
AU 29 JUIN 2023	Vincent NANCHE

SOPRASOLAR

202 Quai de Clichy, 92110 CLICHY
+33 1 46 88 01 80
be@soprasolar.com – http://www.soprasolar.com

INDEX

Indice	Date	OBJET
00	28/06/2020	Révision du précédent CPP SOPRASOLAR FIX EVO TILT 2017 DT N°17/003_FR 2017 Ind 00

Table des matières

1 OBJET 5

2 PRINCIPE 5

3 ORGANISATION DE LA MISE EN ŒUVRE 11

3.1 GENERALITES 11
3.2 ASSISTANCE TECHNIQUE 11
3.3 COMPETENCE DES INSTALLATEURS 11
3.4 FORMATION 11
3.5 SECURITE DES INTERVENANTS 12
3.6 ENTRETIEN REPARABILITE 12
3.6.1 Entretien 12
3.6.2 Réparabilité 13

4 DESTINATION ET DOMAINE D'EMPLOI 14

4.1 GENERALITES 14
4.2 CADRE D'UTILISATION 14
4.3 IMPLANTATION DES MODULES PHOTOVOLTAÏQUES 17

5 DISPOSITIONS DE PRINCIPE APPLICABLES AU CABLAGE ELECTRIQUE 18

5.1 GENERALITES 18
5.2 CABLE DE LIAISON EQUIPOTENTIELLE DES MASSES – MISE A LA TERRE 19
5.3 LIAISONS INTERMODULES ET MODULES/ONDULEURS 20
5.4 PASSAGE DES CABLES A L'INTERIEUR DU BATIMENT 20
5.5 CHEMINEMENT DES CABLES HORS DU CHAMP PHOTOVOLTAÏQUE 20
5.6 PRECAUTIONS A PRENDRE CONTRE LE CHOC ELECTRIQUE 20
5.7 CHEMIN DE CABLES 21
5.8 SUPPORTS DE CHEMIN DE CABLES 22

6 PRESCRIPTIONS RELATIVES AUX SUPPORTS 23

6.1 ELEMENTS PORTEURS 23
6.2 SUPPORT ISOLANT NON PORTEURS 24
6.2.1 Le pare-vapeur 24
6.2.2 Mise en œuvre de l'isolant 25
6.3 SUPPORTS CONSTITUES PAR D'ANCIENS REVETEMENTS D'ETANCHEITE 25
6.3.1 Généralités 25
6.3.2 Support de nouveau revêtement d'étanchéité 26
6.3.3 Support de panneaux isolant ou d'écran de protection 26

7 PRESCRIPTIONS RELATIVES AUX REVETEMENTS EN PARTIE COURANTE 27

7.1 COMPOSITION DES REVETEMENTS D'ETANCHEITE 27
7.2 MISE EN ŒUVRE DU REVETEMENT D'ETANCHEITE 28
7.2.1 En travaux neufs 28
7.2.2 Cas particulier de la réfection 28
7.2.3 Mise hors d'eau en fin de journée 28
7.3 MISE EN ŒUVRE DES PLOTS 28
7.3.1 Calepinage et préparation de la toiture 28
7.3.2 Soudage des plots 33
7.4 MISE EN ŒUVRE DES REHAUSSES ET DES BLOQUEURS DE REHAUSSES 37
7.5 MISE EN ŒUVRE DES MODULES PHOTOVOLTAÏQUES 38
7.5.1 Généralités 38
7.5.2 Cas particulier : les modules hybrides DUALSUN SPRING 40

8 PROTECTION DES PARTIES COURANTES OU DES CHEMINS DE CIRCULATION 41

9 RELEVE D'ETANCHEITE ET OUVRAGE PARTICULIERS 41

10 VARIANTE SOPRA SOLAR NATURE 42

10.1 MISE EN ŒUVRE DE LA VEGETALISATION SOPRANATURE 43
10.2 ENTRETIEN – REPARABILITE 43
10.3 DESTINATION ET DOMAINE D'EMPLOI 44
10.4 IMPLANTATION DES PLOTS ET DES MODULES PHOTOVOLTAÏQUES 45
10.5 PRESCRIPTIONS RELATIVES AUX ELEMENTS PORTEURS 49
10.6 PRESCRIPTIONS RELATIVES AUX ISOLANTS 49
10.7 COMPOSITION DES REVETEMENTS D'ETANCHEITE 49
10.8 PRESCRIPTION DE MISE EN ŒUVRE DES PLOTS 49

10.9 PRESCRIPTIONS RELATIVES AU PROCEDE SOPRANATURE DANS LE CAS DE LA VARIANTE SOPRA SOLAR NATURE 50
10.9.1 Description 50
10.9.2 Systèmes SOPRANATURE autorisés pour la variante SOPRA SOLAR NATURE 50
10.9.3 Dispositifs de séparation 52
10.9.4 Chemins de câbles 52
10.10 RELEVES D'ETANCHEITE 52

11 MATERIAUX 53
11.1 FEUILLES D'ETANCHEITE EN PARTIE COURANTE 53
11.2 LE PLOT SOPRASOLAR FIX EVO 55
11.2.1 Plastron SOPRASOLAR 56
11.2.2 Partie réglable du plot SOPRASOLAR FIX EVO 57
11.2.3 REHAUSSE 45 – REHAUSSE 200 – BLOQUEUR DE REHAUSSE 58
11.3 FIXATIONS DES MODULES PHOTOVOLTAÏQUES : LES ETRIERS 59
11.3.1 Première famille : les étriers intermédiaires 59
11.3.2 Première famille : les étriers finaux 59
11.3.3 Deuxième famille – étrier universel 60
11.4 LES MODULES PHOTOVOLTAÏQUES 61
11.5 AUTRES MATERIAUX 63
11.5.1 Primaire ou enduits d'imprégnation 63
11.5.2 Bitume EAC 63
11.5.3 Ecran de semi-indépendance (sur maçonnerie, béton cellulaire, ancienne étanchéité autoprotégée) 63
11.5.4 Sous couche fixée (sur bois et panneaux dérivés du bois, ancienne étanchéité autoprotégée) 63
11.5.5 Pare-Vapeurs 63
11.5.6 Autres matériaux en feuilles 63

12 FABRICATION - CONTROLE EN USINE – ASSURANCE QUALITE 64
12.1 LE PLASTRON SOPRASOLAR 64
12.2 LE SYSTEME DE MONTAGE 65
12.3 LES FEUILLES BITUMINEUSES (PARE-VAPEUR ET REVETEMENT D'ETANCHEITE) 66

13 RESULTATS EXPERIMENTAUX 67

14 REFERENCES 67

15 TABLEAUX ET FIGURES 68
15.1 GUIDE DE CHOIX DES MATERIAUX 68
15.2 REVETEMENT D'ETANCHEITE EN PARTIE COURANTE 69
15.3 TRAVERSEE DES CABLES ELECTRIQUES : RACCORDEMENT A L'ETANCHEITE A L'AIDE D'UNE CROSSE 73
15.4 EXEMPLE DE PLAN D'EXECUTION AVEC MODULES PHOTOVOLTAÏQUES EN MODE PORTRAIT « EST/OUEST » 74
15.5 EXEMPLE DE PLAN D'EXECUTION AVEC MODULES PHOTOVOLTAÏQUES EN MODE PORTRAIT « SUD » 75
15.6 EXEMPLE DE PLAN D'EXECUTION AVEC MODULES PHOTOVOLTAÏQUES EN MODE PAYSAGE « SUD » 76
15.7 EXEMPLE DE PLAN D'EXECUTION AVEC MODULES PHOTOVOLTAÏQUES EN MODE PAYSAGE « EST/OUEST » 77

16 ANNEXES : NOTICE DE MISE EN ŒUVRE ET FICHE D'AUTOCONTROLE 78

1 Objet

Le présent document définit un procédé d'isolant-étanchéité bitumineuse avec modules photovoltaïques rigides, inclinés par rapport au plan du rampant de toiture (avec une inclinaison maximale de 10° par rapport au plan de la toiture) et liaisonnés à l'étanchéité selon un système de plots breveté.

En fonction des caractéristiques et propriétés du procédé et de ses composants, le présent Cahier de Prescriptions de Pose précise, complète, ou modifie les prescriptions et dispositions des textes fondant les Règles de l'Art, et notamment les normes NF DTU de la série 43. A défaut de précisions, ces dernières font foi et s'appliquent.

2 Principe

Le procédé **SOPRASOLAR FIX EVO TILT CPP** est un dispositif permettant l'intégration, en toitures isolées-étanchées, sur bâtiments neufs ou existants, de modules photovoltaïques rigides, en mode portrait ou paysage, inclinés par rapport au plan de la toiture (pente maximale 10° pour la structure support des modules photovoltaïques, voir chapitre 4.3 - Figure 13) sur un ensemble de plots en polymère PA6 GF30, équipés d'un système de rehausses en aluminium, liaisonnés à un revêtement d'étanchéité autoprotégé, sans avoir à perforer ce dernier et sans nécessité d'ajout de lestage afin de réaliser des installations productrices d'électricité renouvelable solaire.

Le procédé **SOPRASOLAR FIX EVO TILT CPP** propose une variante **SOPRA SOLAR NATURE** qui combine le procédé photovoltaïque à un système de végétalisation **SOPRANATURE** (chapitre 10. Variante SOPRA SOLAR NATURE).

Le procédé **SOPRASOLAR FIX EVO TILT CPP** fait l'objet d'une garantie **SOPRASOLAR** de 20 ans sur l'ensemble de ses composants moyennant un contrat d'entretien sur la même durée selon les dispositions prévues au chapitre 3.6.

Les garanties délivrées sur ces articles par **SOPRASOLAR** ne s'appliquent que dans le cadre d'une fourniture complète du procédé, y compris les modules photovoltaïques du chapitre 11.4.

L'étanchéité est constituée d'un revêtement monocouche ou bicouche en bitume élastomère SBS ou SEBS de la société **SOPREMA** mis en œuvre en adhérence ou en semi-indépendance ou fixé mécaniquement.

Le revêtement d'étanchéité est nécessairement de classification FIT :

- F5I4T4 minimum pour les revêtements adhérents,
- F5I4T2 minimum pour les revêtements semi-indépendants auto-adhésifs,
- I4 minimum (Indentation selon classement FIT) pour les revêtements semi-indépendants fixés mécaniquement.

Les éléments porteurs peuvent être en maçonnerie, béton cellulaire autoclavé, en tôles d'acier nervurées (TAN), en bois ou panneaux à base de bois aussi dénommés panneaux dérivés du bois (voir chapitres 4.2 et 6.1).

Photo 1 : Vue du procédé SOPRASOLAR FIX EVO TILT avec modules photovoltaïques en mode portrait (orientation « EST/OUEST »)

Toutes cotes en mm

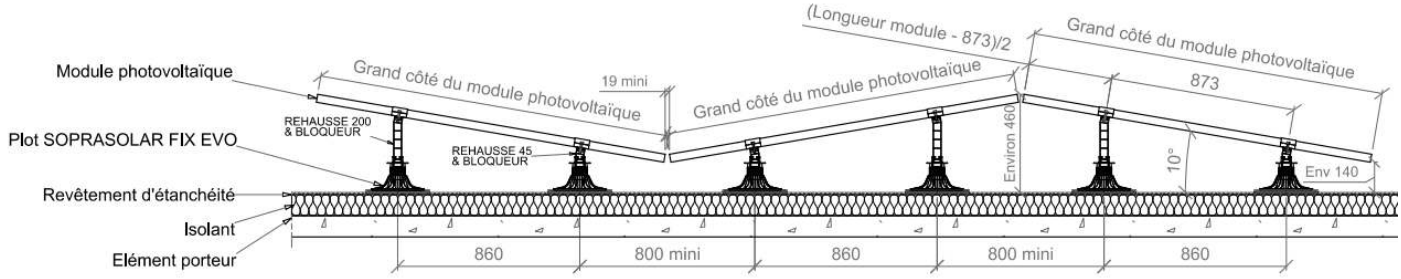


Figure 1 : Vue en coupe, dans le sens de la longueur des modules photovoltaïques, mode portrait orientation « EST/OUEST »

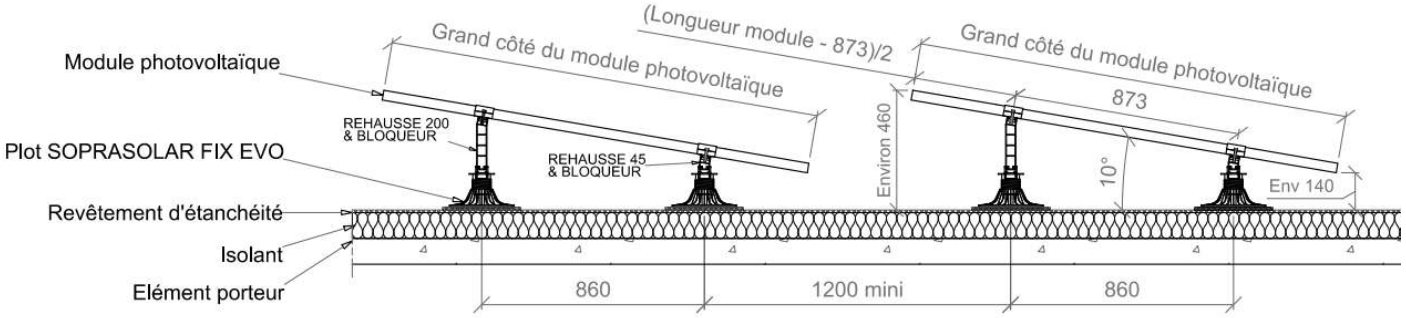


Figure 2 : Vue en coupe, dans le sens de la longueur des modules photovoltaïques, mode portrait orientation « SUD »

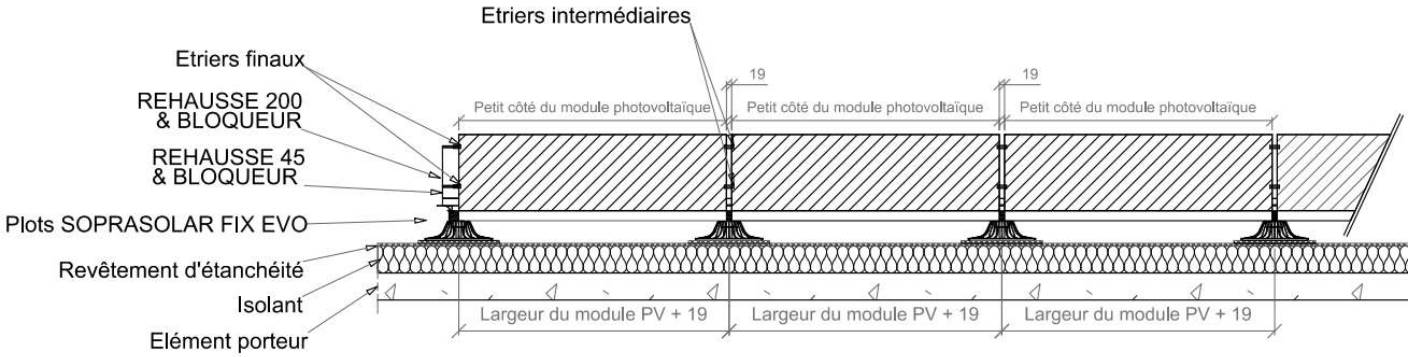


Figure 3 : Vue de côté dans le sens de la largeur des modules photovoltaïques mode portrait orientation « EST/OUEST » ou « SUD »

Toutes cotes en mm

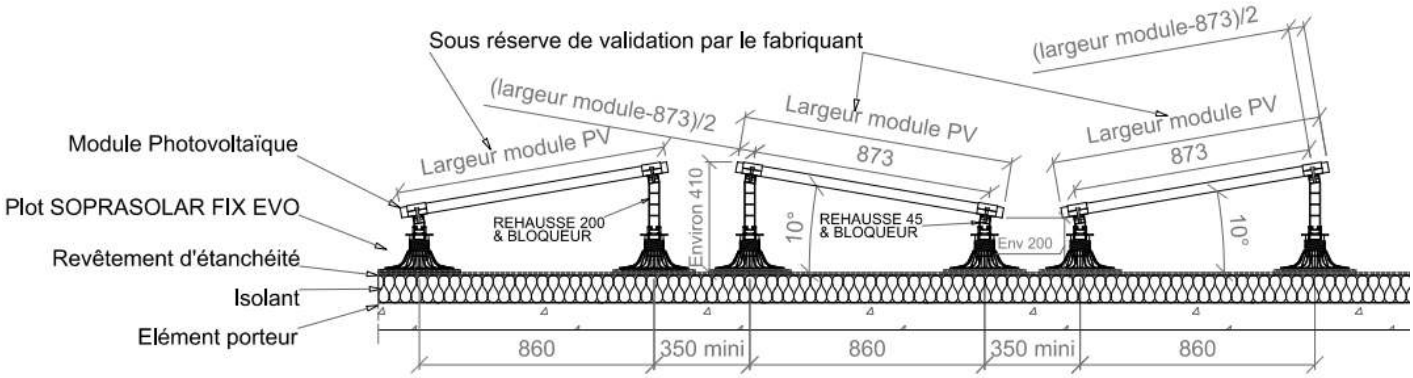


Figure 4 : Vue en coupe, dans le sens de la largeur des modules photovoltaïques (selon modules autorisés) mode paysage orientation « EST/OUEST » (modules DUALSUN SPRING hybrides : voir paragraphe 7.5.2)

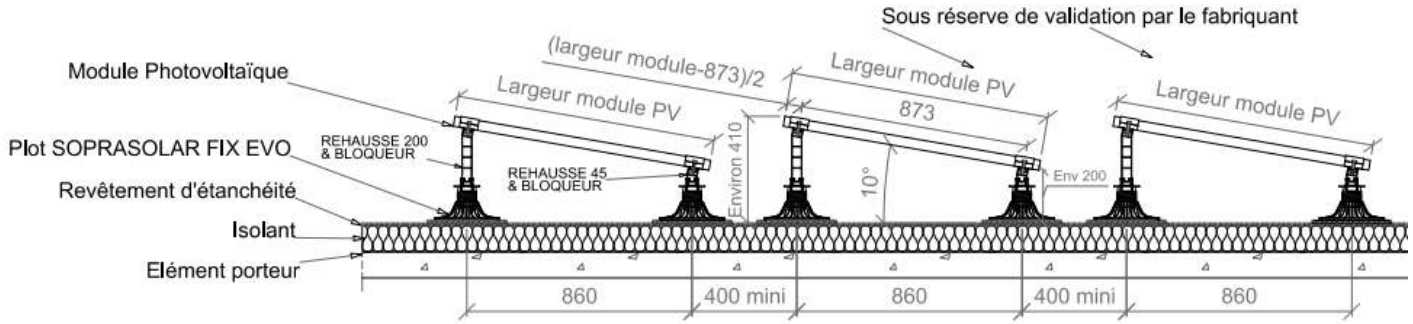


Figure 5 : Vue en coupe, dans le sens de la largeur des modules photovoltaïques (selon modules autorisés) en mode paysage orientation « SUD » (modules DUALSUN SPRING hybrides : voir paragraphe 7.5.2)

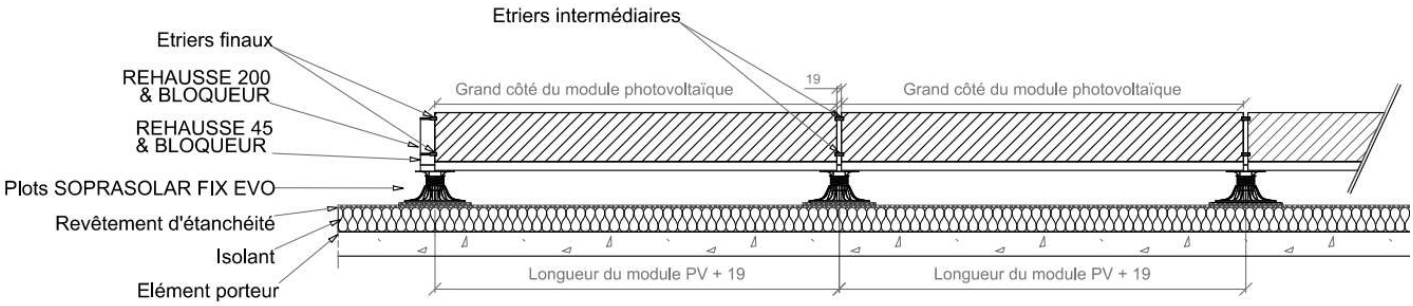


Figure 6 : Vue de côté, dans le sens de la longueur des modules photovoltaïques (selon modules autorisés) mode paysage orientation « EST/OUEST » ou « SUD »

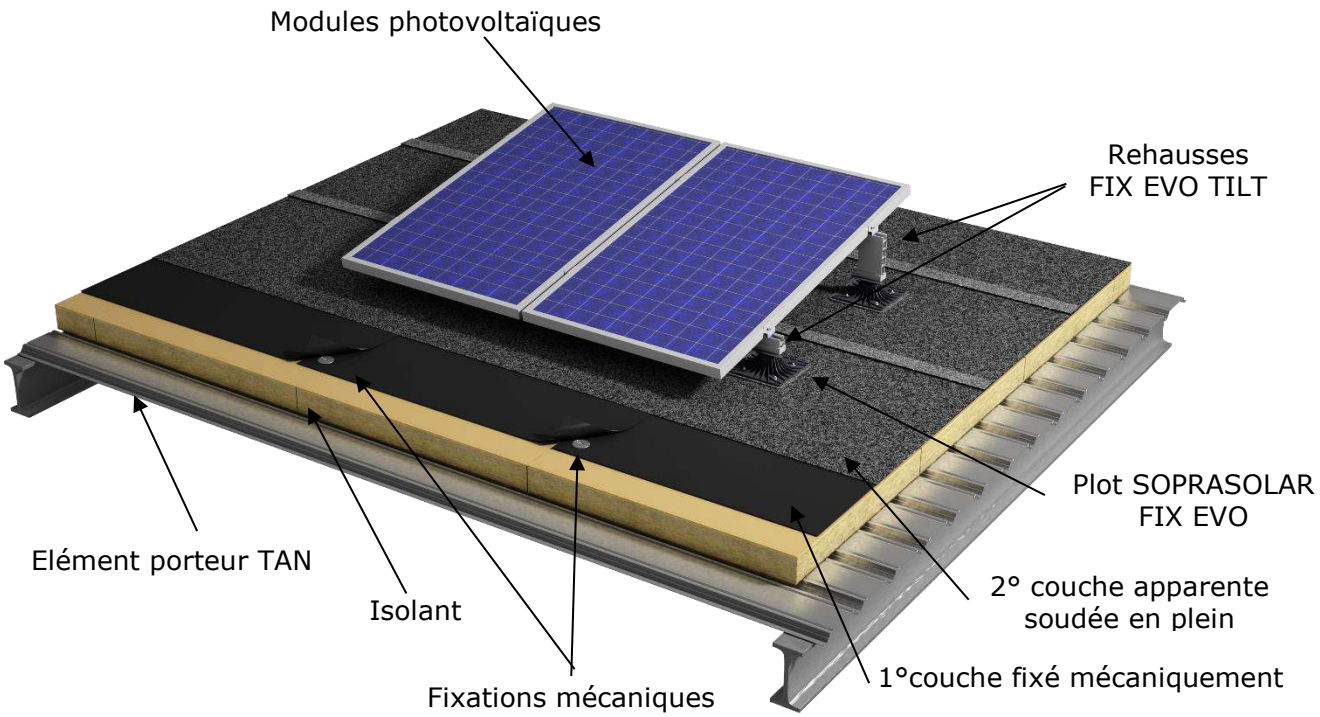


Figure 7 : Exemple de cas du procédé SOPRASOLAR FIX EVO TILT CPP sur élément porteur TAN avec revêtement d'étanchéité bicouche fixé mécaniquement et modules photovoltaïques en mode portrait

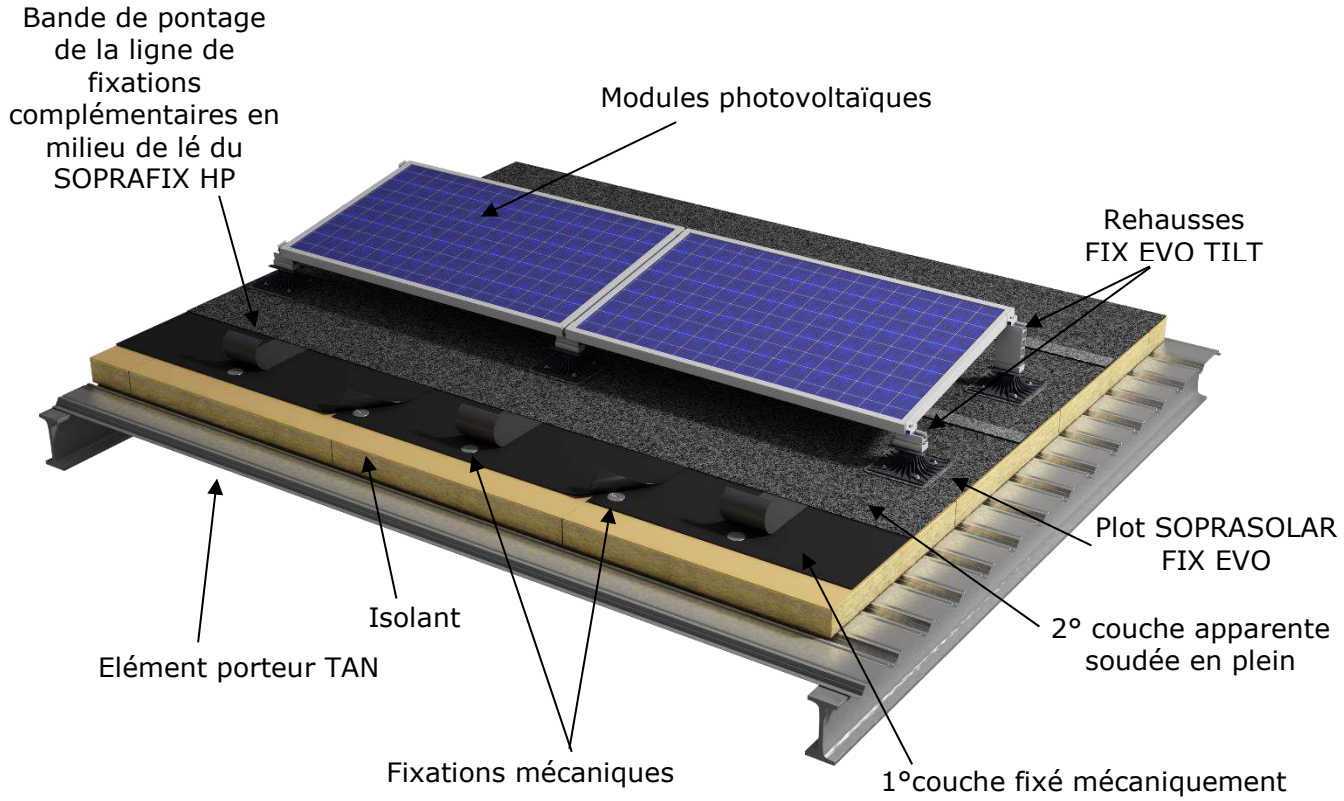


Figure 8 : Exemple de cas du procédé SOPRASOLAR FIX EVO TILT CPP sur élément porteur TAN avec revêtement d'étanchéité bicouche fixé mécaniquement et modules photovoltaïques en mode paysage

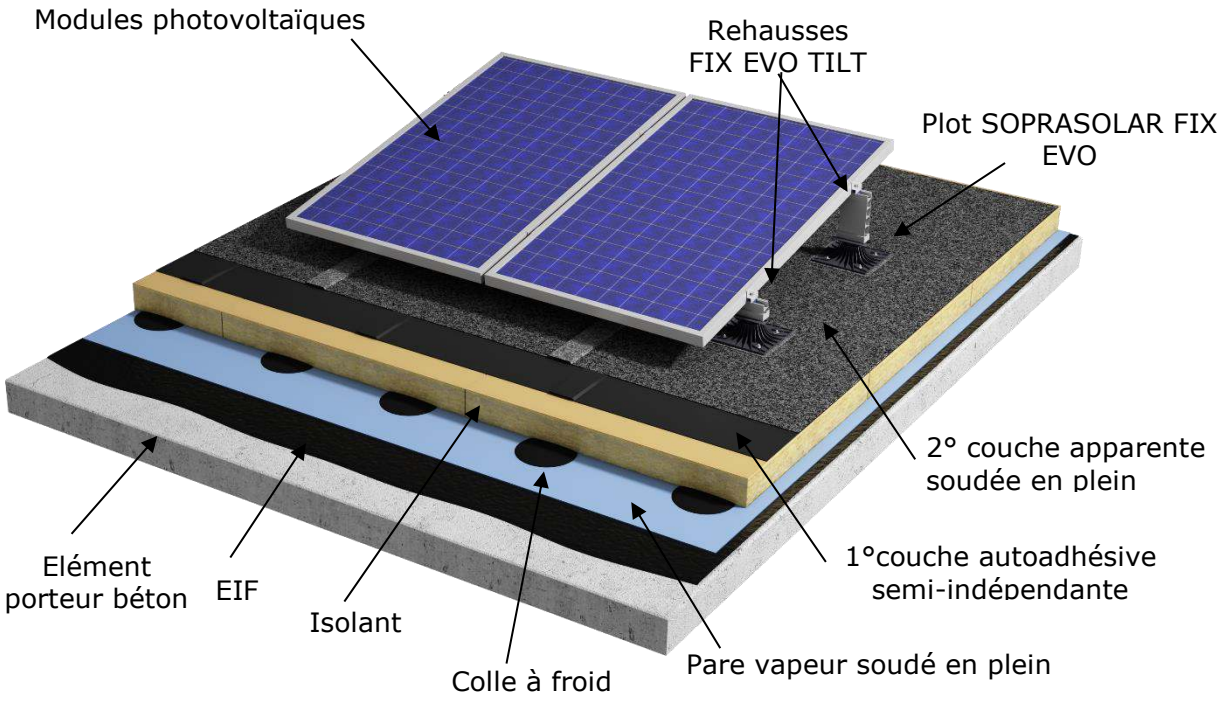


Figure 9 : Exemple de cas du procédé SOPRASOLAR FIX EVO TILT CPP sur élément porteur maçonnerie avec revêtement d'étanchéité bicouche semi-indépendant auto-adhésif et modules photovoltaïques en mode portrait

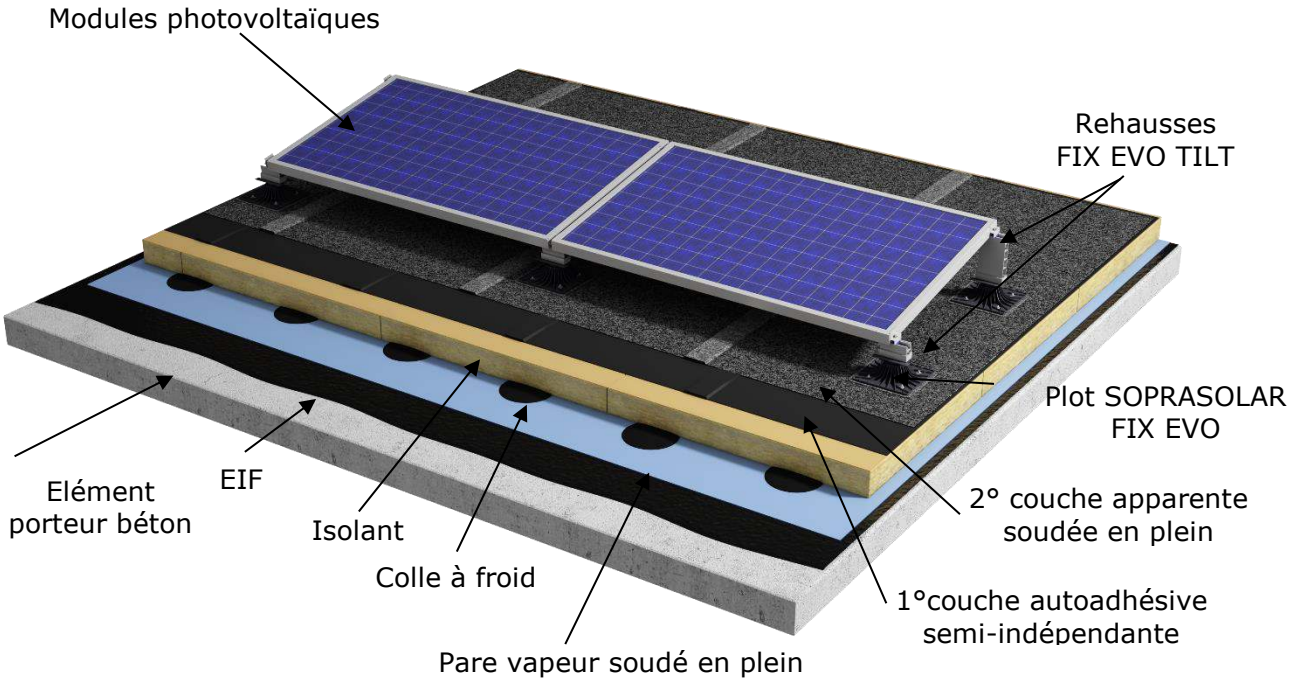


Figure 10 : Exemple de cas du procédé SOPRASOLAR FIX EVO TILT CPP sur élément porteur maçonnerie avec revêtement d'étanchéité bicouche semi-indépendant auto-adhésif et modules photovoltaïques en mode paysage

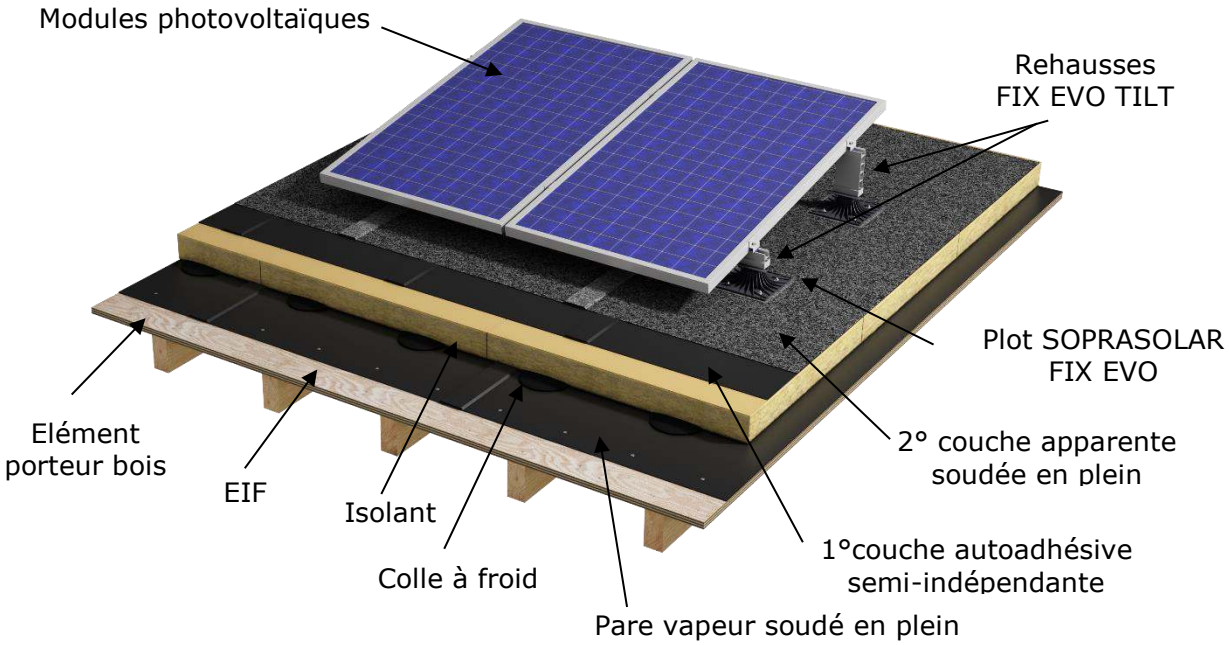


Figure 11 : Exemple de cas du procédé SOPRASOLAR FIX EVO TILT CPP sur élément porteur bois avec revêtement d'étanchéité bicouche semi-indépendant auto-adhésif et modules photovoltaïques en mode portrait

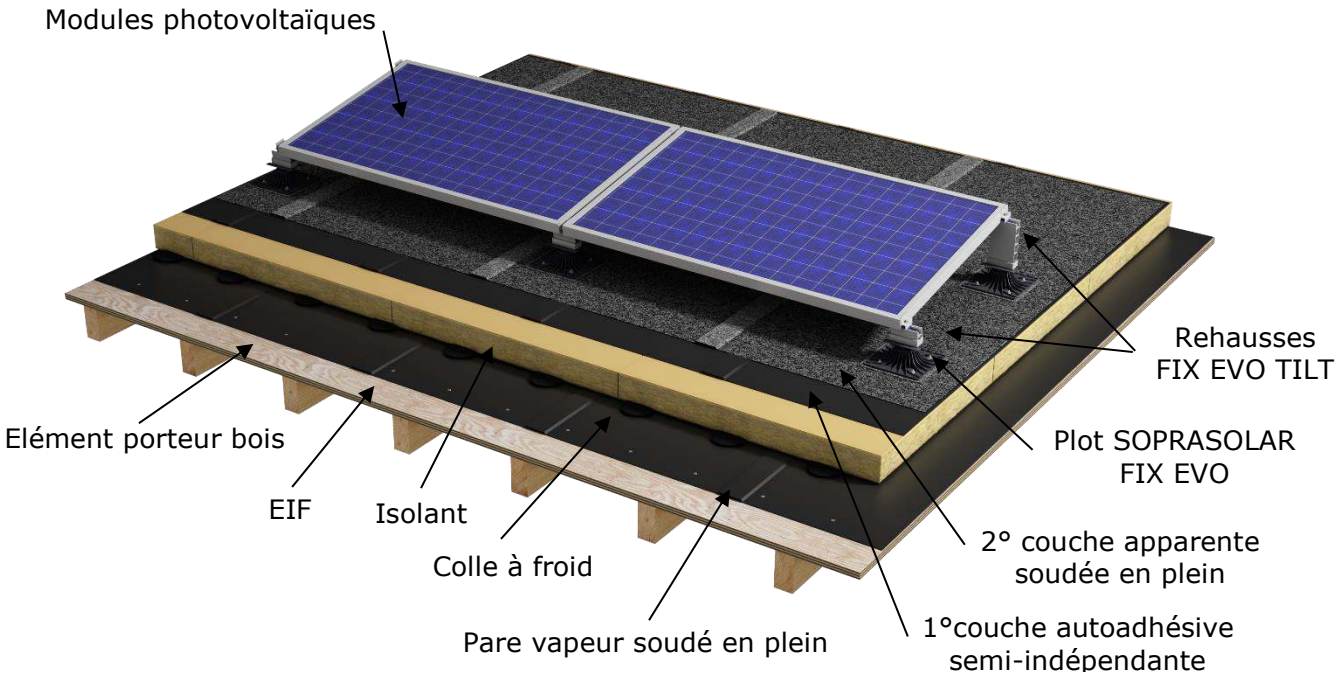


Figure 12 : Exemple de cas du procédé SOPRASOLAR FIX EVO TILT CPP sur élément porteur bois avec revêtement d'étanchéité bicouche semi-indépendant auto-adhésif et modules photovoltaïques en mode paysage

3 Organisation de la mise en œuvre

3.1 Généralités

Le procédé est livré avec sa notice de mise en œuvre ainsi qu'un plan d'exécution - calepinage des **plots SOPRASOLAR FIX EVO avec rehausses 200 et rehausses 45** et des modules photovoltaïques, fournis par le bureau d'études de la société **SOPRASOLAR**.

La mise en œuvre du procédé doit être réalisée pour le domaine d'emploi défini au chapitre 4 du présent Cahier de Prescriptions de Pose.

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

Préalablement à chaque projet, une reconnaissance 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 **SOPRASOLAR FIX EVO TILT CPP**. **Il est utile de signaler que le procédé induit des charges ponctuelles différentes des charges réparties.**

Les éléments porteurs et supports doivent être conformes aux prescriptions des normes DTU ou aux Avis Techniques et Documents Techniques d'Application concernés. Ils doivent être, ainsi que les supports, propres et secs.

3.2 Assistance technique

Sur demande, la société **SOPRASOLAR** propose à tout client une assistance technique sur chantier, avec l'intervention pendant une journée d'un technicien formé et ce pour chaque chantier.

La société assure ensuite sur demande une assistance technique téléphonique pour tous renseignements complémentaires. Les services techniques des sociétés **SOPRASOLAR** et **SOPREMA** peuvent aussi apporter leur assistance sur la partie étanchéité.

3.3 Compétence des installateurs

La mise en œuvre du procédé doit être assurée par des installateurs ayant été formés par la société **SOPRASOLAR** (cf. chapitre 3.4).

Les compétences requises sont de 2 types :

- Compétences en étanchéité : pour la mise en œuvre du complexe isolant - étanchéité et des plots **SOPRASOLAR FIX EVO et des rehausses 200 & 45.**
- 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.

3.4 Formation

Dans le cadre de la garantie, la société **SOPRASOLAR** impose systématiquement à ses clients une formation photovoltaïque théorique et pratique leur permettant d'appréhender les procédés d'étanchéité photovoltaïques en général ainsi que le montage de son procédé **SOPRASOLAR FIX EVO TILT CPP**.

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.

A l'issue de cette formation, la société **SOPRASOLAR** délivre une attestation de formation nominative.

La société **SOPRASOLAR** tient à jour une liste d'entreprises agréées par ses soins : cette liste est disponible auprès du service commercial de la société **SOPRASOLAR**.

3.5 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 le matériel et produits fournis par **SOPRASOLAR**. Ils peuvent être identifiés dans le guide « Guide pratique à l'usage des bureaux d'étude et installateurs pour l'installations de générateurs photovoltaïques raccordés au réseau » en vigueur édité par l'ADEME et le SER (dénommé dans la suite du document "guide ADEME-SER").

3.6 Entretien réparabilité

3.6.1 Entretien

L'entretien des toitures est celui prescrit par les normes NF P 84-204-1-1 (DTU 43.1) à NF P 84-208 (DTU 43.5). Dans le cas d'une 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 en entretien courant l'étanchéité, l'état des modules photovoltaïques, les connexions électriques. Le contrat d'entretien peut être confié à l'entreprise qui a réalisé l'ouvrage **SOPRASOLAR FIX EVO TILT CPP** ou à toute entreprise agréée par **SOPRASOLAR** pour la partie étanchéité photovoltaïque.

En fonction des conditions de mise en œuvre des modules photovoltaïques (pente, proximité d'éléments susceptibles de salir les modules de façon anormale, tel qu'un rejet excessif de poussière par exemple, …), il conviendra de s'assurer d'un nettoyage régulier suffisant des modules photovoltaïques afin que ces derniers fonctionnent correctement (rendement de production électrique)

Il est interdit, afin de ne pas altérer la fonction de production d'électricité des modules photovoltaïques, de :

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

Il est impératif que les opérations de maintenance et de réparation soient effectuées par des intervenants qualifiés. Ces opérations requièrent des compétences en électricité et en étanchéité (voir chapitre 3.3) :

- 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) ou d'un système de nettoyage homologué par les fabricants de modules photovoltaïques
- Retirer des modules les éventuels objets pouvant les masquer même partiellement
- Vérification de l'étanchéité par un étancheur : Vérifier le bon état des différents éléments composant le système d'étanchéité, la libre circulation de l'eau au niveau des évacuations pluviales, des chéneaux, des noues
- Vérification du câblage par un électricien habilité
- Vérification des fixations par un étancheur et/ou un électricien : vérifier la présence et la tenue de l'ensemble de la visserie
- 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.
- Aucune manipulation des connecteurs électriques des modules photovoltaïques ou des rallonges électriques ne doit avoir lieu en présence d'eau résiduelle en toiture.

3.6.2 Réparabilité

- **Remplacement des modules photovoltaïques**

En cas de bris de verre d'un module ou d'endommagement d'un module photovoltaïque, il convient de le faire remplacer par une entreprise qualifiée comme suit :

- 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 déclenchant le sectionneur DC placé entre le champ PV et l'onduleur.
- Démonter le module photovoltaïque au niveau des 4 fixations, lever et isoler le module électriquement en débranchant les connecteurs situés en dessous du module. Il est impératif de bien caler les modules en attente de manutention.
- Lors du démontage une attention particulière doit être portée à la qualité d'isolement des connecteurs débrochés afin d'éviter tout contact entre ceux-ci, avec les pièces métalliques de l'installation (cadre module, chemin de câble …) et que ceux-ci ne reposent pas dans de l'eau ou sur une zone humide.
- Le montage du module de remplacement sera réalisé conformément au présent Dossier Technique.
- 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.

- **Remplacement des BLOQUEURS et REHAUSSES SOPRASOLAR FIX EVO TILT**
  - Dans la zone concernée, retirer le module photovoltaïque (voir puce précédente)
  - Retirer le **BLOQUEUR** et la **REHAUSSE SOPRASOLAR FIX EVO TILT** endommagés
  - Remettre un nouveau **BLOQUEUR** et/ou une nouvelle **REHAUSSE**
  - Remonter et rebrancher le module PV comme décrit au paragraphe précédent
- **Remplacement des plots SOPRASOLAR FIX EVO**
  - Dans la zone concernée, retirer le module photovoltaïque (voir puce précédente)
  - Arracher le (les) plot(s) **SOPRASOLAR FIX EVO** défectueux 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 le plastron et soulever en même temps le plot afin de désolidariser entièrement le plastron du revêtement d'étanchéité apparent.
  - Remplacer, après avoir reconstitué l'étanchéité conformément au Document Technique d'Application, Avis Technique ou CPP du revêtement d'étanchéité, le plot **SOPRASOLAR FIX EVO** conformément au présent Cahier de Prescriptions de Pose
  - Remonter et rebrancher le module photovoltaïque comme décrit ci-dessus
- **Remplacement de l'étanchéité**
  - Dans la zone concernée, retirer les modules photovoltaïques et le cas échéant les plots **SOPRASOLAR FIX EVO** (voir puces précédentes)
  - Réparer l'étanchéité conformément au Document Technique d'Application ou Avis Technique ou Cahier de Prescription de Pose du revêtement d'étanchéité.
  - Remonter et rebrancher le module photovoltaïque comme décrit ci-dessus.

4 Destination et domaine d'emploi

4.1 Généralités

- Les règles propres aux travaux d'étanchéité, aux éléments porteurs et aux panneaux isolants, non modifiées par le présent document, sont applicables, notamment :
  - La norme DTU 20.12 (NF P 10-203)
  - Les normes DTU 43.1 (NF P 84-204) et NF DTU 43.3 (NF P 84-206)
  - La norme NF DTU 43.4 : l'élément porteur devra être conforme au DTU ou à un Avis Technique ou à un Document Technique d'Application en cours de validité. Pour rappel, dans tous les cas la toiture devra être de type froid ventilée ou chaude isolée.
  - Les Avis Techniques ou Document Technique d'Application des toitures en béton cellulaire autoclavé ou le Cahier du CSTB 2192
  - Le Cahier du CSTB N°3537 V2 pour les bacs grande portée
  - La norme NF P 84-208 (DTU 43.5) pour les travaux de réfection
  - Si le Document Technique d'Application relatif à l'isolant le permet, le Cahier des Prescriptions Techniques « Panneaux Isolant non porteurs d'étanchéité mise en œuvre sur éléments porteurs en tôles d'acier nervurées dont l'ouverture haute de nervure est supérieure à 70mm, dans les départements européens » (Cahier du CSTB N°3537_V2 de janvier 2009).
  - Le CPP NOFIX ACIER RW de **SOPREMA**.

4.2 Cadre d'utilisation

- Le procédé est utilisé en France Européenne
  - Pour des altitudes inférieures à 900m (climat de plaine),
  - Pour des travaux neufs et de réfection,
  - Sur des toitures terrasses plates ou inclinées, inaccessibles, techniques ou à zones techniques au sens strict des DTU correspondants de la série 43 et de pente allant (voir aussi Tableau 3 en page 16) :
    - De 0% à 10% sur maçonnerie avec revêtement d'étanchéité bicouche bitumineux ou de 1% à 10% avec revêtement d'étanchéité monocouche bitumineux
    - De 1% à 10% sur béton cellulaire autoclavé armé avec revêtement d'étanchéité bitumineux bicouche ou monocouche
    - De 3% à 10% sur Tôle d'Acier Nervurée (TAN), sur bois et panneaux à base de bois uniquement en toiture froide ventilée ou chaude isolée
  - Avec des modules photovoltaïques rigides cités dans la liste du Tableau 14.
- En fonction des matériaux constitutifs du procédé et des modules photovoltaïques mis en œuvre, le Tableau 17 en page 68 précise les atmosphères extérieures permises pour le procédé **SOPRASOLAR FIX EVO TILT CPP** et les modules photovoltaïques.
- Le procédé n'impose pas de limite de réalisation en fonction de l'hygrométrie des locaux. Il convient donc de respecter les règles propres aux éléments porteurs, aux isolants supports et revêtements d'étanchéité concernés (voir chapitres 6 et 7.2). Par ailleurs les règles et clauses des normes NF P DTU de la série 43 non modifiées par les Avis Techniques et Document Technique d'Application de ces derniers sont applicables.
- Le procédé **SOPRASOLAR FIX EVO TILT CPP** peut être installé sur toute la surface de la toiture dans le respect des zones de sécurité et de circulation requises ainsi que les dispositions du chapitre 4.3 et de la note de calcul des charges climatiques qui sera établie par **SOPRASOLAR** pour chaque projet.

- Les modules photovoltaïques doivent être installés :
  - En mode portrait ou paysage (voir Figure 1 à Figure 12 au chapitre 22 et Figure 13 au chapitre 4.3) avec les fixations, les plots **SOPRASOLAR FIX EVO**, les **REHAUSSES 45 et 200** positionnés suivant les préconisations présentés en Figure 16 à Figure 19 du chapitre 7.3.1 et en Figure 20 et Figure 21 du chapitre 7.3.2.
  - Sur des toitures soumises à des **sollicitations climatiques sous vent normal** (selon les règles NV65 modifiées 2009) **n'excédant pas les valeurs du Tableau 1 ci-après**, l'élément porteur mis en œuvre en toiture pouvant apporter une limite inférieure à cette valeur. **SOPRASOLAR devra valider par une note de calcul le complexe isolant-étanchéité envisagé (voir chapitres 6.2 et 7).**

Tableau 1 : Sollicitations climatiques maximales de vent

Mode de mise en œuvre Cf. §2	Revêtement d'étanchéité (voir chapitres 7.1 et 7.2)	Sollicitations climatiques maximales de vent (NV65)											
		REC PE & REC TP VOLTEC VSPS VOLTEC VSMS SPR-E20-327-COM SPR-X21-345-COM SPR-X22-360-COM SMxxxM(FB) SMxxxM(BF) DUALSUN XXXM-60-0BBP XXXM-60-00 XXXM-120-00 XXXM-60-3BBPN XXXM-60-3BBPI		RECxxxTP2 BLK2 RECxxxTP2 RECxxxTP2 M DMxxx-M156-60		HAWHA QCELLS Q.PEAK-G4.1		SILLIA 60Pxx-Plus		PHOTOWATT PW2450F PW2500F RECxxxNP		SUNPOWER SPR-E20-435-COM SPR-X21-460-COM	
		normal	extrême	normal	Extrême	normal	extrême	normal	extrême	normal	extrême	normal	extrême
PORTRAIT	Adhérent ou Semi-indépendant auto-adhésif	950 Pa	1660 Pa	914 Pa	1600 Pa	950 Pa	1660 Pa	950 Pa	1660 Pa	914 Pa	1600 Pa	745	1305
	TAN Pleine Sans LFC*	760 Pa	1330 Pa	760 Pa	1330 Pa	760 Pa	1330 Pa	760 Pa	1330 Pa	760 Pa	1330 Pa	595	1040
	TAN Pleine Avec LFC*	950 Pa	1660 Pa	914 Pa	1600 Pa	950 Pa	1660 Pa	950 Pa	1660 Pa	914 Pa	1600 Pa	745	1305
	TAN Perforée Sans LFC*	760 Pa	1330 Pa	760 Pa	1330 Pa	760 Pa	1330 Pa	760 Pa	1330 Pa	760 Pa	1330 Pa	595	1040
PAYSAGE	Adhérent ou Semi-indépendant auto-adhésif	950 Pa	1660 Pa	914 Pa	1600 Pa	914 Pa	1600 Pa	Mode de mise en œuvre non autorisé par le fabricant du module photovoltaïque					
	TAN Pleine Sans LFC*	760 Pa	1330 Pa	760 Pa	1330 Pa	760 Pa	1330 Pa						
	TAN Pleine Avec LFC*	950 Pa	1660 Pa	914 Pa	1600 Pa	914 Pa	1600 Pa						
	TAN Perforée Sans LFC*	760 Pa	1330 Pa	760 Pa	1330 Pa	760 Pa	1330 Pa						

* Ligne de fixation complémentaire pontée en milieu de lé, cf. chapitre 7.1.

Dans le cas d'un revêtement d'étanchéité **fixé mécaniquement** (voir chapitre 7.1 et chapitre 7.2), la première couche devra être fixée par des attelages de fixation mécanique présentant une valeur de **Pk_{ft}≥1280N.**

Le fabricant des éléments porteurs (Tôles d'Acier Nervurées ou bois ou à base de bois) devra réaliser une étude spécifique pour justifier de son bon dimensionnement aux sollicitations localisées induites par les plots du procédé SOPRASOLAR FIX EVO TILT CPP (voir chapitre 6.1)

- Sur des toitures soumises à **des sollicitations climatiques sous neige normale** (selon les règles NV65 modifiées 2009) **n'excédant pas les valeurs du tableau ci-après**, l'isolant et l'élément porteur mis en œuvre en toiture pouvant apporter une limite inférieure aux valeurs de ce tableau. **SOPRASOLAR devra valider par une note de calcul la typologie d'isolant envisagée (voir chapitre 6.2) et le fournisseur de l'élément porteur devra réaliser une étude spécifique pour justifier de son bon dimensionnement aux charges localisées induites par le procédé SOPRASOLAR FIX EVO TILT CPP (voir chapitre 6.1).**

Tableau 2 : Sollicitations climatiques maximales de neige

Mode de mise en œuvre voir page 6 à 10	Sollicitations climatiques maximales de neige (NV65)											
	REC PE & REC TP VOLTEC VSPS VOLTEC VSMS SPR-E20-327-COM SPR-X21-345-COM SPR-X22-360-COM SMxxxM(FB) SMxxxM(BF) DUALSUN XXXM-60-0BBP XXXM-60-00 XXXM-120-00 XXXM-60-3BBPN XXXM-60-3BBP		DMxxx-M156-60		Q.PEAK-G4.1 RECxxxTP2 BLK2 RECxxxTP2 RECxxxTP2 M		SILLIA 60Pxx-Plus RECxxxNP		PW2450F PW2500F		SPR-E20-435-COM SPR-X21-460-COM	
	normale	extrême	normale	extrême	normale	extrême	normale	extrême	normale	extrême	normale	extrême
PORTRAIT	1100 Pa	1830 Pa	958 Pa	1600 Pa	1100 Pa	1830 Pa	1100 Pa	1830 Pa	958 Pa	1600 Pa	860 Pa	1505 Pa
PAYSAGE	1100 Pa	1830 Pa	958 Pa	1600 Pa	958 Pa	1600 Pa	Mode de mise en œuvre non autorisé par le fabricant du module photovoltaïque					
Nota : La résistance en cisaillement du procédé peut être limitante pour la neige. Le cisaillement doit être vérifié au cas par cas ; la valeur extrême de résistance en cisaillement du procédé SOPRASOLAR FIX EVO TILT CPP étant de 36 daN.												

Dans tous les cas, pour chaque projet, SOPRASOLAR devra établir une note de calcul afin de valider l'implantation des modules photovoltaïques sur la toiture notamment vis-à-vis des charges climatiques et l'élément porteur doit être dimensionné par le fabricant de ce dernier (voir chapitre 6.1).

Tableau 3 : Guide de choix du complexe isolant-étanchéité dans le cadre du procédé SOPRASOLAR FIX EVO TILT CPP en fonction de l'élément porteur et de la pente de la toiture

Elément porteur[1]	Tôles d'Acier Nervurées (TAN) Bois et panneaux à base de bois[2]		Maçonnerie		Béton cellulaire	
Revêtement d'étanchéité bitumineux SBS ou SEBS[3]	monocouche	bicouche	monocouche	bicouche	monocouche	bicouche
Pente minimale de la toiture	3%		1%	0%	1%	
Pente maximale de la toiture	10%		10%		10%	

[1] Conforme aux prescriptions du présent document au chapitre 4.1 et au chapitre 5.1
[2] Pour rappel
- les éléments porteurs TAN, bois et à bases de bois devront faire l'objet d'une étude de dimensionnement spécifique réalisée par le fournisseur (voir chapitre 6.1)
- élément porteur en bois et en panneaux à base de bois uniquement en toiture froide ventilée ou chaude isolée (voir chapitre 5.1)
[3] Conforme aux prescriptions du présent document au chapitre 7.1 et au chapitre 7.2 avec isolants support d'étanchéité conformes aux prescriptions du présent document au chapitre 6.2 en travaux neufs et au chapitre 6.3 dans le cas de la réfection

4.3 Implantation des modules photovoltaïques

Les modules photovoltaïques peuvent être posés en mode portrait ou en mode paysage à l'exception des modules SILLIA 60Pxxx-Plus, PHOTOWATT PW2450F & PW2500F, SPR-E20-435-COM, SPR-X21-460-COM et REC N-PEAK qui ne sont autorisés qu'en mode portrait.

Le calepinage et la préparation de la toiture doivent se faire conformément aux vues présentées de la Figure 1 à la Figure 6 du chapitre 2, aux exemples de plans présentés de la Figure 16 à la Figure 19 du chapitre 7.3.1 et aux implantations de plots présentés en Figure 20 et en Figure 21 du chapitre 7.3.2.

La pente de la toiture conforme au Tableau 3 du chapitre 4.2 n'impose pas de restriction de mise en œuvre à l'orientation des modules photovoltaïques par rapport au sens de la pente.

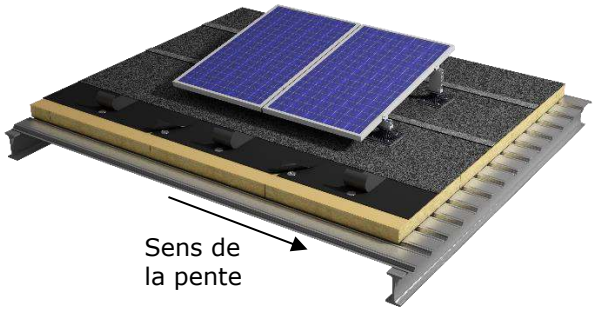
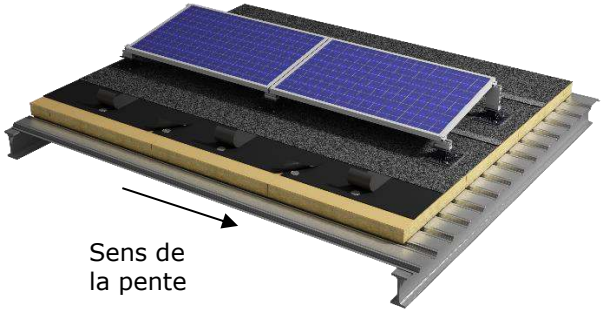
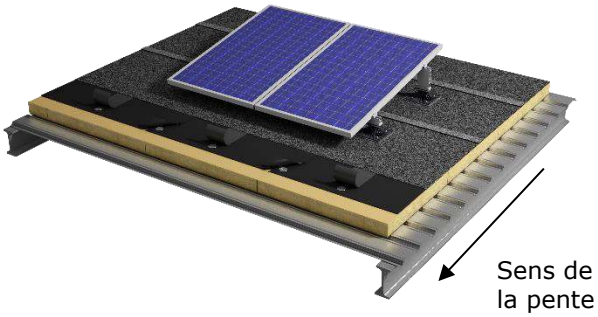
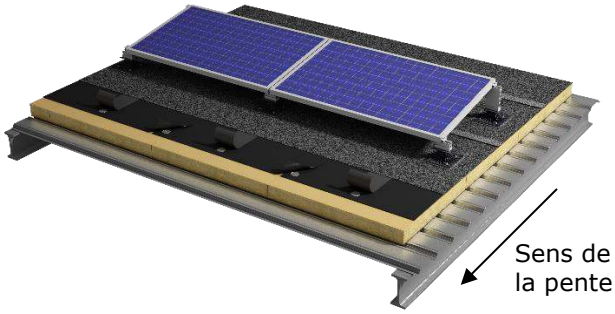
<table>
<tr>
<td> 
</td>
<td> 
</td>
</tr>
<tr>
<td> 
</td>
<td> 
</td>
</tr>
<tr>
<td>Modules photovoltaïques en mode portrait</td>
<td>Modules photovoltaïques en mode paysage</td>
</tr>
</table>

Figure 13 : Exemple d'orientation de pose des modules photovoltaïques par rapport au sens de la pente de la toiture (cas avec élément porteur TAN, idem pour bois et maçonnerie)

5 Dispositions de principe applicables au câblage électrique

5.1 Généralités

- L'installation doit être réalisée conformément aux documents en vigueur suivants : norme NF C 15-100, guides UTE C 15-712.
- Tous les travaux touchant à l'installation électrique doivent être confiés à des électriciens habilités (cf. chapitre 3.3).
- Le raccordement de l'onduleur au réseau électrique Basse Tension est réalisé par le gestionnaire du réseau.
- **Ne pas couper et ne pas percer les modules photovoltaïques.**
- Il est interdit de déconnecter les connecteurs rapides au niveau des modules lorsque l'installation produit du courant. Toute intervention sur les connecteurs, pour un remplacement de module par exemple, doit être réalisée par l'électricien spécialisé selon les normes en vigueur conformément au chapitre 3.3.
- Le procédé photovoltaïque est conçu pour permettre une installation dans des conditions de sécurité optimale. Les circuits DC étant à un niveau de tension supérieur à la TBT (> 120V DC), le type de composants et leurs caractéristiques permettront de garantir une isolation électrique du système DC vis-à-vis des personnes pendant l'installation et l'exploitation du système.
- La connexion et le passage des câbles électriques s'effectuent sous les modules photovoltaïques en étant fixés (à l'aide de colliers type Rilsan, traités UV, sur les plots **SOPRASOLAR FIX EVO**, au cadre des modules photovoltaïques…) ou dans des chemins de câbles capotés prévus à cet effet : **ils ne doivent pas reposer directement sur le revêtement d'étanchéité afin notamment que les câbles électriques ne reposent pas dans le plan ou les zones d'écoulement ou de rétention d'eau.**
- L'installateur devra également respecter les procédures et notices d'installation fournies. L'installation et les raccordements se feront hors tension ou via la connectique IP2X mise en œuvre au préalable. En cas de manipulation de parties actives sous tension, les règles du travail sous tensions s'appliqueront suivant la publication UTE C18-510.
- Le schéma de principe du câblage décrit en Figure 14 au chapitre 5.2 permet de minimiser les surfaces de boucle entre les polarités + et -.

Dans tous les cas :

- Il convient de ne raccorder en série que des modules de même type (puissance nominale, courants et tensions identiques, même technologie) et exposés aux mêmes conditions d'ensoleillement (orientation et inclinaison). De même, il convient de ne raccorder en parallèle que des branches strictement identiques (même nombre de modules en série, même orientation et même inclinaison).
- Les préconisations des guides UTE C15-712 devront rigoureusement être respectées, notamment au niveau de la protection contre les courants inverses susceptibles de survenir en cas de défaut sur une branche de modules.
- Deux critères interviennent pour le dimensionnement des câbles : le courant admissible et la chute de tension induite. La section des câbles dépendra donc de la longueur de la liaison, du type de pose et sera choisie de manière à respecter la préconisation de 1 % de chute de tension au maximum entre le champ PV et le ou les onduleurs. Ces critères sont systématiquement vérifiés pour chaque installation.
- Les composants DC sont dimensionnés au minimum suivant les recommandations en vigueur :
  - en tension : U_{oc}(stc) x 1,15
  - en courant : I_{sc}(stc) x 1,25.

5.2 Câble de liaison équipotentielle des masses – Mise à la terre

La mise à la terre du champ photovoltaïque s'effectue en peigne en récupérant, au fur et à mesure de la pose des 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 toute autre solution mécanique validée par le fabricant de la solution et **SOPRASOLAR**,

- 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 inox A2 ou toute autre solution mécanique validée par le fabricant de la solution et **SOPRASOLAR**.

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, il est impératif de toujours utiliser les trous de fixation prévus par le fabricant dans le cadre du module et de ne pas percer les modules.

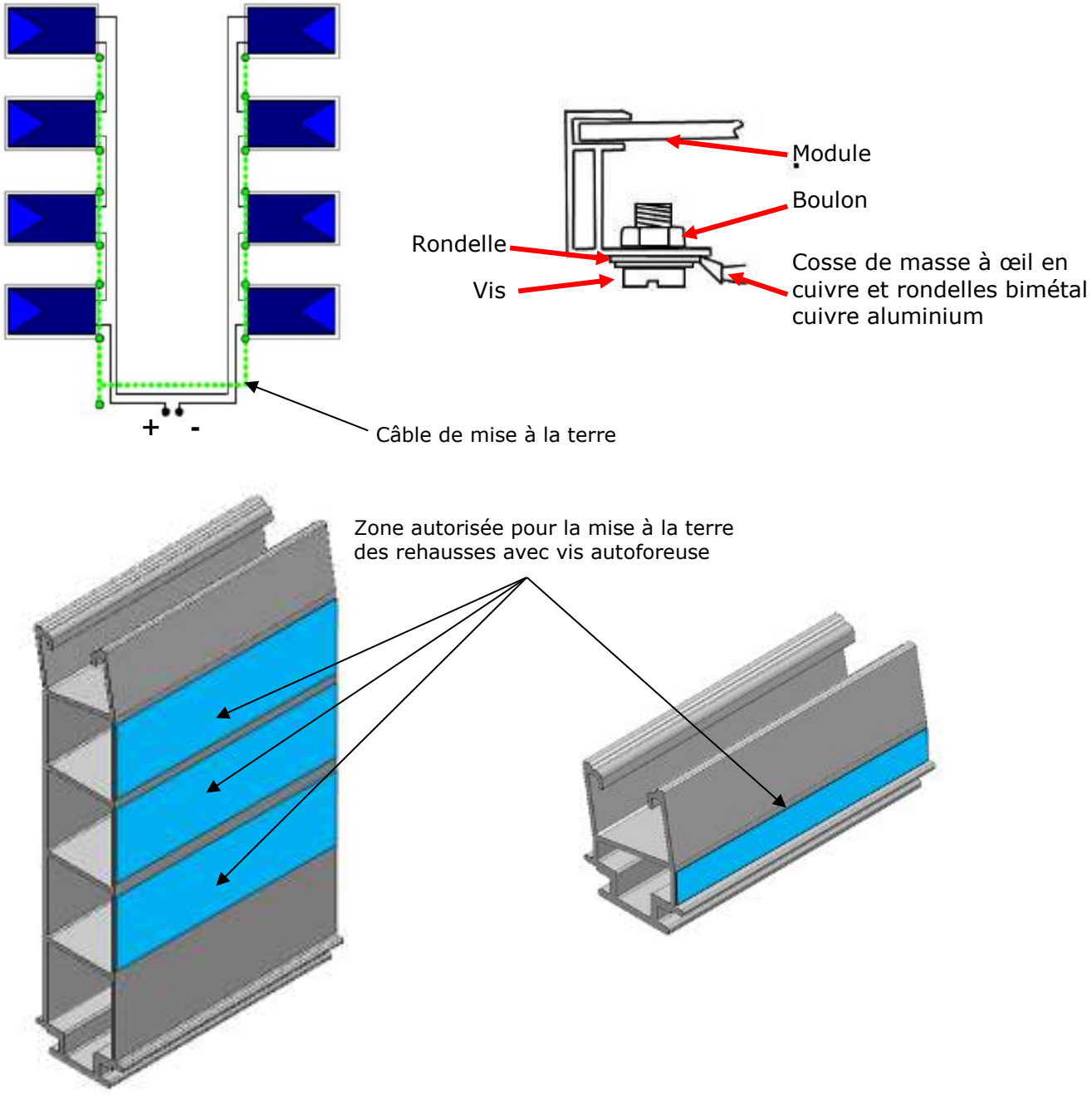


Figure 14 : Principe de câblage et de mise à la terre du procédé

5.3 Liaisons intermodules et modules/onduleurs

La connexion des modules photovoltaïques se fait au fur et à mesure de la pose des modules avant leur fixation sur les **REHAUSSES 45 et 200 SOPRASOLAR FIX EVO TILT**.

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.

Le raccordement de l'onduleur au réseau électrique est réalisé par le gestionnaire du réseau.

5.4 Passage des câbles à l'intérieur du bâtiment

Le passage des câbles vers l'intérieur du bâtiment doit être réalisé sans créer de fuite au niveau de l'étanchéité.

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

- Au niveau des traversées de toiture par l'intermédiaire de crosses de passage de câbles conformément à la norme NF DTU 43.1 (voir Figure 45 au chapitre 15.3),
- Via une descente en façade dans une gaine technique ou un chemin de câbles.

5.5 Cheminement des câbles hors du champ photovoltaïque

Si les câbles doivent cheminer hors du champ photovoltaïque, ils devront être regroupés dans des chemins de câbles résistant aux UV et aux intempéries et seront installés conformément à la description énoncée aux chapitres 5.1 et 5.7, aux prescriptions des documents en vigueur suivants : norme NF C 15-100 et aux guides UTE C 15-712 (limitation des boucles induites, cheminements spécifiques et distinct…).

La distance entre chacun de ces supports ne peut excéder 1,50 m. Certains types de supports de chemin de câble 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.

5.6 Précautions à prendre contre le choc électrique

Il est interdit à l'étancheur de connecter les modules photovoltaïques entre eux. Le raccordement est strictement à la charge de l'électricien spécialisé.

Ne pas couper ni percer les modules photovoltaïques.

Il est interdit de déconnecter les connecteurs au niveau des modules lorsque l'installation produit du courant. Toute intervention sur les connecteurs, pour un remplacement de module par exemple, doit être réalisée par l'électricien spécialisé selon les normes en vigueur (voir chapitre 3.3 et 5.1).

5.7 Chemin de câbles

Aucun câble ne devra reposer directement sur le revêtement d'étanchéité : ils devront reposer dans un chemin de câbles spécifique, fixés à l'aide de Rilsan sur les plots **SOPRASOLAR FIX EVO** ou au cadre des modules photovoltaïques.

Photo 2 : Fixation des câbles sur les plots se trouvant sous les modules photovoltaïques

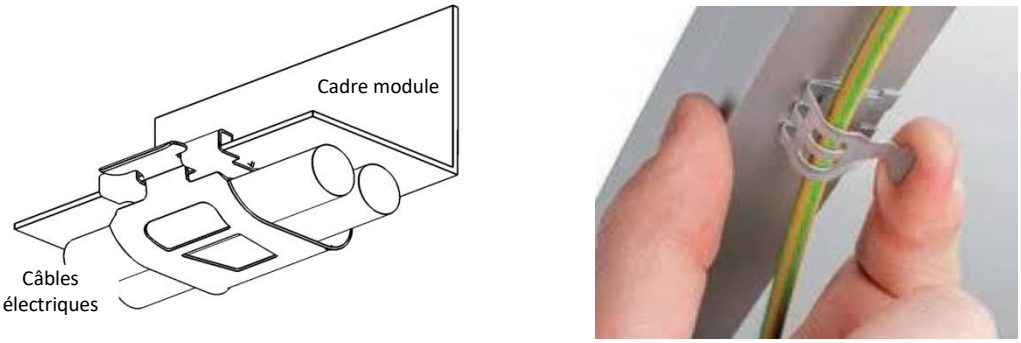


Photo 3 : Fixation des câbles sur le retour du cadre des modules PV

Des chemins de câbles, définis par l'électricien, en fils d'acier inoxydable soudés adaptés au climat concerné ou en plastique/polymère résistant aux UV peuvent être utilisés. Le type de chemin de câbles ainsi que ces dimensions dépendront du nombre de câbles à acheminer. Elles seront déterminées par l'électricien spécialisé.

Il est nécessaire de prévoir un couvercle ou capot pour le chemin de câbles.

5.8 Supports de chemin de câbles

Les 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 dallettes en béton : les platines d'appuis du chemin de câbles sont fixées sur des dalles en béton de dimensions 30 cm × 30 cm × 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 dallettes 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 au moyen d'un écrou cage et d'une vis INOX. La distance entre supports doit être précisée par l'électricien qualifié pour la pose des installations photovoltaïques, ou à défaut tous les 1,5 mètres.

Photo 4 : Plot SOPRASOLAR FIX EVO servant de support de chemin de câbles

- Tout autre support (non visé par l'Avis) devant résister aux intempéries et être placé selon un espacement qui dépend de la portance du chemin de câbles utilisé et de leur aptitude en résistance au vent. Cette distance entre supports doit être précisée par l'électricien qualifié pour la pose des installations photovoltaïques, ou à défaut tous les 1,5 mètres.

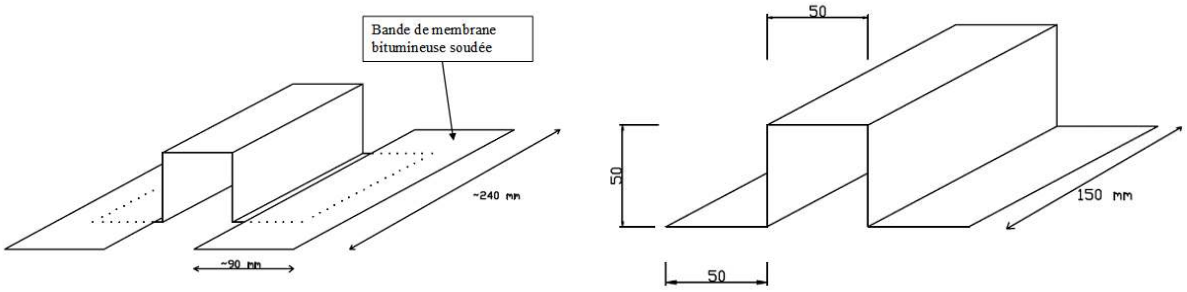


Figure 15 : Exemple de support de chemin de câble en tôle pliée

6 Prescriptions relatives aux supports

6.1 Eléments porteurs

- Les éléments porteurs béton, béton cellulaire autoclavé, bois – panneaux à base de bois, tôle d'acier nervurée (TAN) et leurs supports sont conformes aux prescriptions des normes - DTU ou des Avis Techniques les concernant.
- Il est rappelé qu'il appartient au Maitre d'Ouvrage ou à son représentant de faire vérifier au préalable la stabilité de l'ouvrage dans les conditions de la norme NF P 84-208 (référence DTU 43.5) en travaux de réfection, et selon les DTU de la série 43 en travaux neufs, notamment en prenant en compte le fait que **le procédé induit des sollicitations ponctuelles** sur l'élément porteur, différentes des charges réparties subies par la toiture jusqu'à la mise en œuvre des modules photovoltaïques, et que la structure porteuse du bâtiment doit intégrer dans son dimensionnement les charges additionnelles apportées par le procédé photovoltaïque **SOPRASOLAR FIX EVO TILT CPP**.
- La charge permanente d'exploitation supplémentaire amenée par le système de montage **SOPRASOLAR FIX EVO TILT CPP** et les modules photovoltaïques est de **16 daN/m²** en moyenne pour un module photovoltaïque cadré de masse 20kg. Cette valeur de charge ne prend pas en compte la charge générée par le revêtement d'étanchéité, l'isolant et l'élément porteur.
- Pour les éléments porteurs en bois ou en panneaux à base de bois, **une charge complémentaire forfaitaire de 85daN/m²**, en plus de la charge additionnelle moyenne de **16 daN/m² et des sollicitations localisées amenées par les plots**, sera ajoutée lors de leurs dimensionnements afin de tenir compte de leur fluage naturel. Pour le cas des travaux neufs, sur les zones de la toiture avec modules photovoltaïques, dans le cadre d'un prédimensionnement, il conviendra de fixer chaque support bois :
  - Aux chevrons ou aux pannes en bois avec des fixations conformes au DTU 43.4 et présentant un entraxe entre chaque fixation de 15 cm en périphérie et sur appuis intermédiaires
  - Aux chevrons ou pannes en acier avec des fixations conformes au DTU 43.4 présentant un entraxe entre chaque fixation de 30cm en périphérie et sur appuis intermédiaires

  Pour chaque projet, une étude spécifique, de dimensionnement de l'élément porteur bois ou à base de bois ainsi que son mode de mise en œuvre, devra être réalisée par le fournisseur de l'élément porteur en prenant en compte le caractère non uniformément réparti de la sollicitation amenée par le procédé SOPRASOLAR FIX EVO TILT CPP.
- Pour les tôles d'acier nervurées (TAN) la charge additionnelle moyenne de **16 daN/m²** rapportée sur l'étanchéité sera intégrée dans les charges permanentes pour la détermination de leur **portée admissible pour laquelle il conviendra aussi de tenir compte des charges localisées générées par les plots**.

  Pour chaque projet, en prenant en compte le caractère non uniformément réparti de la sollicitation amenée par le procédé SOPRASOLAR FIX EVO TILT CPP une étude spécifique réalisée par le fournisseur des Tôles d'Acier Nervurées sera nécessaire pour le choix définitif de ces dernières ainsi que leur mode de mise en œuvre notamment
  - La fixation des Tôles d'Acier Nervurées sur la structure porteuse (pannes…), les fixations devront être conformes à la norme NFDTU 43.3 P1-2
  - Le couturages longitudinal des Tôles d'Acier Nervurées entre elles, les fixations devront être conformes à la norme NFDTU 43.3 P1-2

- **Dans tous les cas, une étude spécifique réalisée par le fournisseur de l'élément porteur sera nécessaire** pour le bon dimensionnement de ce dernier aux sollicitations ponctuelles/localisées ramenées par le procédé **SOPRASOLAR FIX EVO TILT CPP** ainsi que sa mise en œuvre (coutures, fixations aux appuis).

6.2 Support isolant non porteurs

- **SOPRASOLAR devra valider pour chaque projet la typologie d'isolant envisagée sur la toiture ainsi que son mode de mise en œuvre.**
- Le revêtement d'étanchéité n'apporte pas de limite à la résistance thermique des supports isolants.
- En travaux neufs et dans les conditions de leur Document d'Application particulier pour l'emploi considéré, les supports isolants non porteurs admis sont :
  - **De classe C** (compressibilité selon guide UEAtc) à 80° C avec étanchéité apparente et **caractérisé en compression sous charge maintenue*** permettant de déterminer, à partir de l'essai de poinçonnement à 50°C, la valeur de charge maximale générant une déformation/un tassement de 2 mm au maximum ; avec résistance en compression supérieure à 70 kPa à 10% d'écrasement selon la norme EN 826. Pour une pose sur support discontinu en tôles d'acier nervurées, un essai de poinçonnement de l'isolant spécifique fabricant est à réaliser.
  - Ou en polystyrène expansé de classe **C à 60°C et B à 80°C** avec étanchéité apparente et **caractérisé en compression sous charge maintenue*** permettant de déterminer, à partir de l'essai de poinçonnement à 50°C, la valeur de charge maximale générant une déformation maximale de 2 mm ; avec résistance en compression supérieure à 70 kPa à 10% d'écrasement selon la norme EN 826. Pour une pose sur support discontinu en tôles d'acier nervurées, un essai de poinçonnement de l'isolant spécifique fabricant est à réaliser.

(*Se référer aux tableaux des tassements sous charge maintenue ou de la valeur de pression admise sous chaque plot pour application dalles sur plots de l'Avis Technique ou Document Technique d'Application de l'isolant ou au résultat de l'essai de caractérisation selon l'e-cahier 3669 du CSTB de Janvier 2010 fourni par le fabricant.)

A titre informatif, un ordre de grandeur de la résistance à la compression des familles d'isolant est présenté au tableau ci-dessous :

Tableau 4 : Ordre de grandeur de la résistance à la compression des familles d'isolant

Type d'isolant	Valeur de pression admissible sous plots
Laine minérale classe C	0,15 à 0,30 daN/cm²
PSE	0,20 à 0,30 daN/cm²
PUR/PIR	0,40 à 0,60 daN/cm²
Perlite et verre cellulaire	≥ 0,6 daN/cm²

- En réfection, **un ancien revêtement d'étanchéité conservé** dans le cadre des dispositions prévues au DTU 43.5 **ne peut pas servir de support direct aux plots du procédé SOPRASOLAR FIX EVO TILT CPP**. Il y a lieu de mettre en œuvre un nouveau revêtement d'étanchéité avec, si l'isolant en place ne respecte pas les alinéas ci-dessus du présent chapitre 6.2 concernant les travaux neufs, l'interposition nécessaire :
  - Soit d'un écran support d'étanchéité de classe minimale C à 80°C
  - Soit d'un nouvel isolant de classe minimale C à 80°C selon les dispositions du Document Technique d'Application de l'isolant

6.2.1 Le pare-vapeur

Le choix du pare-vapeur ainsi que son principe de mise en œuvre se fait conformément au Document Technique d'Application ou à l'Avis Technique ou au Cahier de Prescription de Pose du revêtement d'étanchéité (voir chapitre 7.2.2) mis en œuvre sur la toiture.

6.2.2 Mise en œuvre de l'isolant

- **Les procédés d'isolation inversée ne sont pas autorisés dans le cadre de la mise en œuvre du procédé SOPRASOLAR FIX EVO TILT CPP.**
- Les panneaux isolants sont mis en œuvre suivant l'une des techniques :
  - **Fixés mécaniquement**, selon les normes NF P 84-204 à NF P 84-208 (réf. DTU série 43), les conditions générales d'emploi des dalles de toiture en béton cellulaire autoclavé armé et les Documents Techniques d'Application particuliers des isolants. Dans le cas où la compression à 10 % (NF EN 826) de l'isolant est inférieure à 100 kPa, les attelages de fixations mécaniques, élément de liaison et plaquette, doivent être du type « solides au pas » qui empêche, en service, le désaffleurement de la tête de l'élément de liaison au-dessus de la plaquette. Afin de réduire les ponts thermiques générés par ce mode de mise en œuvre, privilégier les fixations à rupture de pont thermique.

  - **Collés à froid :**
    - Cas de la Laine minérale sur maçonnerie, béton cellulaire selon Avis Technique ou Cahier de Prescription de Pose **SOPREMA** concernés au tableau du chapitre 7.2.1 ou sur acier selon **CPP NOFIX ACIER RW**.
    - Cas des autres isolants (PSE, PUR, PIR) se référer au Document Technique d'Application **SOPRALENE STICK**.
  - **Collés avec EAC**, selon les normes NF P 84-204 à NF P 84-208 (réf. DTU série 43), les conditions générales d'emploi des dalles de toiture en béton cellulaire autoclavé armé et les Documents d'Application particuliers des isolants.
- Dans le cas de la réfection avec interposition d'un **écran de protection** entre l'ancien revêtement d'étanchéité et le nouveau revêtement d'étanchéité, l'écran de protection tel que défini au chapitre 6.3 sera **fixé mécaniquement**.

6.3 Supports constitués par d'anciens revêtements d'étanchéité

6.3.1 Généralités

Ce sont d'anciennes étanchéités type asphalte, bitume modifié, multicouche traditionnel ou membrane synthétique et qui ont été réalisées sur éléments porteurs : maçonnerie, béton cellulaire autoclavé, bois et panneaux dérivés du bois, tôles d'acier nervurées.

Le diagnostic effectué selon la NF P 84-208 (DTU 43.5) doit être favorable à une conservation de ces anciens revêtements d'étanchéité.

Sur demande de l'étancheur, **SOPRASOLAR** peut procéder à une visite sur place pour évaluer et analyser la qualité de l'étanchéité existante (état de surface, planéité…).

Par ailleurs les critères de préparation de ces anciennes étanchéités sont définis dans la norme NF P 84-208 (DTU 43.5).

Rappel :

Il est rappelé qu'il appartient au Maitre d'Ouvrage ou à son représentant de faire vérifier au préalable la stabilité de l'ouvrage dans les conditions de la norme NF P 84-208 (référence DTU 43.5) en travaux de réfection, et selon les DTU de la série 43 en travaux neufs. Notamment devra être pris en compte le fait que **le procédé SOPRASOLAR FIX EVO TILT CPP induit des sollicitations localisées sur l'élément porteur différentes des sollicitations réparties**.

En réfection, **un ancien revêtement d'étanchéité conservé** dans le cadre des dispositions prévues au DTU 43.5 **ne peut pas servir de support direct aux plots du procédé SOPRASOLAR FIX EVO TILT CPP**. Il y a lieu de refaire un nouveau revêtement d'étanchéité :

- Soit mis en œuvre directement sur le revêtement existant conformément au chapitre 6.3.2
- Soit avec interposition d'un écran support de classe minimale C à 80°C conformément au chapitre 6.3.3, si l'isolant existant ne remplit pas les conditions des alinéas travaux neufs du chapitre 6.2

- Soit avec mise en œuvre d'un nouvel isolant conformément au chapitre 6.3.3 et répondant aux conditions des alinéas du chapitre 6.2, si l'isolant existant ne remplit pas les conditions des alinéas travaux neufs du chapitre 6.2.

Note :

Il est possible de mettre en œuvre le procédé de rénovation selon le CPP « SYMBIOSE » de SOPREMA sous réserve de validation du projet par SOPRASOLAR, sur étude spécifique et avec la mise en place d'une procédure d'assistance qualité. (Le procédé symbiose consiste à rapporter en adhérence totale par soudage à la flamme de chalumeau une couche d'étanchéité sur l'ancien revêtement d'étanchéité conservé, approprié et préparé).

6.3.2 Support de nouveau revêtement d'étanchéité

Un nouveau revêtement d'étanchéité peut être mis en œuvre directement sur l'étanchéité conservée selon les préconisations du chapitre 7 dans le cas où il n'y a pas d'isolant existant, ou dans le cas où l'isolant existant remplit les conditions des alinéas du chapitre 6.2 en travaux neufs et dans les limites apportées par le Document Technique d'Application ou l'Avis Technique ou le Cahier de Prescription de Pose du nouveau revêtement d'étanchéité.

6.3.3 Support de panneaux isolant ou d'écran de protection

Sur l'ancien revêtement conservé après diagnostic favorable selon la norme NF P 84-208 (DTU 43.5), est mis en œuvre

- Un isolant dans les limites apportées par son Document Technique d'Application ou son Avis Technique ou son Cahier de Prescription de Pose
- Ou un écran de protection tel que défini au chapitre 6.2

Et le revêtement d'étanchéité compatible avec le procédé **SOPRASOLAR FIX EVO TILT CPP** tel que défini au chapitre 7.

7 Prescriptions relatives aux revêtements en partie courante

7.1 Composition des revêtements d'étanchéité

Le choix du type de revêtement est opéré en fonction de sa destination, de la nature de son support direct et peut être mis en œuvre :

- **En adhérence** : le choix du type de revêtement est opéré dans le tableau du chapitre 7.2.1 (exemples donnés au Tableau 19 du chapitre 15.2)
- **En semi-indépendance par auto-adhésivité** : le choix du type de revêtement est opéré dans le tableau du chapitre 7.2.1 ou il sera installé un complexe bicouche **SOPRASTICK SI4 avec ELASTOPHENE FLAM 25 AR T3** décrit au chapitre 10.1 et qui sera mis en œuvre selon le Document Technique d'Application SOPRALENE STICK en substituant la feuille **SOPRASTICK SI** par la feuille **SOPRASTICK SI4** (exemples donnés dans le Tableau 20 et le Tableau 21 du chapitre 15.2)
- **Fixé mécaniquement** : le choix du type de revêtement est opéré dans le tableau du chapitre 7.2.1 (exemples donnés dans le Tableau 18 du chapitre 15.2) ou il sera installé un complexe bicouche **SOPRAFIX HP R avec ELASTOPHENE FLAM 25 AR T3** décrit au chapitre 11.1 qui sera alors mis en œuvre selon le Document Technique d'Application **SOPRAFIX Bicouche** en substituant la feuille **SOPRAFIX HP** par la feuille **SOPRAFIX HP R** (exemples donné au Tableau 18 du chapitre 15.2)

  Dans les zones de toitures équipées avec des modules photovoltaïques, les limites d'entraxe entre les fixations de la feuille d'étanchéité **SOPRAFIX HP, SOPRAFIX HP R ou SOPRAFIX STICK**, tout en restant conforme au Document Technique d'Application **SOPRAFIX bicouche**, ne pourra pas être supérieur à :

  - 90 cm dans le sens transversal de la feuille d'étanchéité **SOPRAFIX**
  - 25* cm dans le sens longitudinal de la feuille d'étanchéité **SOPRAFIX**

  *cette valeur de 250 mm dans le sens longitudinal est réduite à 224 mm dans le cas des tôles d'acier nervurées perforées.

  Principe de détermination de la densité de fixation de la feuille **SOPRAFIX dans les zones équipées de modules photovoltaïques :**

  Quelle que soit la zone de vent d'implantation du projet, la densité de fixations de $Pk_{ft} \geq 1280N$ de la feuille SOPRAFIX, sera calculée conformément au Document Technique d'Application SOPRAFIX Bicouche afin de déterminer la valeur d'entraxe entre fixation des lés d'étanchéité.

  Dans le sens longitudinal de la feuille, cette valeur ne pourra pas être supérieure à 30 cm et inférieure à 18 cm.

  La note de calcul permet de vérifier que les sollicitations climatiques du projet sont conformes au domaine d'emploi du procédé **SOPRASOLAR FIX EVO TILT CPP**.

  La note de calcul permet également de définir s'il faut **mettre en œuvre ou non une ligne de fixation complémentaire pontée en milieux de lé** installée selon les préconisations du Document Technique d'Application **SOPRAFIX Bicouche.** La valeur d'entraxe entre fixation à mi lé sera identique à la valeur d'entraxe entre fixation en lisière de lé. Si la note de calcul réalisée par **SOPRASOLAR** impose la mise en œuvre d'une ligne de fixation complémentaire en milieu de lé, cela impose également l'ajout d'une pièce d'étanchéité de 0,15 m x 0,15 m ou une bande de 0,15 m de largeur en **SOPRAFIX HP** soudé.

7.2 Mise en œuvre du revêtement d'étanchéité

7.2.1 En travaux neufs

La mise en œuvre des revêtements d'étanchéité est faite conformément aux Avis Techniques, Documents Techniques d'Application, Cahier de Prescription de Pose **SOPREMA** et **SOPRASOLAR** ci-après en prenant en compte les dispositions spécifiques du chapitre 7.1 :

Tableau 5 : Références des documents techniques

REFERENCE (1)	PROCEDE D'ETANCHEITE
DTA 5/15-2453	ELASTOPHENE FLAM / SOPRALENE FLAM
DTA 5/15-2445	SOPRALENE FLAM MONOCOUCHE
DTA 5/14-2367	SOPRAFIX BICOUCHE
DTA 5/10-2139	SOPRALENE STICK
DTA 5.2/18-2597_V1	SOPRALENE FLAM JARDIN
AT 21/15-52	SOPRASOLAR (Bicouche)
CPP 05/224 F et additifs (ETN ALPHA CONTROLES)	NOFIX ACIER RW

(1) Référence des Avis Techniques ou Documents Techniques d'Application à vérifier auprès de SOPRASOLAR, de SOPREMA ou sur le site du CSTB http://evaluation.cstb.fr/rechercher/

7.2.2 Cas particulier de la réfection

Dans le cas de la réfection, la démarche est identique au chapitre 7.2.1 sous réserve que la faisabilité ait été validée par **SOPRASOLAR** (cf. chapitre 6.3).
Dans le cas d'un isolant ou d'un écran de protection rapporté sur l'ancienne étanchéité (cf. chapitre 6.3), le revêtement du procédé **SOPRASOLAR FIX EVO TILT CPP** est mis en œuvre comme dans le cas des travaux neufs.

7.2.3 Mise hors d'eau en fin de journée

Pour le principe de la mise hors d'eau, se référer aux Avis Techniques, Documents Techniques d'Application ou Cahier de Prescription de Pose **SOPREMA** ou **SOPRASOLAR** visés au chapitre 7.2.1 du présent document.

7.3 Mise en œuvre des plots

7.3.1 Calepinage et préparation de la toiture

Le calepinage des plots avec rehausse du procédé **SOPRASOLAR FIX EVO TILT CPP** ainsi que des modules photovoltaïques est nécessaire et doit impérativement respecter une distance de 50 cm minimum entre le champ photovoltaïque et la périphérie de toiture. Les Documents Particuliers du Marché (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 50 cm minimum en périphérie de toitures et ouvrages émergents tels que lanterneaux, coupoles, cheminées, joints de dilatation…,
- Dans une zone de 50 cm minimum en périphérie d'équipements (VMC par exemple) et en laissant un accès de largeur minimale de 50 cm pour y accéder,
- Au niveau des noues sur au moins 40 cm de part et d'autre du fil d'eau, ainsi que le pourtour des évacuations d'eaux pluviales sur une emprise globale de 1 m,
- Sur 0,25 m de part et d'autre de zones à rupture de pente (arrête faîtière par exemple),
- Au-dessus d'un joint de dilatation.

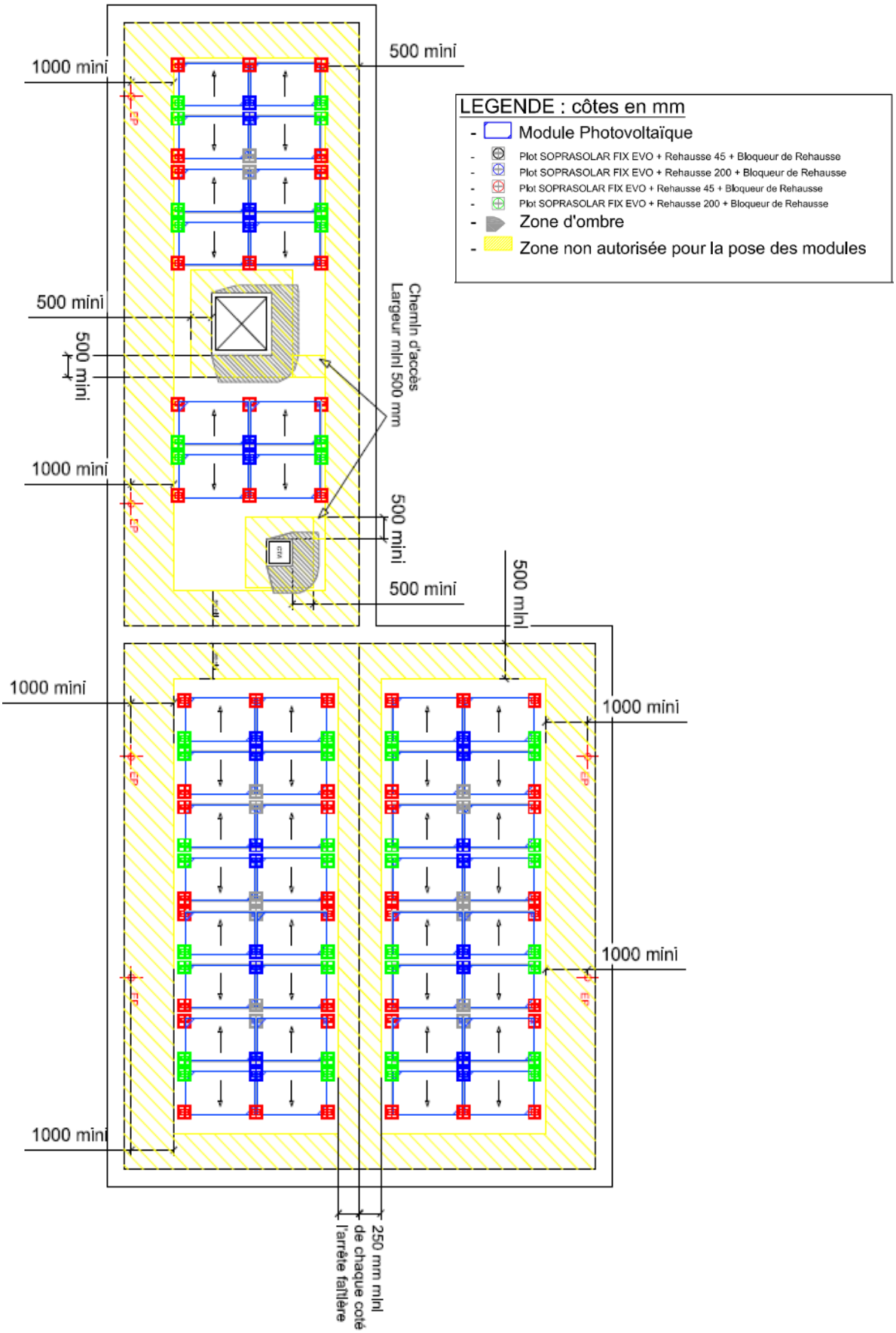


Figure 16 : Calepinage et préparation de la toiture : modules photovoltaïques en mode paysage "EST/OUEST"

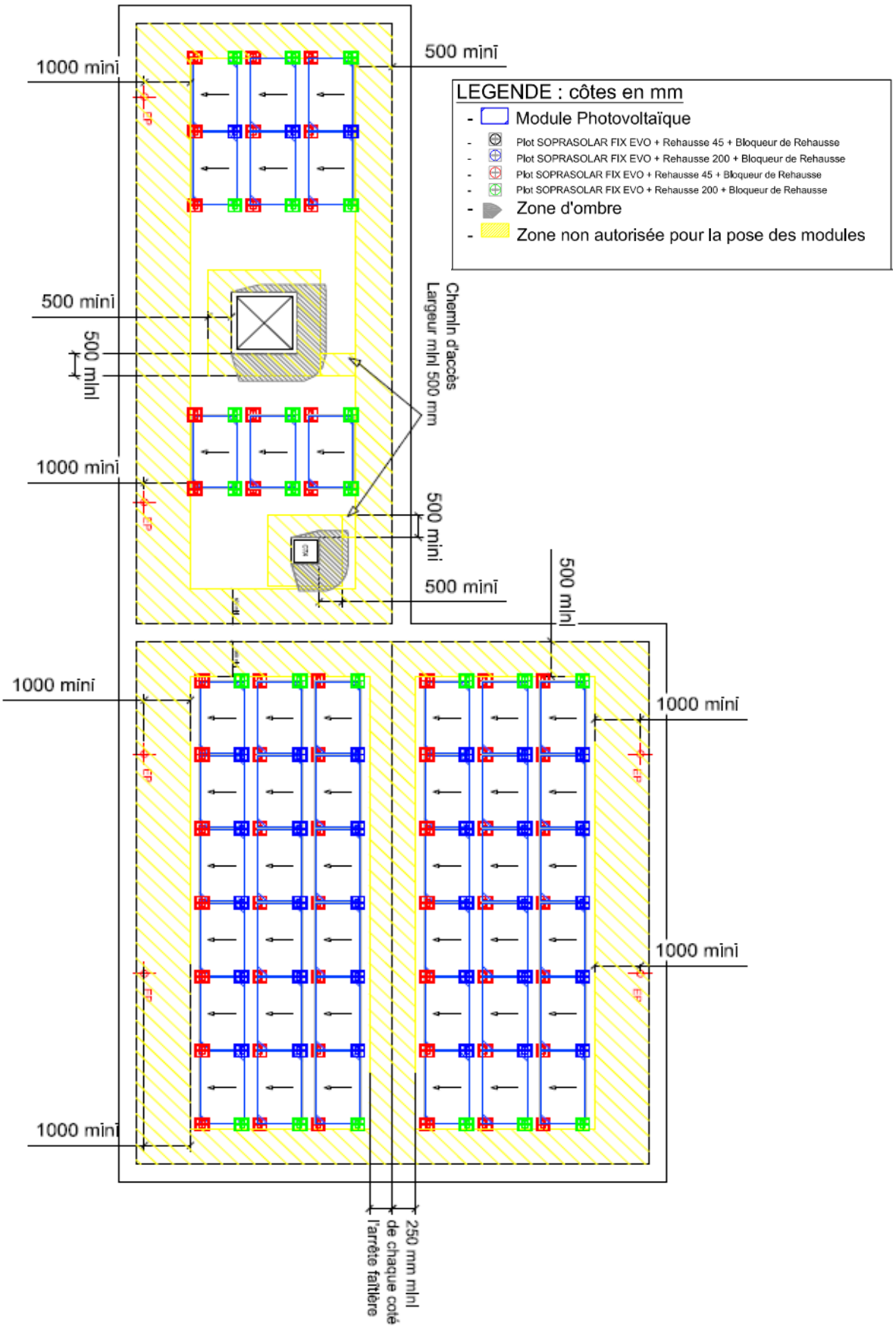


Figure 17 : Calepinage et préparation de la toiture : modules photovoltaïques en mode paysage "SUD"

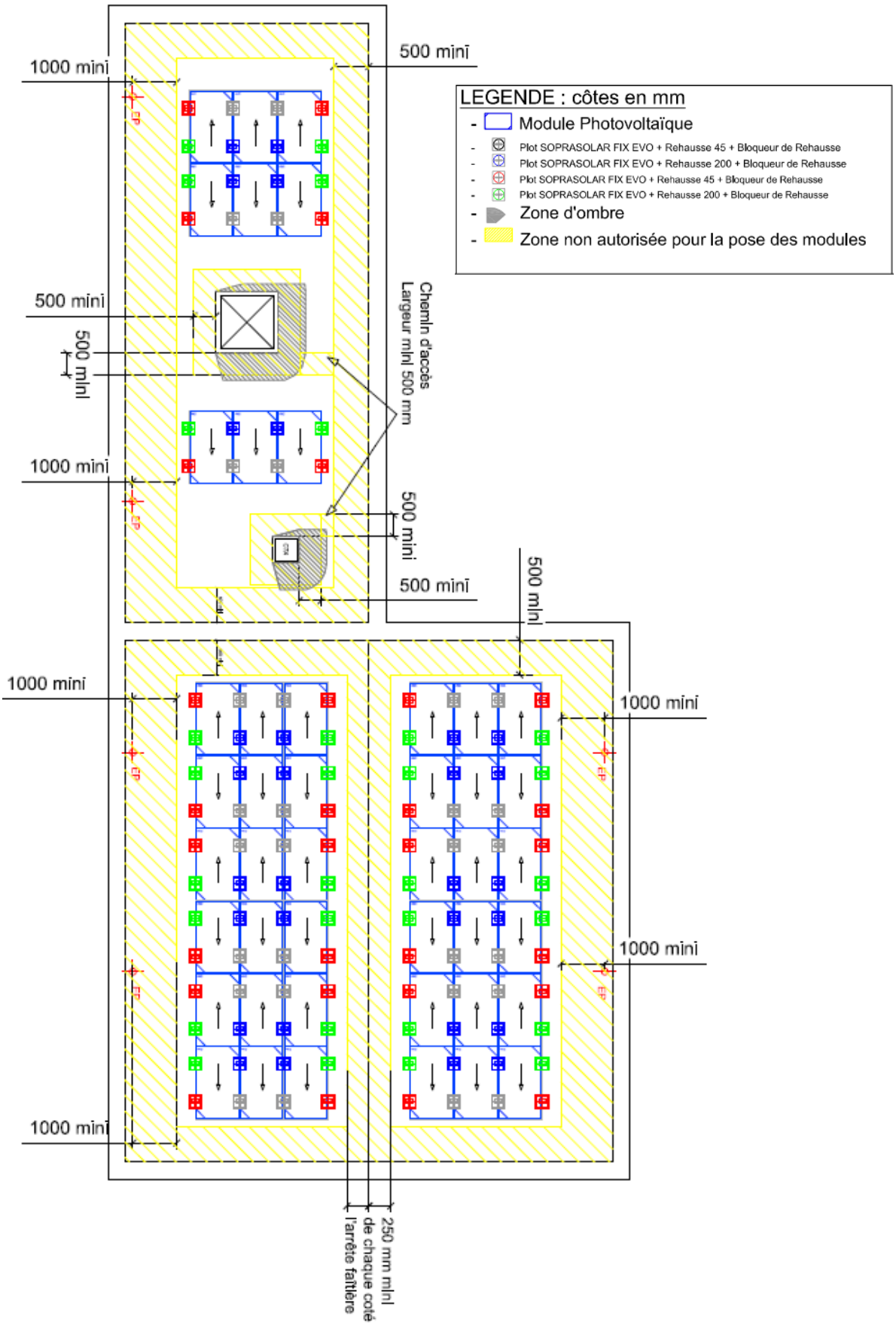


Figure 18 : Calepinage et préparation de la toiture : modules photovoltaïques en mode portrait « EST/OUEST »

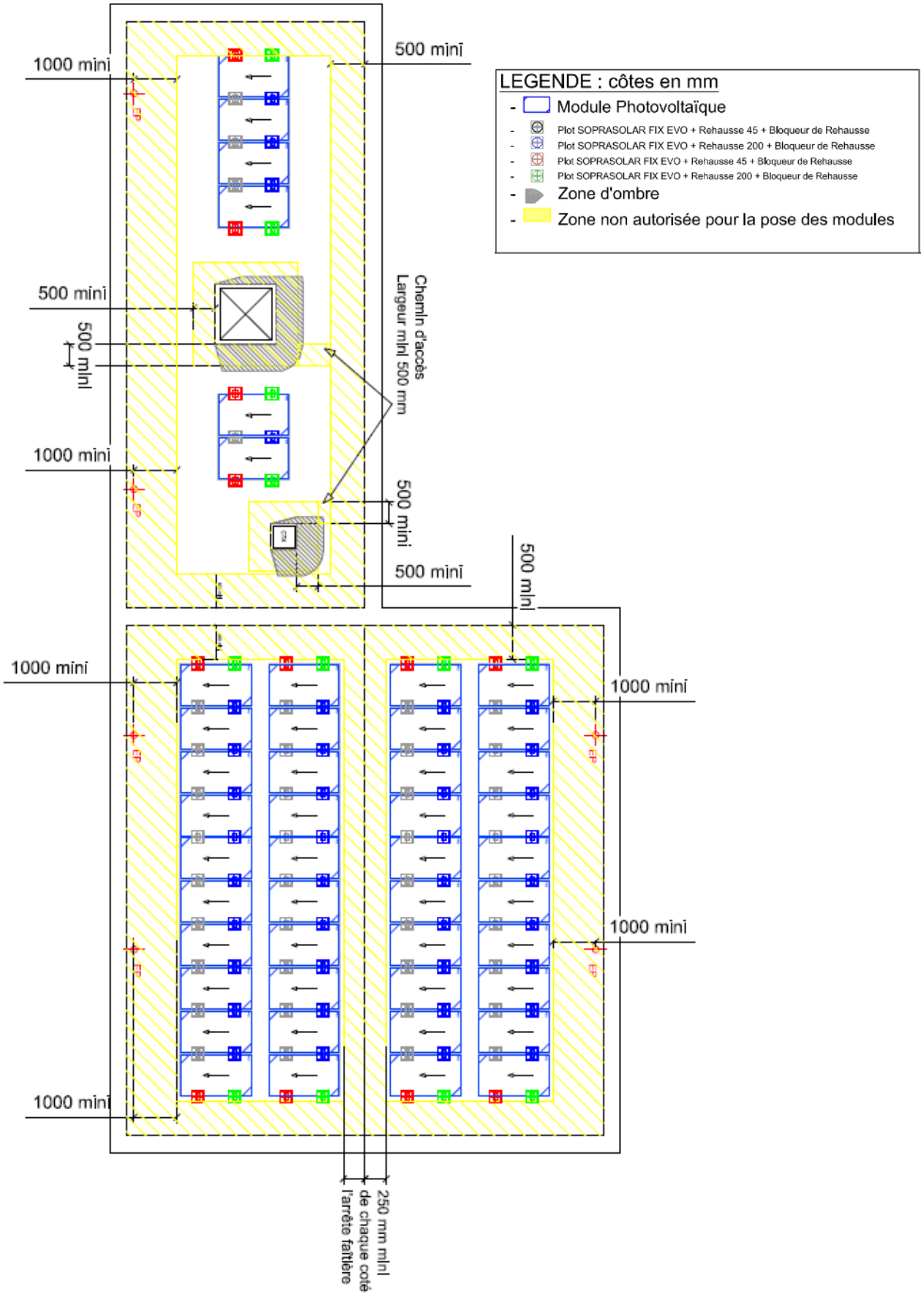


Figure 19 : Calepinage et préparation de la toiture : modules photovoltaïques en mode portrait « SUD »

7.3.2 Soudage des plots

- **Descriptif des plots**

Le plot du procédé **SOPRASOLAR FIX EVO TILT CPP** est un plot **SOPRASOLAR FIX EVO** de **SOPRASOLAR** constitué d'un plot réglable en polymère de Polyamide 6 chargé 30% fibre de verre liaisonné mécaniquement à un **PLASTRON SOPRASOLAR** (voir chapitre 11.2) et permettant un réglage en hauteur par un système de filetage.

Le plot **SOPRASOLAR FIX EVO** tel que défini au chapitre 10.2 est livré exclusivement par **SOPRASOLAR** sur chantier en tant que composant pré assemblé comportant le plastron et le plot polymère réglable.

Dans le cadre de la mise en œuvre du procédé **SOPRASOLAR FIX EVO TILT CPP**, sont mis en œuvre sur le plot un **BLOQUEUR DE REHAUSSE** et soit une **REHAUSSE 45** soit une **REHAUSSE 200** définis au chapitre 11.2.3.

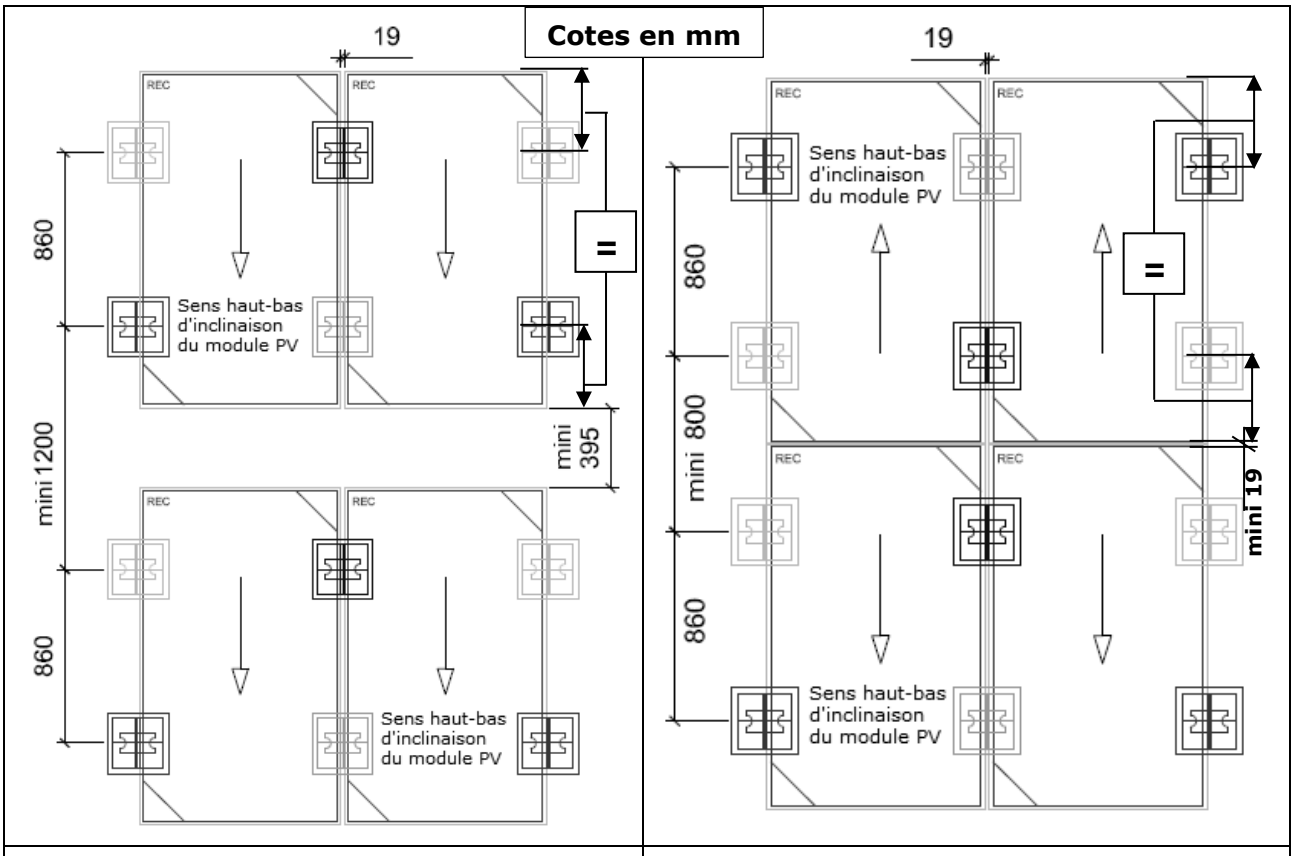
- **Traçage**

Les membranes d'étanchéité **SOPREMA** sur lesquelles seront mis en œuvre les plots **SOPRASOLAR FIX EVO** présentent soit une surface sablée, soit une surface ardoisée soit une finition aluminium toutes résistantes aux UV.

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 TILT CPP** établi par **SOPRASOLAR**.

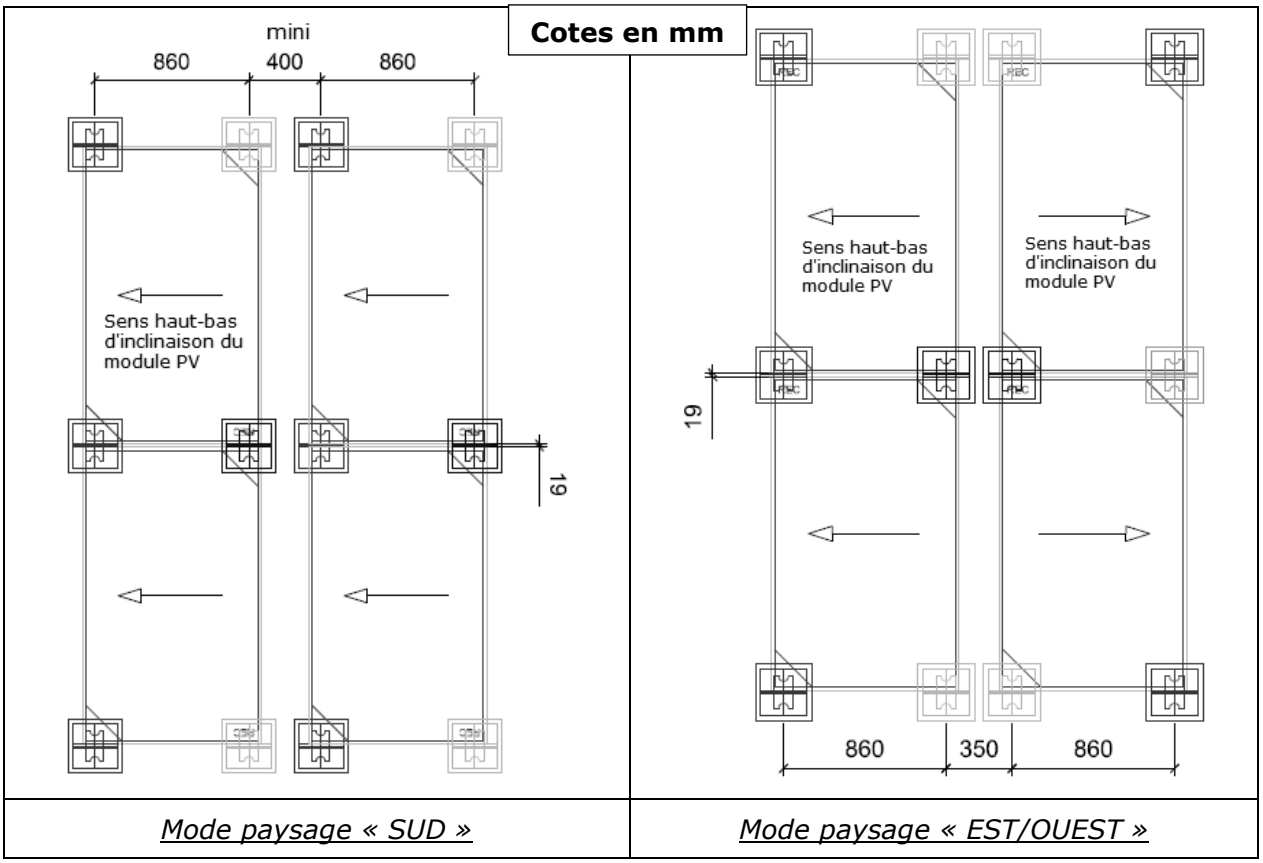
Le quadrillage obtenu lors de ce tracé sur la zone du champ photovoltaïque permet de positionner les plots : l'emplacement du centre de chaque plot est matérialisé par l'intersection des lignes tracées (voir la Figure 20 et la Figure 21 ci-après).

Les entraxes entre les plots du procédé SOPRASOLAR FIX EVO TILT CPP et la densité de plots sous chaque module sont définis dans les vues en coupes présentés en Figure 1 à Figure 6 du chapitre 2 ainsi que sur les figures ci-dessous :



Mode portrait « SUD » | *Mode portrait « EST/OUEST »*

Figure 20 : Implantation des plots SOPRASOLAR FIX EVO TILT CPP en mode portrait



Mode paysage « SUD » | *Mode paysage « EST/OUEST »*

Figure 21 : Implantation des plots SOPRASOLAR FIX EVO TILT CPP en mode paysage (selon modules autorisés)

- **Soudage du plastron des plots**
  - **Sur le revêtement d'étanchéité avec finition ardoisée ou sablée**

La mise en place des plots SOPRASOLAR FIX EVO doit impérativement être réalisée par l'entreprise ayant en charge la réalisation du lot couverture-étanchéité du projet.

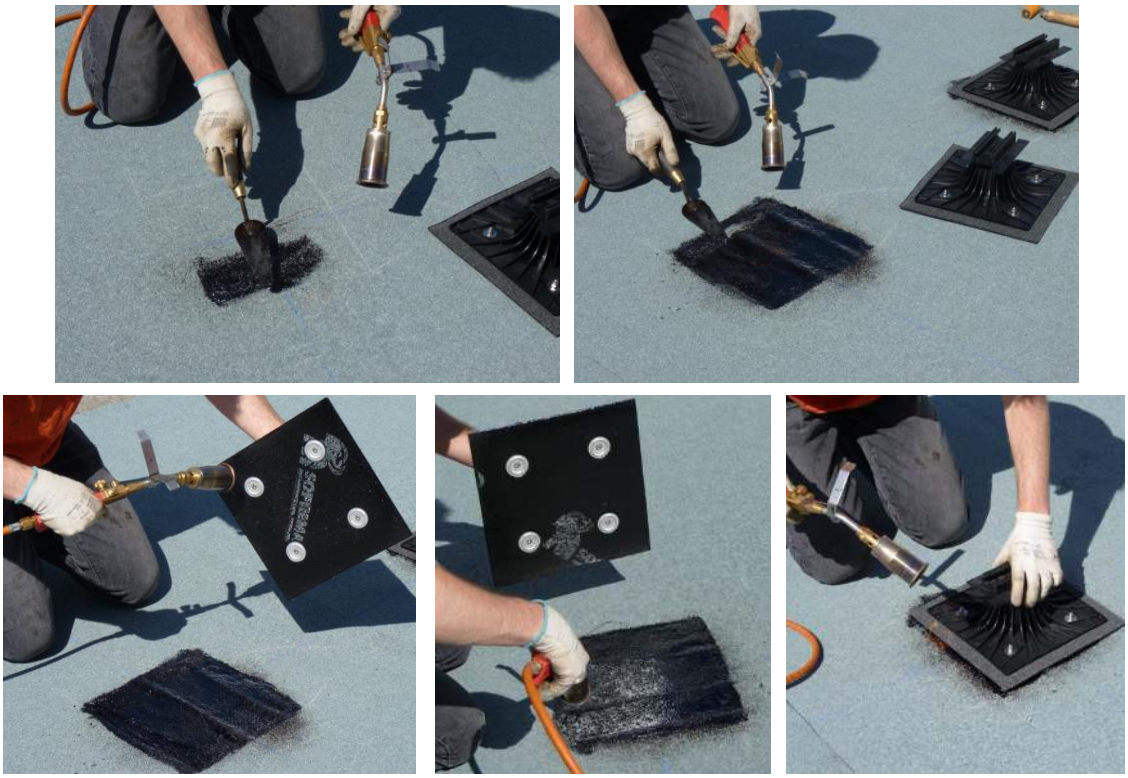
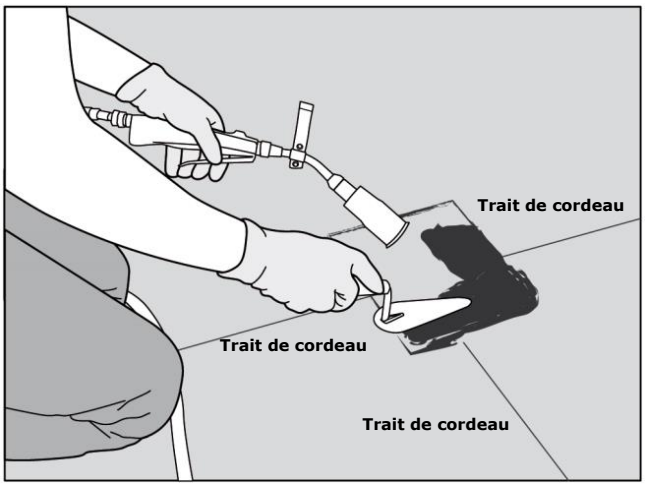
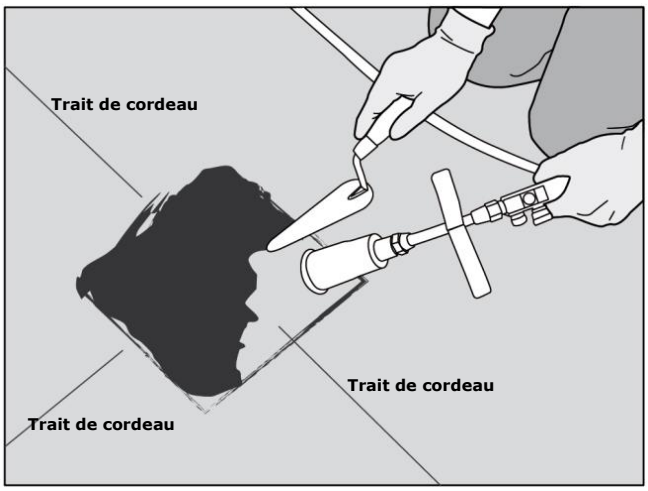


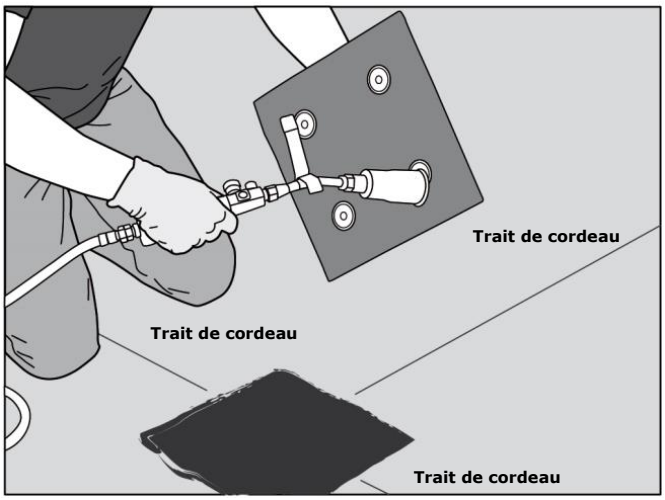
Photo 5 : Technique de soudage des plots sur revêtement d'étanchéité ardoisé



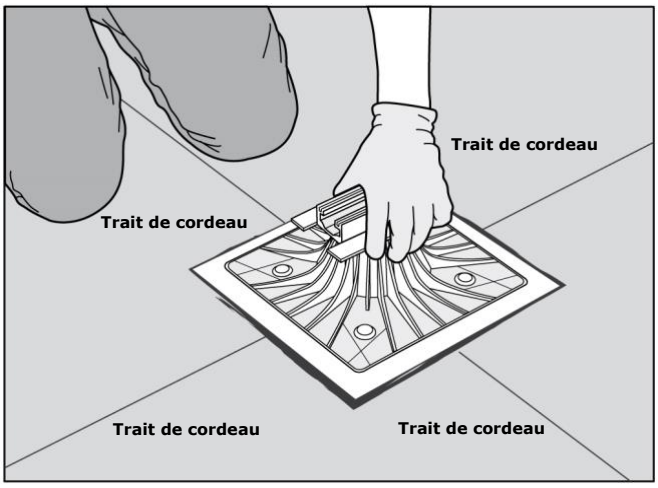
Reflux local des paillettes du revêtement d'étanchéité sur le pourtour des plastrons



Reflux local des paillettes du revêtement d'étanchéité et noyage des paillettes ardoisées



Plastron chauffé au chalumeau



Positionnement du plastron chauffé sur la zone noircie et chauffée du revêtement d'étanchéité

Figure 22 : Soudage des plots du procédé SOPRASOLAR FIX EVO TILT CPP sur membrane d'étanchéité avec finition ardoisée ou sablée

Sur un revêtement avec une finition ardoisée ou sablée, 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.

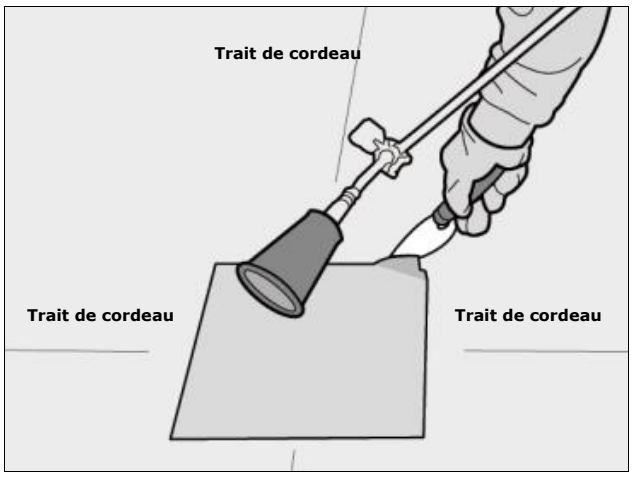
La surface ardoisée ou sablée du revêtement d'étanchéité est noircie localement à l'intérieur des zones définies par le pourtour des plastrons repérés préalablement. Le noircissement du revêtement d'étanchéité est effectué

- À la flamme de chalumeau pour les surfaces sablées
- 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.

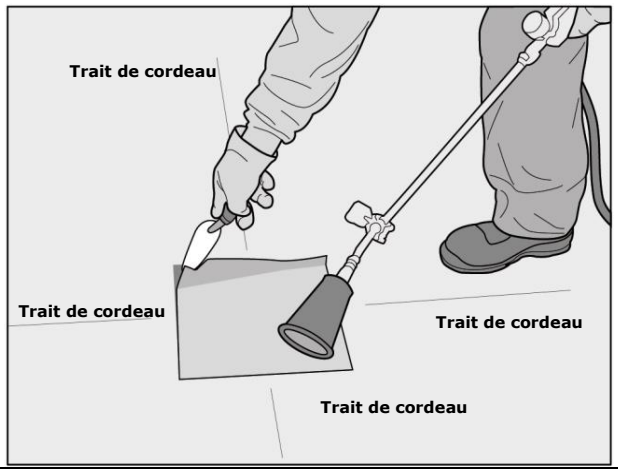
Le plastron de chaque plot doit alors être soudé en plein sur les zones noircies et chauffées au chalumeau (voir Figure 22).

- **Sur le revêtement d'étanchéité avec finition aluminium en surface**

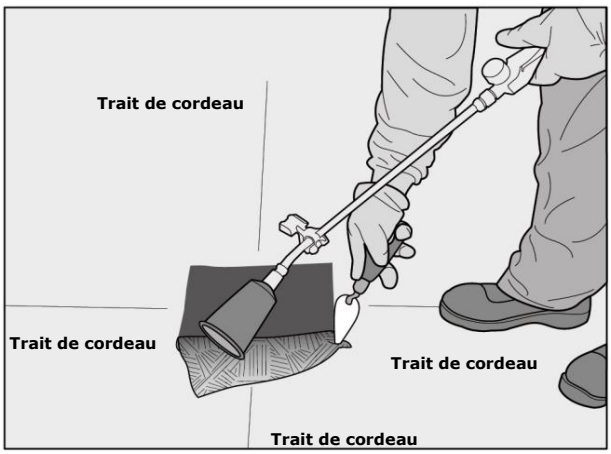
Découper la feuille d'aluminium sur l'emprise du plastron du plot à l'aide d'un cutter



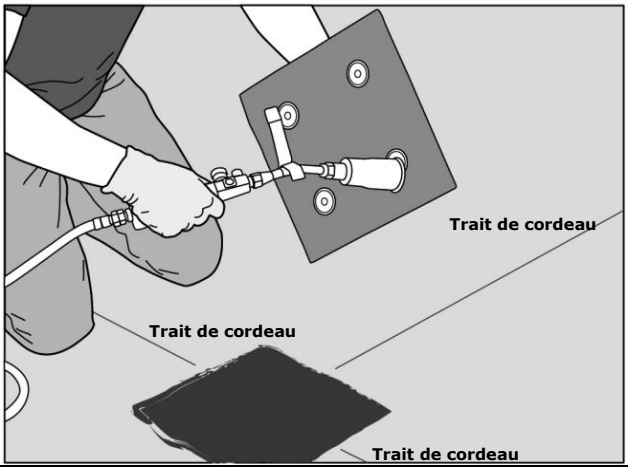
Chauffer la partie découpée de la feuille d'aluminium de finition à l'aide du chalumeau



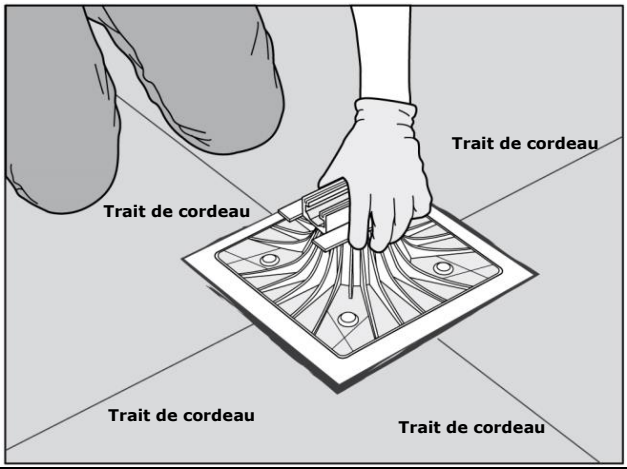
Avec une spatule décoller la partie découpée et chauffée de la feuille d'aluminium



Finir de retirer partie découpée de la feuille d'aluminium : le bitume doit être à nu



Plastron chauffé au chalumeau



Positionnement du plastron chauffé sur la zone noircie et chauffée du revêtement d'étanchéité

Figure 23 : Soudage des plots du procédé SOPRASOLAR FIX EVO TILT CPP sur membrane d'étanchéité avec finition aluminium

Sur un revêtement avec une finition aluminium, une fois les emplacements des plots repérés et la feuille d'aluminium découpée à l'aide d'un cutter, il convient de retirer la partie de feuille d'aluminium découpée en la chauffant à l'aide d'un chalumeau et en la décollant totalement à partir d'un des coins à l'aide d'une spatule et d'une pince.

Le plastron de chaque plot doit alors être soudé en plein sur les zones noircies et chauffées au chalumeau (voir Figure 23).

7.4 Mise en œuvre des REHAUSSES et des BLOQUEURS DE REHAUSSES

Le plan de calepinage établi par **SOPRASOLAR** définit la position des plots **SOPRASOLAR FIX EVO** devant recevoir une **REHAUSSE SOPRASOLAR FIX EVO 200** ou une **REHAUSSE SOPRASOLAR FIX EVO 45**. Sur la base de ce plan, elles sont mises en place par coulissement dans la tête du plot en forme de rail.

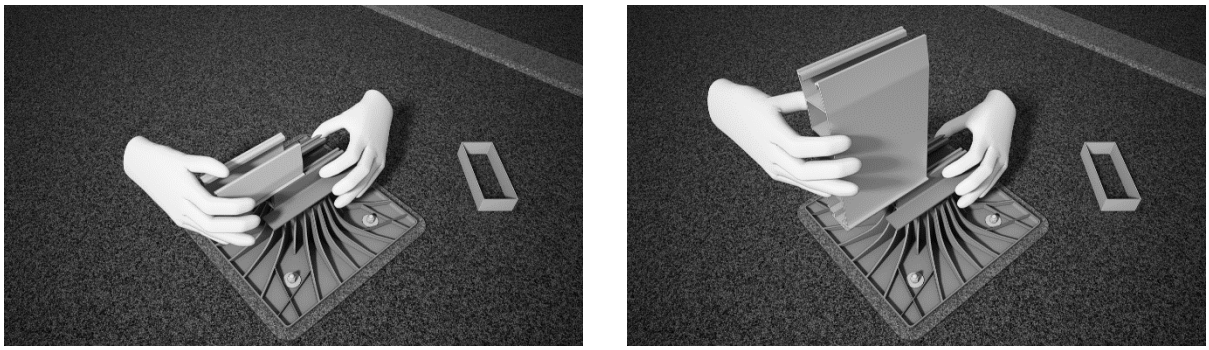


Figure 24 : Technique de mise en œuvre des REHAUSSE 45 et REHAUSSE 200 sur les plots

Le **BLOQUEUR DE REHAUSSE** est ensuite mis en place sur chaque plot afin d'éviter que les **REHAUSSES** ne puissent sortir du plot.

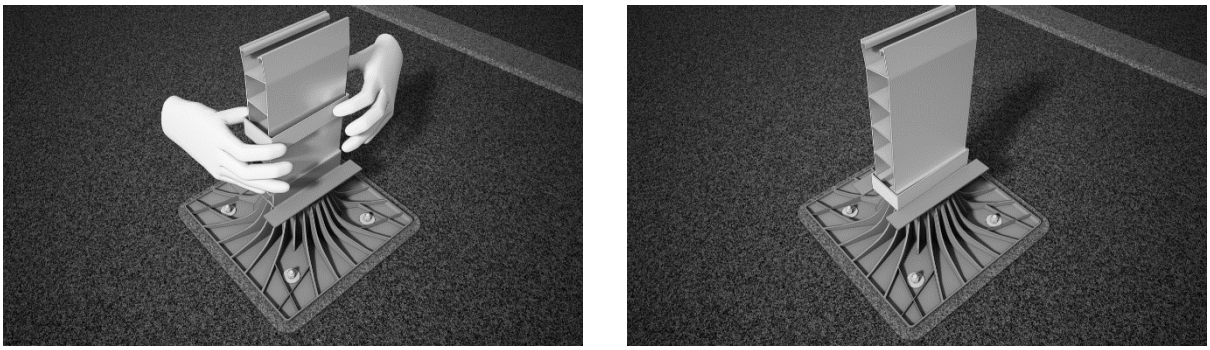


Figure 25 : Technique de mise en œuvre du BLOQUEUR DE REHAUSSE sur les plots du procédé SOPRASOLAR FIX EVO TILT CPP équipés de REHAUSSE

7.5 Mise en œuvre des modules photovoltaïques

7.5.1 Généralités

Le procédé **SOPRASOLAR FIX EVO TILT CPP** permet l'utilisation de modules photovoltaïques rigides (voir chapitre 11.4) 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**, 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** équipés de **REHAUSSE 45** ou **200** et de **BLOQUEUR DE REHAUSSE** en respectant les portes à faux définis en Figure 20 dans le cas d'un calepinage des modules photovoltaïques en portrait et en Figure 21 dans le cas d'un calepinage des modules photovoltaïques en paysage. Suivant ces schémas, le jeu entre rangées de modules photovoltaïques sera **de 19mm au minimum**.

Au besoin régler les plots **SOPRASOLAR FIX EVO** en hauteur en les dévissant de manière à ce que les modules reposent bien à plat sur les 2 parties inclinées des **REHAUSSES 45** et **200**: au serrage des étriers, les modules ne doivent pas être vrillés ou gauchis.

La connexion des modules photovoltaïques se fait conformément au chapitre 5.3 au fur et à mesure de la pose des modules photovoltaïques avant leur fixation sur les **REHAUSSES 45** et **200** équipant les plots **SOPRASOLAR FIX EVO**.

Les modules photovoltaïques sont fixés sur les **REHAUSSES 45** et **200** par l'intermédiaire d'étriers (voir chapitre 11.3) :

- 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 dans le cas d'une fixation entre 2 modules photovoltaïque ou en extrémité de rangée.

Ces étriers se glissent dans la partie en forme de rail des **REHAUSSES 45** ou **200.** Ils doivent être serrés sur les **REHAUSSES 45** ou **200** et les modules photovoltaïques avec un couple de serrage égal à 14 ± 2 N.m.

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** (voir Photo 2 et chapitre 5.7) et/ou sur les modules photovoltaïques à l'aide de clip se fixant sur le retour du cadre aluminium des modules photovoltaïques (voir Photo 3 chapitre 5.7) 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 PHOTOVOLTAIQUES

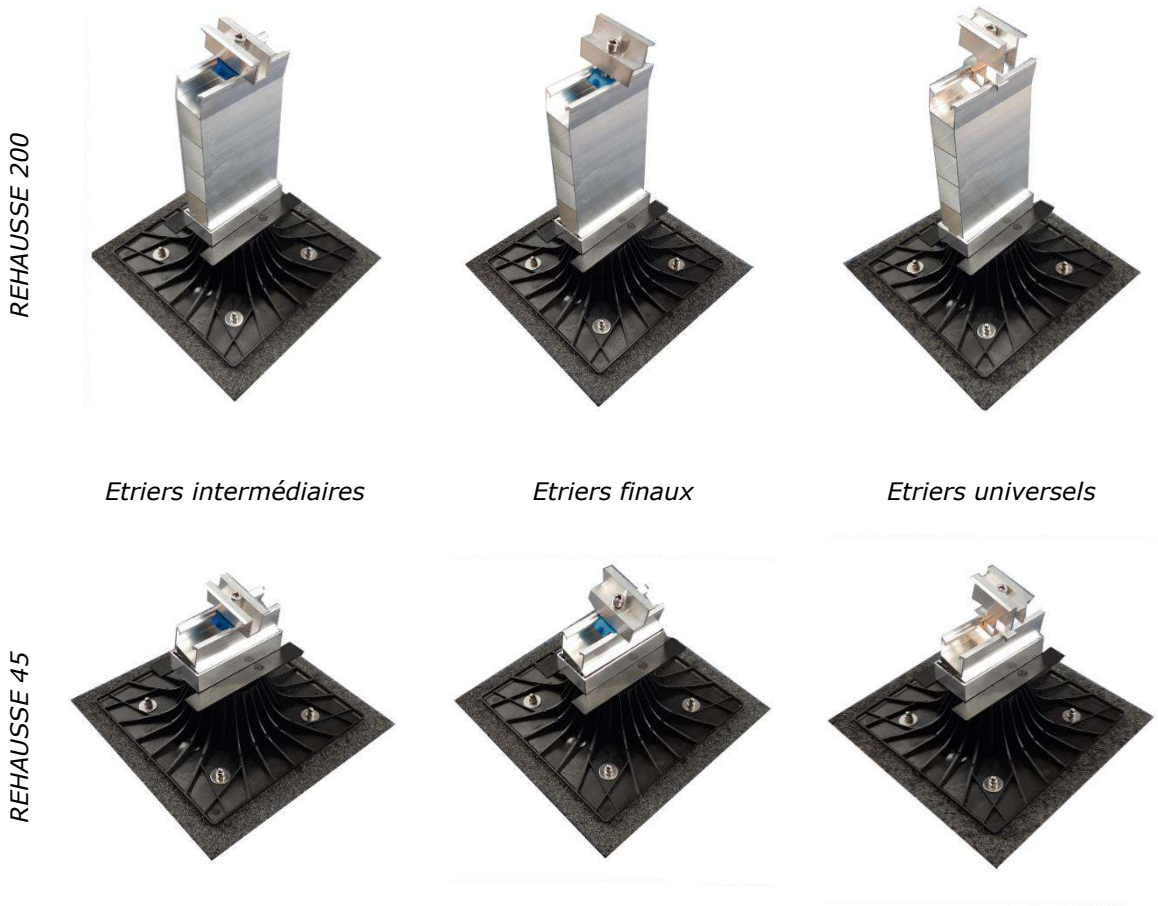


Figure 26 : Mise en œuvre des étriers sur REHAUSSE 200 et 45

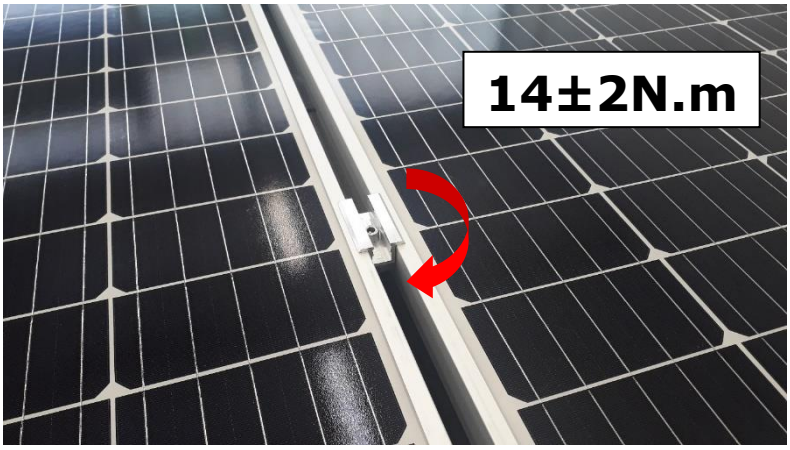


Photo 6 : Serrage des étriers

Photo 7 : Clip pour fixation des câbles au cadre des modules

7.5.2 Cas particulier : les modules hybrides DUALSUN SPRING

Le procédé **SOPRASOLAR FIX EVO TILT CPP** permet la mise en œuvre des modules hybrides DUALSUN SPRING qui fournissent à la fois de l'électricité (photovoltaïque) et de l'eau chaude (thermique).

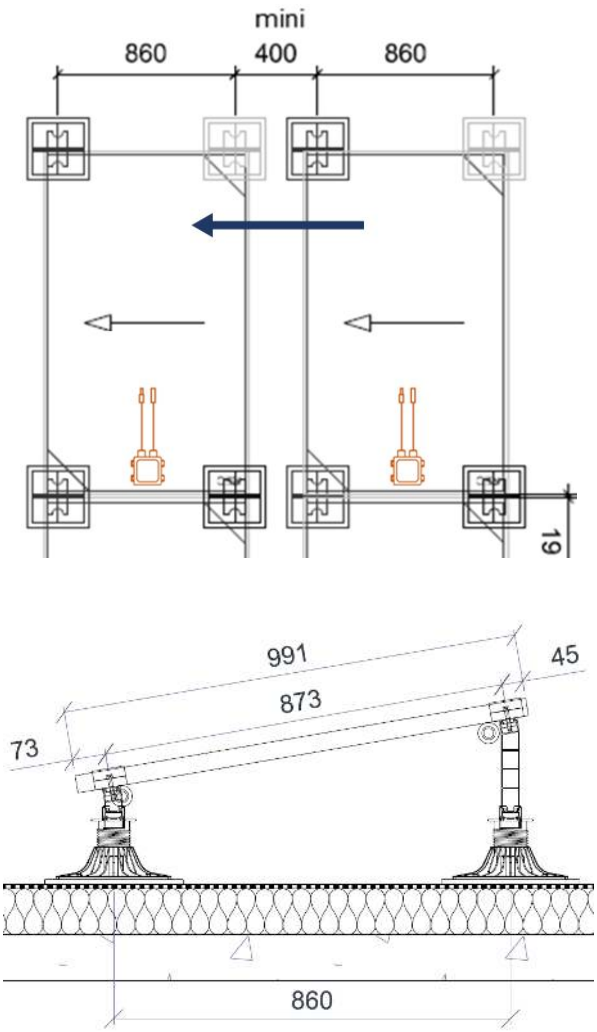
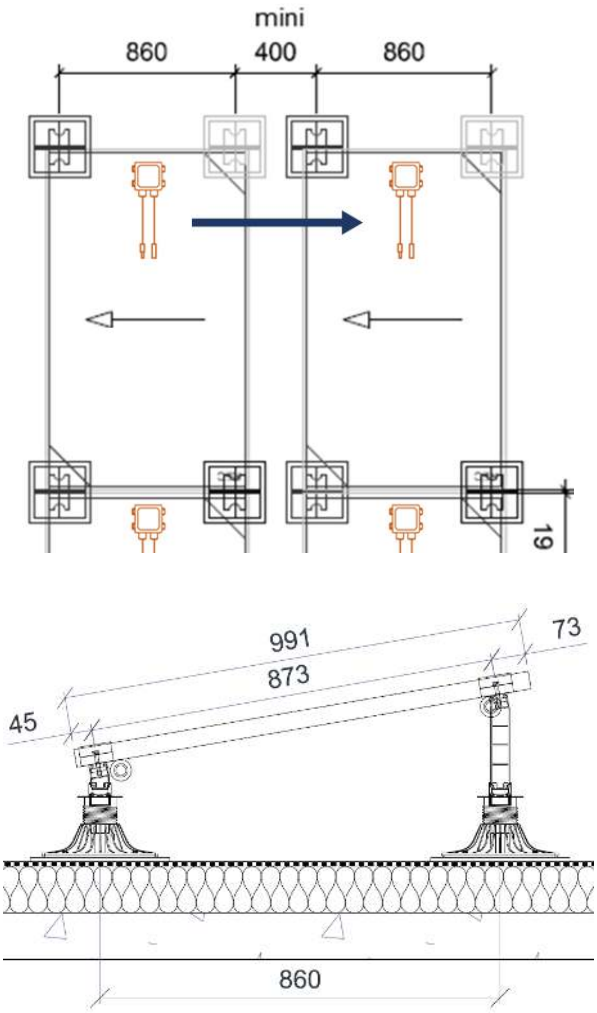
La mise en œuvre et le raccordement des modules se fait conformément à la dernière version de la « Notice d'installation, d'utilisation et de maintenance DUALSUN » (à récupérer sur le site internet de DUALSUN) et au présent CPP **SOPRASOLAR FIX EVO TILT CPP**.

La mise en œuvre des modules DUALSUN SPRING avec le procédé **SOPRASOLAR FIX EVO TILT CPP** est possible en configuration portrait ou paysage*.

Les modules DUALSUN SPRING ont la particularité d'intégrer un échangeur thermique en face arrière. Chaque module communique avec le module précédent et le module suivant du string via des liaisons électriques et des liaisons hydrauliques.

***En mode paysage**, il est nécessaire de poser les modules DUALSUN SPRING en décalé (cf. Tableau 6 ci-dessous) par rapport à une pose standard (symétrique) de manière à faciliter le raccordement des liaisons hydrauliques en évitant les plots du procédé **SOPRASOLAR FIX EVO TILT CPP**.

Tableau 6 : Préconisation de décalage du module DUALSUN SPRING en calepinage paysage

Mode paysage « SUD » Boîtier de jonction se trouve à **droite** en regardant le panneau face avant	Mode paysage « SUD » Boîtier de jonction se trouve à **gauche** en regardant le panneau face avant
	

Sens d'inclinaison du module photovoltaïque

Boitier de jonction

Sens de décalage des modules pour faciliter les raccordement hydrauliques

L'étrier peut arriver en limite de cadre mais l'ensemble de la portée de l'étrier doit s'appliquer sur le module, conformément aux plages de fixations autorisées dans la « Notice d'installation, d'utilisation et de maintenance DUALSUN 300-315M – 60 – 3BBP ». Ce positionnement n'altère pas les performances mécaniques du module DUALSUN SPRING.

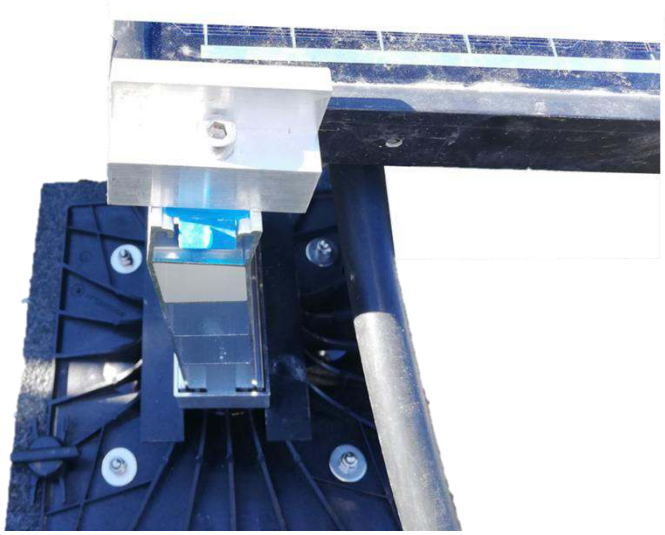


Photo 8 : Etrier posé en limite de cadre

Cheminements des liaisons hydrauliques

L'encombrement des raccords hydrauliques en face arrière des panneaux DUALSUN SPRING est à considérer avec attention pour éviter le contact des flexibles avec l'étanchéité de la toiture. Les liaisons hydrauliques peuvent être attachées aux modules ou aux réhausses du procédé **SOPRASOLAR FIX EVO TILT CPP** pour éviter qu'elles ne reposent sur l'étanchéité.

Des clips à fixer sont livrés avec les kits raccords Entrée/Sortie DUALSUN pour fixer les flexibles sur le retour de cadre des modules DUALSUN SPRING.

Les conduites hydrauliques de transfert entre le local technique et le champ de panneaux DUALSUN SPRING sont à surélever au même titre que les câbles électriques et à faire cheminer dans des chemins de câble.

8 Protection des parties courantes ou des chemins de circulation

Il est toujours possible de prévoir au niveau du calepinage, des chemins de circulation en **SOPRALENE FLAM 180 AR** soudés en plein à la flamme sur la feuille apparente.

9 Relevé d'étanchéité et ouvrage particuliers

Ils seront conformes aux Avis Techniques, Documents Techniques d'Application et Cahiers de Prescription de Pose **SOPREMA** des procédés de surface courante du chapitre 7.2.1 du présent Cahier de Prescriptions de Pose **SOPRASOLAR FIX EVO TILT CPP**.

10 Variante SOPRA SOLAR NATURE

La variante **SOPRA SOLAR NATURE** offre la possibilité de pouvoir combiner sur une même toiture :

- Un revêtement d'étanchéité bicouche anti-racine relevant de l'Avis Technique « **SOPRALENE JARDIN** ».
- Le procédé photovoltaïque **SOPRASOLAR FIX EVO TILT CPP**.
- Le procédé de végétalisation extensif **SOPRANATURE** de **SOPREMA** relevant de ses propres Cahiers de Prescription de pose « **SOPRANATURE** ».

Les prescriptions mentionnées dans ce CPP concernant le procédé **SOPRASOLAR FIX EVO TILT CPP** restent inchangées si elles ne sont pas modifiées par ce chapitre 10 qui répertorie les points spécifiques liés à la variante **SOPRA SOLAR NATURE.**

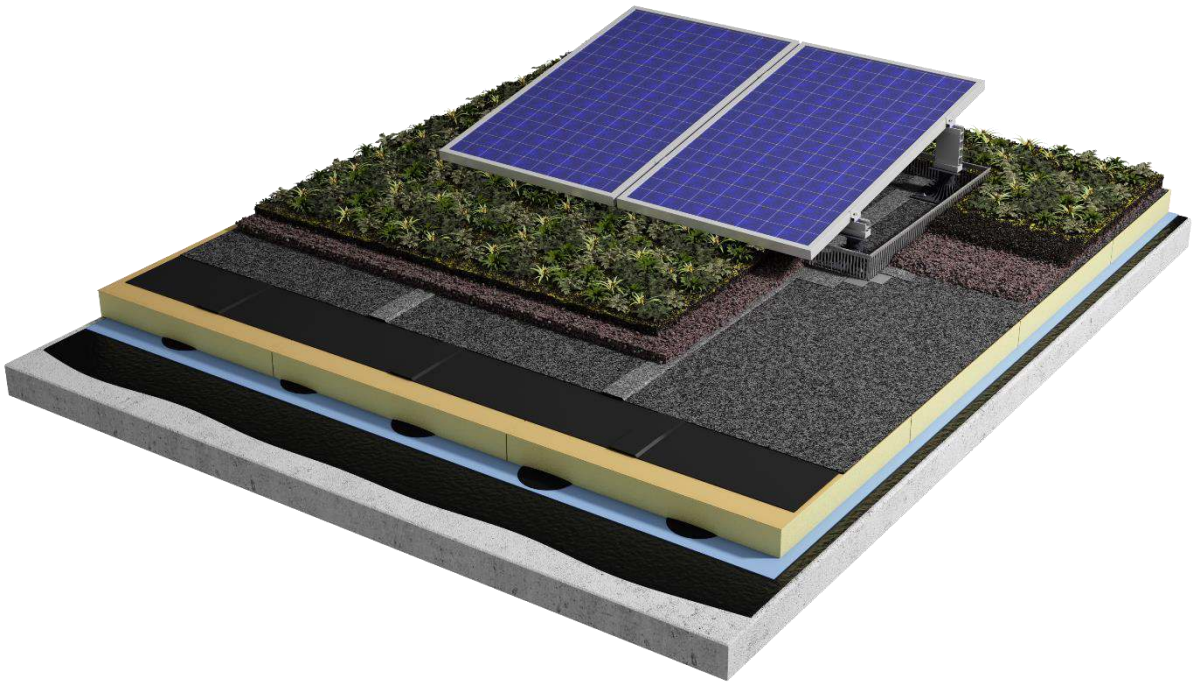


Figure 27 : Exemple d'aperçu de la variante SOPRA SOLAR NATURE en calepinage portrait

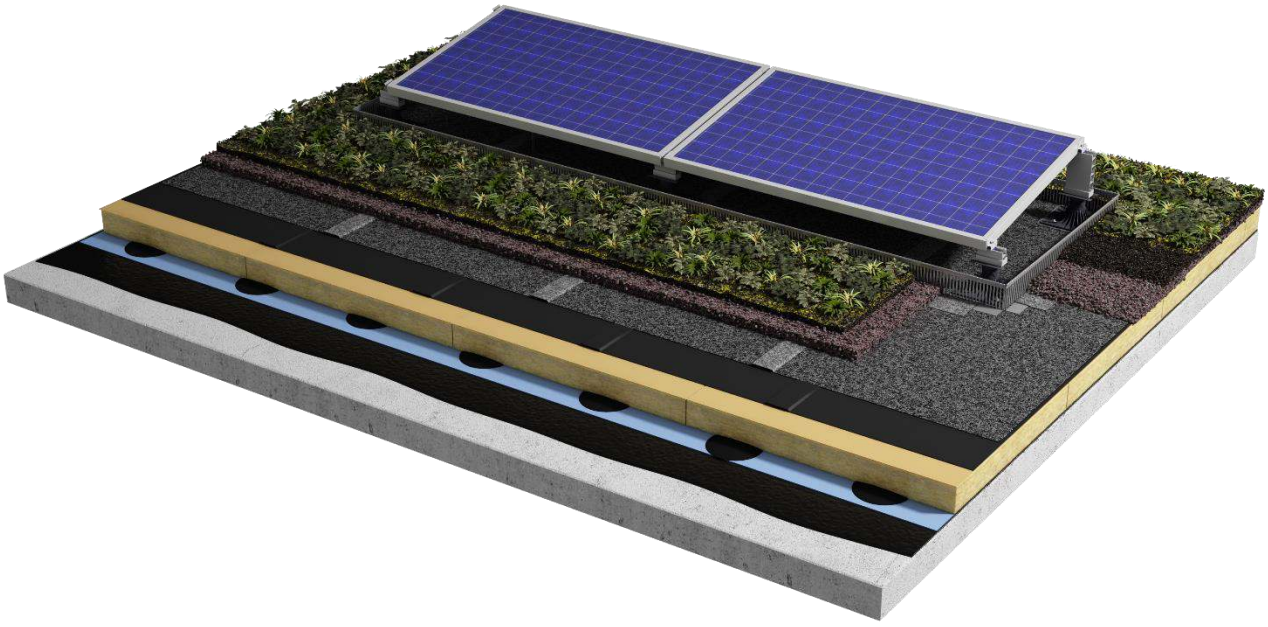


Figure 28 : Exemple d'aperçu de la variante SOPRA SOLAR NATURE en calepinage paysage

10.1 Mise en œuvre de la végétalisation SOPRANATURE

La mise en œuvre du système de végétalisation est réalisée par une entreprise agréée par **SOPREMA** ayant suivi une formation dispensée par le Département **SOPRANATURE.**

Les précautions liées à la livraison et au stockage de la végétalisation sont indiquées dans le chapitre 6.5 du **Cahier de Prescription de Pose SOPRANATURE**.

L'organisation et le déroulement du chantier doivent permettre la mise en place des constituants du procédé sans interférence ou dégradation dues à un autre corps de métier. Ainsi le phasage des opérations d'installation est le suivant :

1. Installation des plots **SOPRASOLAR FIX EVO** conformément au plan de calepinage spécifique à la variante **SOPRA SOLAR NATURE** réalisé par **SOPRASOLAR** conformément aux dispositions du chapitre 10.4.
2. Mise en œuvre des réhausses, des bloqueurs de réhausses (chapitre 7.4) et fixation des chemins de câbles sur les plots **SOPRASOLAR FIX EVO.**
3. Mise en place des dispositifs de séparation en périphérie des zones à végétaliser (chapitre 10.4 et chapitre 10.9.3).
4. Mise en place d'une partie des constituants du procédé **SOPRANATURE** conformément à l'étude **SOPRANATURE**, à savoir :
    - couche drainante : **SOPRALITHE** ou **SOPRADRAIN (DUO)**
    - filtre : **SOPRAFILTRE**
    - substrat de culture : **SOPRAFLOR X**
5. Installation des modules photovoltaïques (chapitre 7.5).
6. Réalisation des raccordements électriques (chapitre 5).
7. Mise en place de la végétation **TOUNDRA** (dans le cas particulier du système **TOUNDRA BOX**, l'ensemble du système végétalisé est mis en place en une seule fois à cette étape de l'installation).
8. Arrosage de mise en service des zones végétalisées

10.2 Entretien – réparabilité

Le contrat d'entretien peut être confié à l'entreprise qui a réalisé l'ouvrage **SOPRASOLAR FIX EVO TILT CPP** et l'ouvrage **SOPRANATURE** ou à toute entreprise agréée par **SOPRASOLAR** pour la partie photovoltaïque et par **SOPRANATURE** pour la partie végétalisation.

Aucune disposition particulière relative au système conjoint n'est nécessaire si les préconisations d'entretien des modules photovoltaïques sont strictement respectées.

10.3 Destination et domaine d'emploi

Les « Règles professionnelles pour la conception et la réalisation des terrasses et toitures végétalisées, édition N°3 de Mai 2018 » s'ajoutent aux règles citées au chapitre 4.1 du présent CPP.

Dans le cas de la variante **SOPRA SOLAR NATURE**, le procédé photovoltaïque conserve les prescriptions liées au cadre d'utilisation et au domaine d'emploi du procédé **SOPRASOLAR FIX EVO TILT CPP** tel que mentionné au chapitre 4.2 à condition de respecter les conditions de mise en œuvre suivantes :

- En mode portrait, la longueur des modules photovoltaïques est limitée à 1700 mm.
- Des dispositifs de séparation doivent être mis en œuvre pour délimiter la zone végétalisée de la zone non végétalisée en dessous d'une rangée de modules photovoltaïques (voir chapitre 10.9.3). Une distance d'au moins 3 cm doit être respectée entre les dispositifs de séparation et le cadre des modules photovoltaïques pour qu'en aucun cas ces éléments ne puissent se toucher.
- Le plan de calepinage qui définit l'implantion des plots du procédé **SOPRASOLAR FIX EVO TILT CPP** et des modules photovoltaïques doit respecter les prescriptions propres à la variante **SOPRA SOLAR NATURE** du chapitre 10.4.
- Les plots **SOPRASOLAR FIX EVO** doivent être dévissés au maximum avant de mettre en place les réhausses et les bloqueurs pour rehausser les modules photovoltaïques (voir chapitre 10.8).
- La membrane d'étanchéité apparente doit être la membrane **SOPRALENE FLAM JARDIN CAP** traitée anti-racine (voir chapitre 10.7).

Les sollicitations climatiques de neige et de vent du procédé **SOPRASOLAR FIX EVO TILT CPP** mentionnées dans le Tableau 1 et le Tableau 2 restent similaires dans le cas de la variante **SOPRA SOLAR NATURE.**

Pour chaque projet,

- **Le Département SOPRANATURE doit réaliser une étude technique spécifique préalable qui définit la charge associée au système de végétalisation choisi. Celle-ci tient compte des épaisseurs des différents constituants (y compris la végétation) et de leur masse volumique. La charge est exprimée en kg/m² à capacité maximale en eau (CME)*.**

*CME : Quantité d'eau retenue par les matériaux constitutifs du complexe de végétalisation dans la situation suivante : mise en eau à saturation pendant 24 heures, puis ressuyage pendant 2 heures.

- **SOPRASOLAR devra valider par une note de calcul le complexe isolant-étanchéité envisagé, ainsi que l'implantation des modules photovoltaïques sur la toiture.**
- **Le fournisseur de l'élément porteur devra réaliser une étude spécifique pour justifier de son bon dimensionnement aux charges localisées induites par le procédé SOPRA SOLAR NATURE à partir des données transmises par SOPRANATURE et SOPRASOLAR (voir chapitre 6.1).**

10.4 Implantation des plots et des modules photovoltaïques

La mise en œuvre de la variante **SOPRA SOLAR NATURE** est autorisée avec une pose des modules photovoltaïques en **mode portrait* ou paysage**, avec orientation « SUD » ou « EST/OUEST ».
* En mode portrait, la longueur des modules photovoltaïques est limitée à 1700 mm.

La mise en œuvre de la variante **SOPRA SOLAR NATURE** impose de ménager un espace entre chaque rangée de modules photovoltaïques conformément aux entraxes mentionnés dans le Tableau 7, aux vues en coupes (Figure 31 à Figure 34) et aux plans de calepinage **SOPRASOLAR** (Figure 35 à Figure 38). Cette mesure permet de limiter l'impact de l'ombre portée d'une rangée de modules sur la suivante et d'avoir un espace suffisant pour le développement des végétaux.

Tableau 7 : Espace nécessaire pour accueillir la variante SOPRA SOLAR NATURE entre deux rangées de modules photovoltaïques du procédé SOPRASOLAR FIX EVO TILT CPP

	Espace nécessaire pour accueillir le procédé de végétalisation **SOPRANATURE**	
	Entraxe entre plots de deux rangées de modules	Largeur disponible pour la végétalisation entre les dispositifs de séparation
Portrait	1300 mm minimum	1000 mm minimum
Paysage	800 mm minimum	500 mm minimum

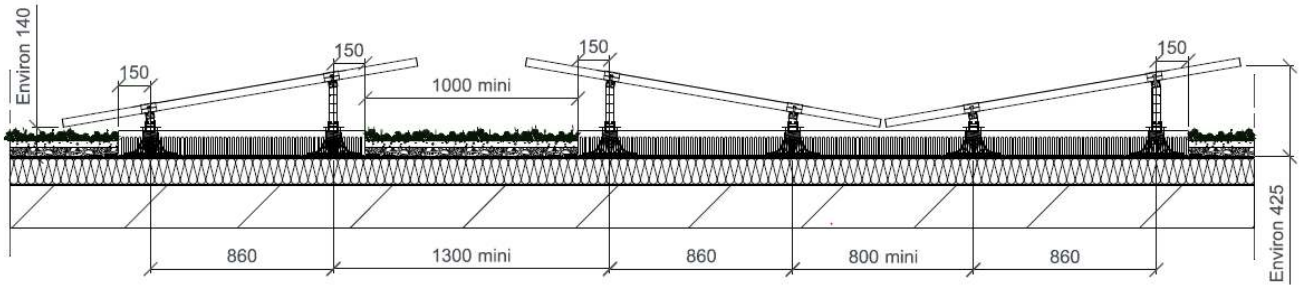


Figure 31 : Exemple de vue en coupe latérale du procédé SOPRA SOLAR NATURE calepinage portrait « EST/OUEST »

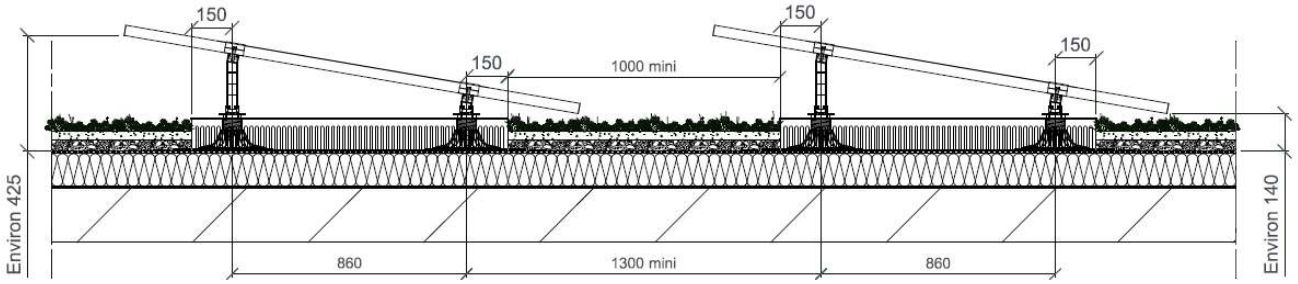


Figure 30 : Vue en coupe latérale du procédé SOPRA SOLAR NATURE calepinage portrait « SUD »

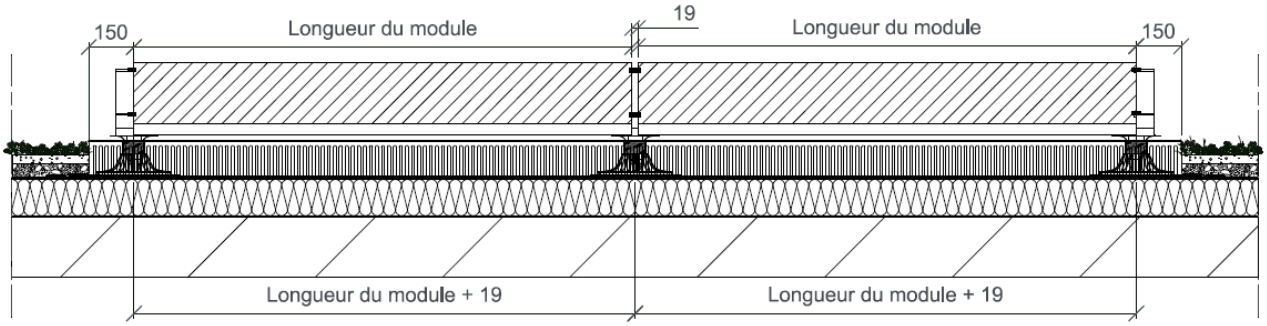


Figure 29 : Vue en coupe frontale du procédé SOPRA SOLAR NATURE calepinage portrait

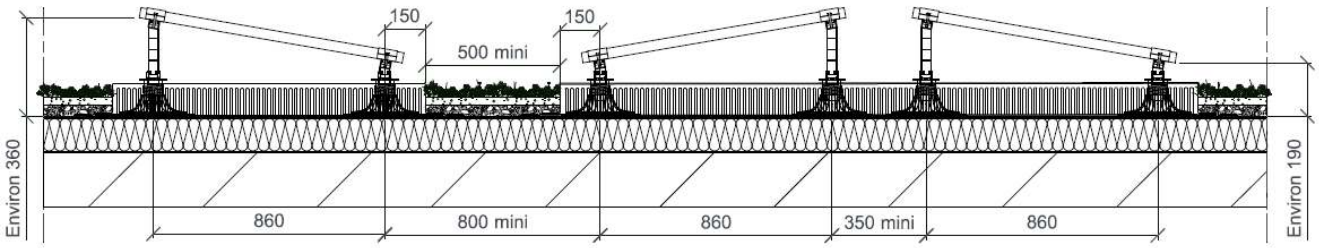


Figure 33 : Exemple de vue en coupe latérale du procédé SOPRA SOLAR NATURE calepinage paysage « EST/OUEST »

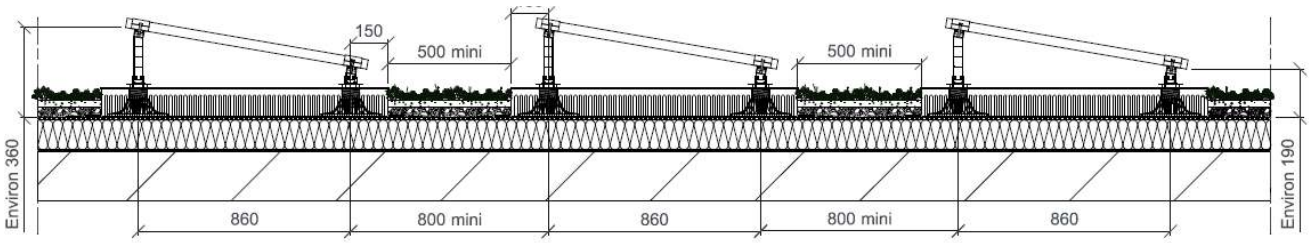


Figure 32 : Vue en coupe latérale du procédé SOPRA SOLAR NATURE calepinage paysage « SUD »

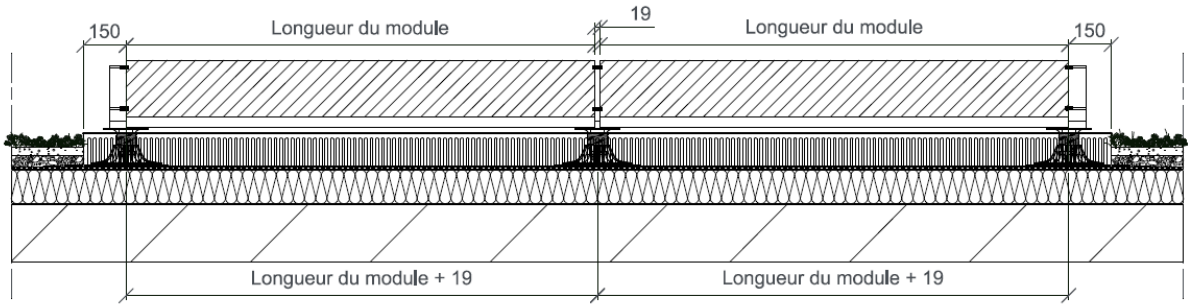


Figure 34 : Vue en coupe frontale du procédé SOPRA SOLAR NATURE calepinage paysage

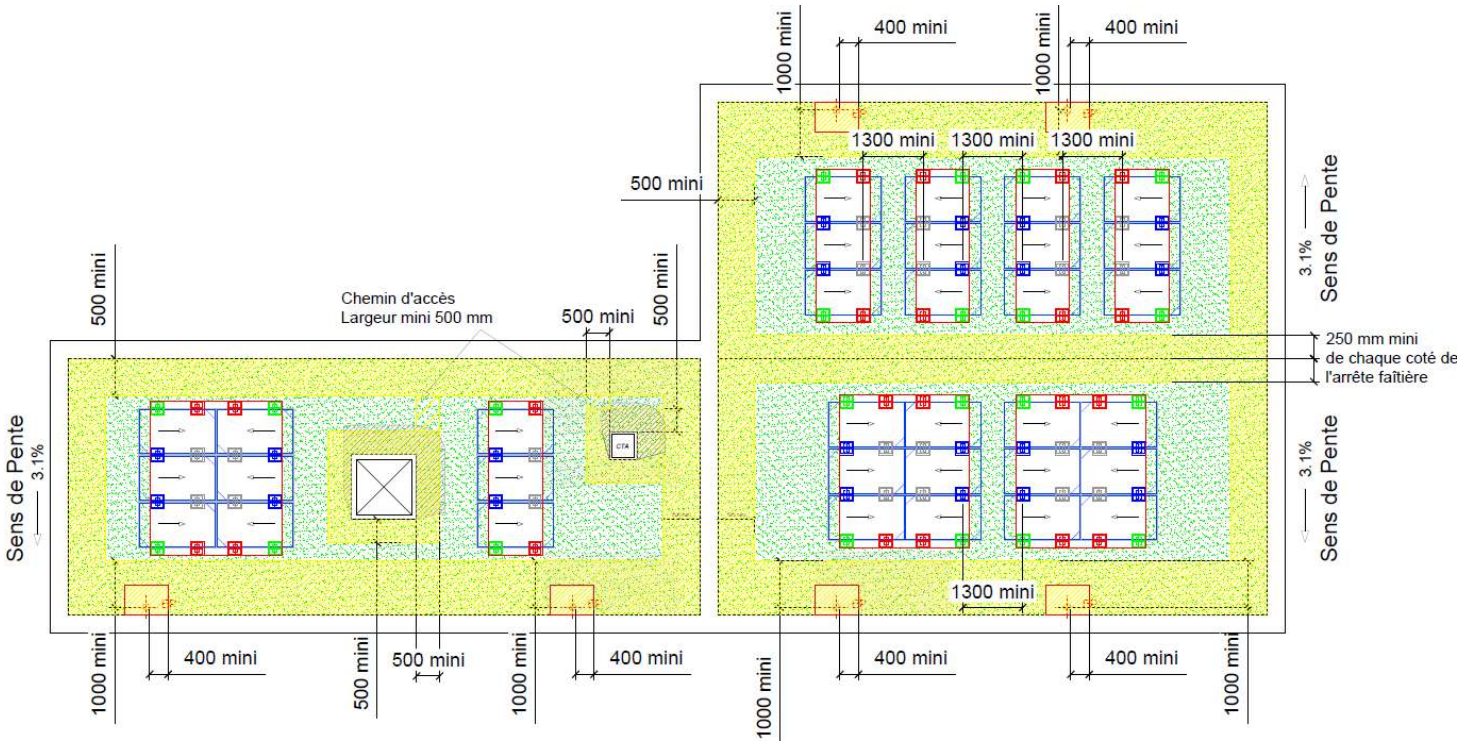


Figure 35 : Exemple de calepinage et préparation de la toiture avec modules photovoltaïques en mode portrait "EST/OUEST"

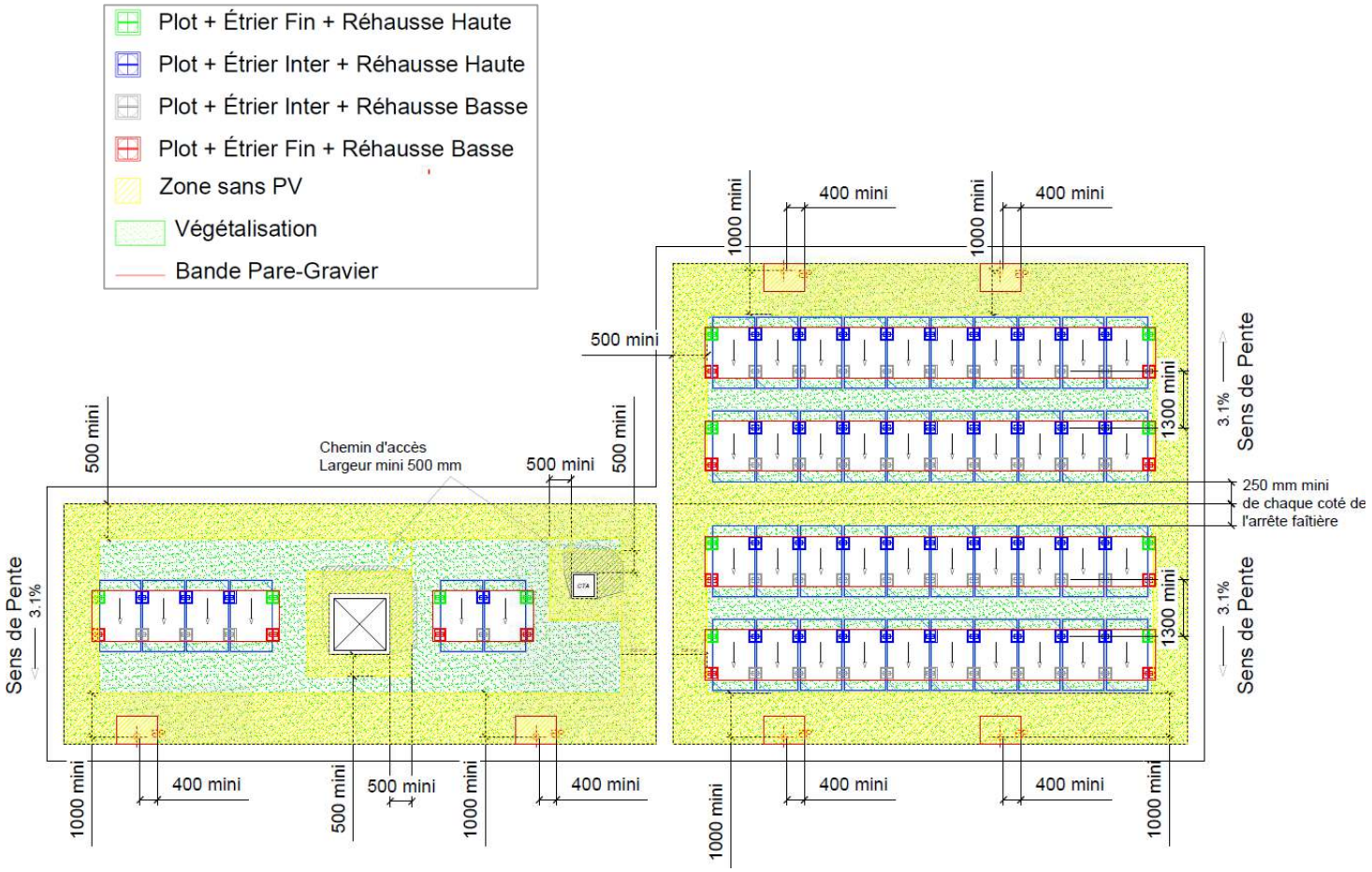


Figure 36 : Exemple de calepinage et préparation de la toiture avec modules photovoltaïques en mode portrait "SUD"

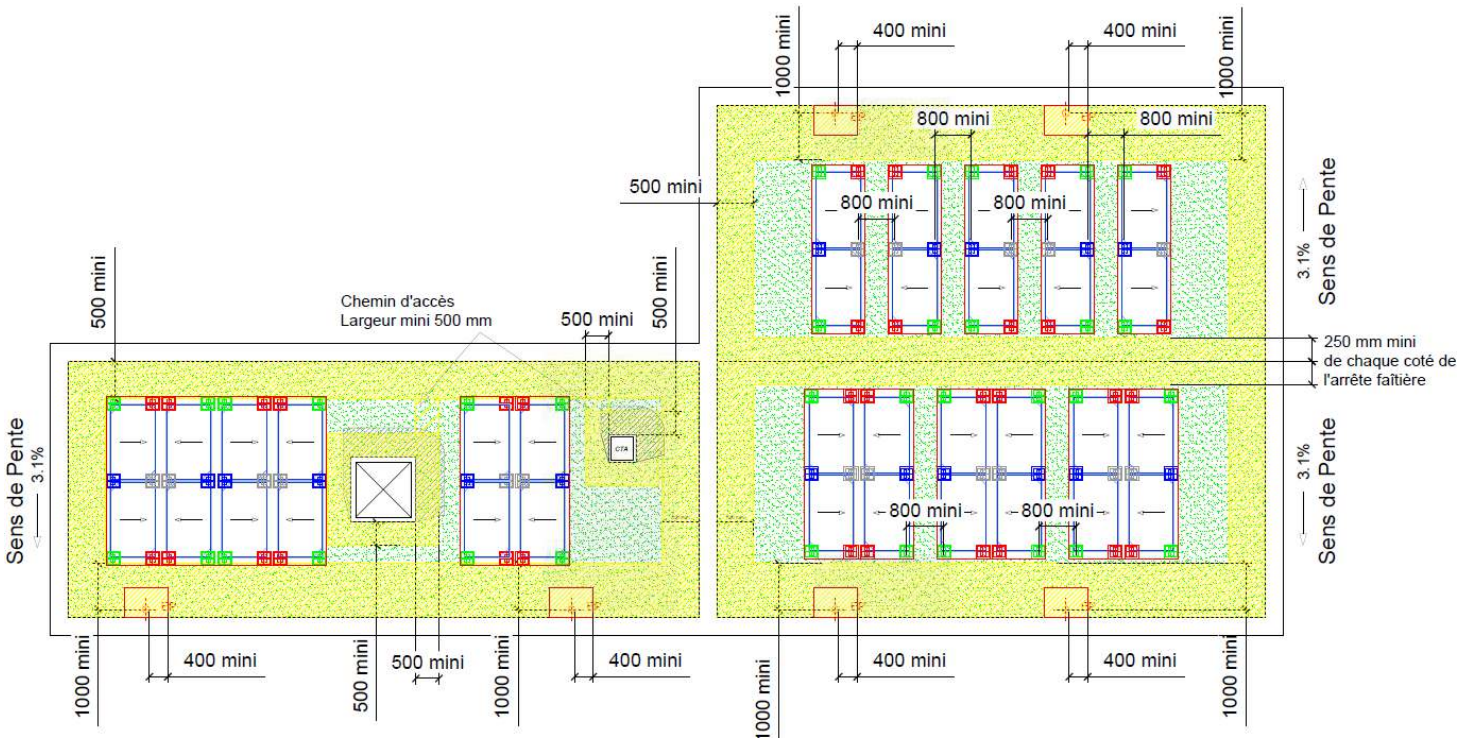


Figure 37: Exemple de calepinage et préparation de la toiture avec modules photovoltaïques en mode paysage "EST/OUEST"

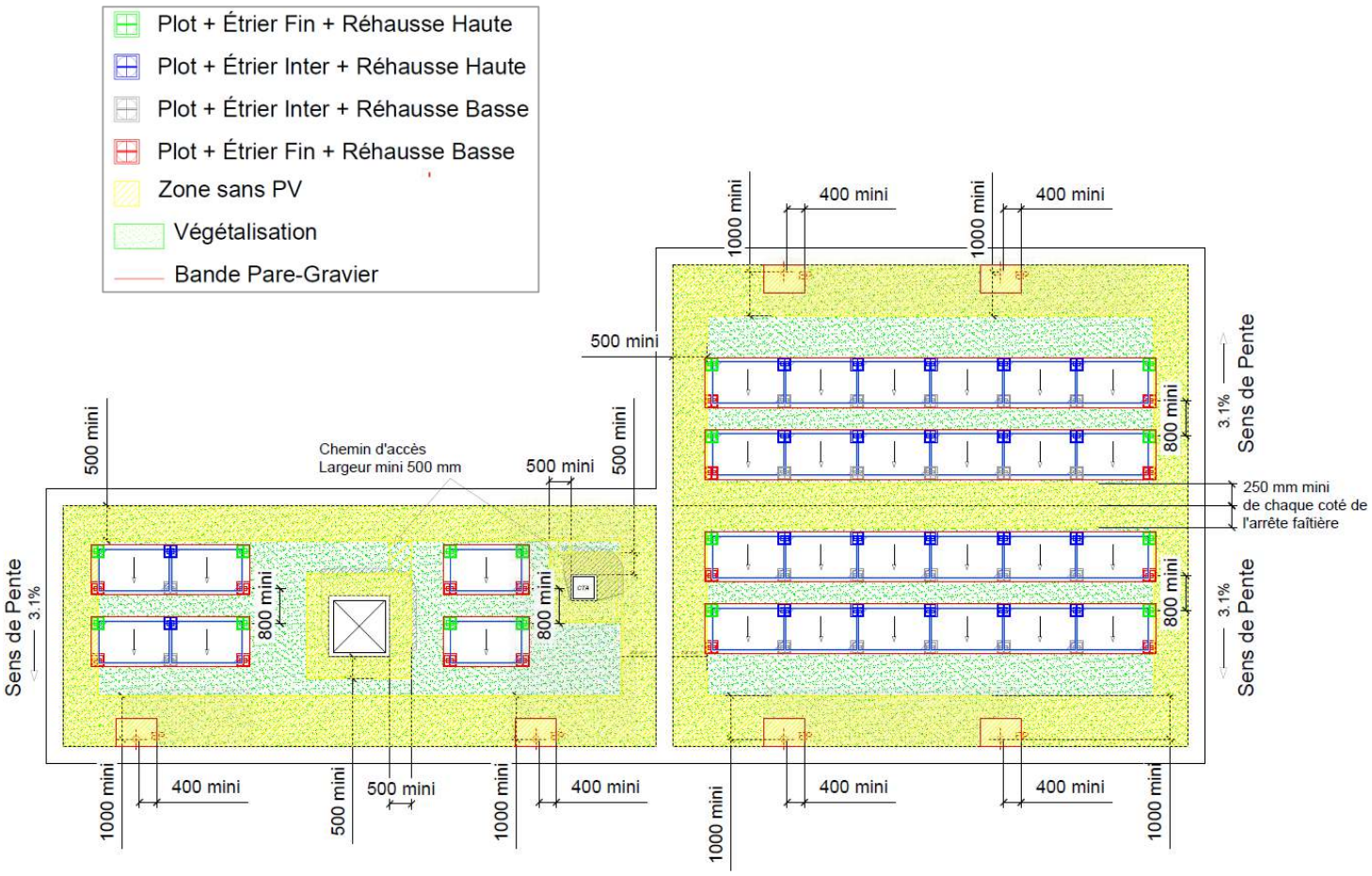


Figure 38 : Exemple de calepinage et préparation de la toiture avec modules photovoltaïques en mode paysage "SUD"

10.5 Prescriptions relatives aux éléments porteurs

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 (norme NF P 84-208-1) en travaux de réfection, et selon les DTU de la série 43 en travaux neufs, notamment en prenant bien en compte les charges rapportées permanentes.

- La charge permanente d'exploitation supplémentaire amenée par le système de montage **SOPRASOLAR FIX EVO TILT CPP** et les modules photovoltaïques est de **16 daN/m²** en moyenne pour un module photovoltaïque cadré de masse 20 kg.
- Dans le cadre de la variante **SOPRA SOLAR NATURE**, la charge associée au système de végétalisation peut aller de 70 à 120 kg/m² et sera définie précisément par l'étude technique spécifique préalable, établie par le Département **SOPRANATURE**. Celle-ci tient compte des épaisseurs des différents constituants (y compris la végétation) et de leur masse volumique. La charge est exprimée en kg/m² à capacité maximale en eau (CME)*.
- Une charge forfaitaire de sécurité de 15 daN/m² devra être ajoutée pour le dimensionnement des éléments porteurs.
- Pour les tôles d'acier nervurées (TAN) la charge additionnelle moyenne de 20 daN/m² augmentée, le cas échéant, de la charge forfaitaire de sécurité de 15 daN/m² dans le cas de la combinaison avec la végétalisation **SOPRANATURE**, rapportée sur l'étanchéité sera intégrée dans les charges permanentes pour la détermination de leur portée admissible selon le DTU 43.

Dans tous les cas, **une étude spécifique réalisée par le fournisseur de l'élément porteur sera nécessaire** pour le bon dimensionnement aux sollicitations ramenées par la variante **SOPRA SOLAR NATURE**.

10.6 Prescriptions relatives aux isolants

Pour chaque projet avec de la variante **SOPRA SOLAR NATURE**, la vérification de la compressibilité de l'isolant doit se faire par rapport aux charges du procédé photovoltaïque en fonction de la valeur donnée dans le DTA de l'isolant considéré ou aux valeurs transmises par le fabricant d'isolant.

Par ailleurs, dans le cas de la variante **SOPRA SOLAR NATURE**, les panneaux isolants doivent bénéficier d'un Document Technique d'Application (DTA) favorable pour l'emploi sous protection rapportée meuble ou végétalisée, sur l'élément porteur considéré.

10.7 Composition des revêtements d'étanchéité

Dans le cas de la variante **SOPRA SOLAR NATURE**, le revêtement apparent doit impérativement être la membrane **SOPRALENE FLAM JARDIN CAP** traitée anti-racine.

Le choix du type de revêtement d'étanchéité est opéré dans les tableaux chapitre 15.2 en fonction de la destination, de la nature de son support direct et peut être mis en œuvre :

- fixé mécaniquement : le choix du type de revêtement est opéré dans le Tableau 18.
- en adhérence : le choix du type de revêtement est opéré dans le Tableau 19.
- en semi-indépendance par auto-adhésivité : le choix du type de revêtement est opéré dans le Tableau 20.

10.8 Prescription de mise en œuvre des plots

Dans le cas de la variante **SOPRA SOLAR NATURE**, il est indispensable de dévisser les plots **SOPRASOLAR FIX EVO** au maximum pour rehausser les modules photovoltaïques.

10.9 Prescriptions relatives au procédé SOPRANATURE dans le cas de la variante SOPRA SOLAR NATURE

10.9.1 Description

Le procédé de végétalisation **SOPRANATURE** peut être installé en terrasses partiellement végétalisées conformément aux conditions décrites dans le CPP **SOPRANATURE**. Les zones traitées en **SOPRANATURE** sont considérées comme inaccessibles* au sens strict des DTU correspondants de la série 43.

*La végétation ne peut recevoir qu'une circulation réservée à l'entretien. Les engins à lame sont proscrits pour ne pas abimer les modules photovoltaïques. La zone végétalisée peut côtoyer ou intégrer des zones non végétalisées.

Pour chaque projet, le Département **SOPRANATURE** doit réaliser une étude technique préalable qui définit les composants du système de végétalisation ainsi que leurs épaisseurs. Les zones traitées avec le procédé de végétalisation **SOPRANATURE** sont conformes au plan de calepinage **SOPRASOLAR** (Figure 35 à Figure 39).

Les zones sous les modules photovoltaïques, délimitées par les dispositifs de séparation métalliques, ne sont pas traitées avec le procédé de végétalisation **SOPRANATURE.** Elles sont mentionnées dans ce document comme des zones non végétalisées.

Le revêtement d'étanchéité bicouche mis en œuvre dans le cas de la variante **SOPRA SOLAR NATURE** est le revêtement SOPRALENE JARDIN (sous DTA) avec 2ème couche en SOPRALENE FLAM JARDIN CAP de **SOPREMA**.

10.9.2 Systèmes SOPRANATURE autorisés pour la variante SOPRA SOLAR NATURE

Les systèmes de végétalisation extensifs **TOUNDRA** à dominante Sedum, mousses, vivaces sont considérés comme adaptés pour une mise en place en périphérie immédiate de la variante **SOPRA SOLAR NATURE** en raison de leur faible développement en hauteur et d'un entretien réduit. La hauteur des plantes peut varier de 2 à 20 cm.

Les systèmes **SOPRANATURE** autorisés pour la variante **SOPRA SOLAR NATURE** sont indiqués dans le Tableau 8.

Tableau 8 : Tableau récapitulatif des systèmes SOPRANATURE autorisés pour la variante SOPRA SOLAR NATURE

<table>
<tr><td>Aspect</td><td colspan="3">TOUNDRA
Couvert végétal tapissant exclusivement composé de Mousses et Sedum
Les épaisseurs constitutives des complexes proposés ci-dessous sont détaillées dans l'étude SOPRANATURE</td></tr>
<tr><td>Illustration</td><td> </td><td> </td><td>
©Studio VU</td></tr>
<tr><td>Végétation</td><td rowspan="4">Solution « tout en un » constitué d'un ensemble couche de drainage-filtre-substrat de culture et végétation dans une caissette pré cultivée.</td><td>Rouleau pré cultivé
TOUNDRA</td><td>Semis et/ou plantation
TOUNDRA</td></tr>
<tr><td>Substrat</td><td>SOPRAFLOR X</td><td>SOPRAFLOR X</td></tr>
<tr><td>Filtre</td><td>SOPRAFILTRE (1)</td><td>SOPRAFILTRE (1)</td></tr>
<tr><td>Couche drainante</td><td>A rétention d'eau :
SOPRALITHE ou
SOPRADRAIN DUO
Sans rétention d'eau :
SOPRADRAIN</td><td>A rétention d'eau :
SOPRALITHE ou
SOPRADRAIN DUO
Sans rétention d'eau :
SOPRADRAIN</td></tr>
<tr><td>Dimensions (2)</td><td>600 x 300 mm</td><td>Largeur rouleaux pré cultivés
TOUNDRA et SOPRADRAIN (DUO) = 1000 mm
SOPRAFLOR X et SOPRALITHE en vrac</td><td>SOPRAFLOR X et SOPRALITHE en vrac</td></tr>
<tr><td>Hauteur maximale admise pour le complexe SOPRANATURE (3)</td><td colspan="3">Avec modules en portrait : 90 mm de l'étanchéité au niveau fini du substrat
Avec modules en paysage : 120 mm de l'étanchéité au niveau fini du substrat</td></tr>
<tr><td colspan="4">(1) La présence de filtre n'est pas requise dans le cas de SOPRALITHE en couche de drainage
(2) Les dimensions des composants du système SOPRANATURE doivent être prises en compte dans le calepinage de la toiture pour optimiser la mise en œuvre et réduire les chutes.
(3) Hors hauteur des végétaux.</td></tr>
</table>

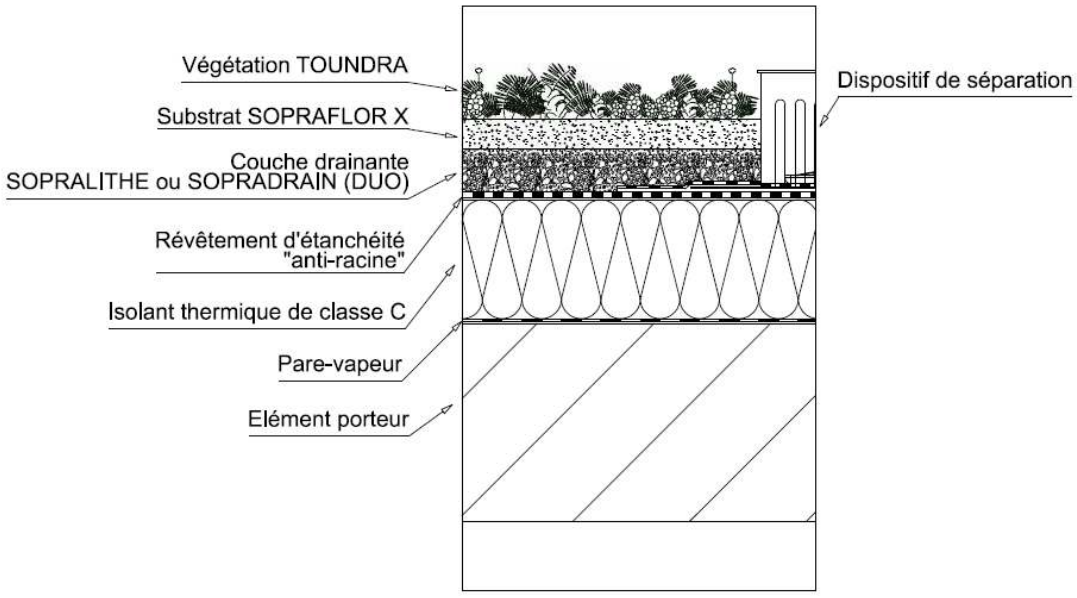


Figure 39 : Exemple de vue coupe du procédé SOPRANATURE mis en œuvre pour la variante SOPRA SOLAR NATURE

10.9.3 Dispositifs de séparation

La variante **SOPRA SOLAR NATURE** nécessite la mise en place d'une zone non végétalisée en dessous des rangées de modules photovoltaïques (cf. figures du chapitre 10.4). La périphérie de cette zone non végétalisée est équipée d'un dispositif de séparation (chapitre 10.9.3). Le talon du dispositif de séparation doit obligatoirement être posé du côté destiné à recevoir le procédé de végétalisation **SOPRANATURE** (voir Figure 39 au chapitre 10.9.1).

Des dispositifs de séparation permettent de délimiter les trois types de zones :

- Zone végétalisée avec le procédé **SOPRANATURE.**
- Zones non végétalisées (équipées de modules photovoltaïque).
- Zones stériles.

Le principe de mise en œuvre est présenté dans les figures du chapitre 10.4. Il est rappelé qu'une distance d'au moins 3 cm entre le dispositif de séparation et le cadre du module photovoltaïque doit être respectée.

Le matériau de séparation utilisé permet :

- De retenir la couche de culture ; il est stable et de hauteur telle que sa partie supérieure arrive au niveau de la surface de la couche de culture.
- Le passage de l'eau ; il est soit ajouré en pied (ouvertures représentant 50 % de la surface du dispositif, du haut en bas de celui-ci), soit posé sur la couche drainante.

Les pièces métalliques seront en zinc, inox, alu ou protégés par galvanisation à chaud de 60µm d'épaisseur minimum pour résister aux ambiances extérieures. Elles peuvent être maintenues en place sur l'étanchéité à l'aide de pattes en chape de bitume (cf. CPP SOPRANATURE).

Les dispositifs de séparation sont disponibles en différentes hauteurs : 90 mm, 120 mm ou 150 mm.

10.9.4 Chemins de câbles

Les chemins de câbles cheminant sur l'étanchéité devront se trouver dans une zone stérile ayant une largeur minimum de 30 cm. Là aussi un dispositif de séparation de type cornière métallique permettant le passage de l'eau sera installé pour délimiter les zones.

10.10 Relevés d'étanchéité

Ils seront conformes aux AT, DTA **SOPREMA** (chapitre 7.2.1) et CPP **SOPRANATURE** des systèmes de surface courante.

Constitutions des relevés d'étanchéité sur toiture équipée de la variante **SOPRA SOLAR NATURE** :

a) Avec zone stérile dont la largeur est conforme au CPP **SOPRANATURE** :
   - Soit **SOPRALENE FLAM JARDIN CAP** suivant DTA et/ou AT
   - Soit **FLASHING JARDIN** suivant CPP
   - Soit conformément au DTA SOPRALENE FLAM - ELASTOPHENE FLAM

b) Sans zone stérile :
   - Soit **SOPRALENE FLAM JARDIN CAP** suivant DTA et/ou AT
   - Soit **FLASHING JARDIN** suivant CPP

Hauteur des relevés sur toiture équipée de la variante **SOPRA SOLAR NATURE** :

a) Si la largeur de la zone stérile est conforme au CPP SOPRANATURE, la hauteur est donnée par les NF-DTU, AT ou CPP suivant le type de protection choisi.

b) Si elle est supprimée, la hauteur des relevés au-dessus de la protection ou de la couche de culture est :
   - 15 cm minimum
   - 5 cm si l'étanchéité revêt l'acrotère 50 l'arête extérieure, sur éléments porteurs en béton

11 Matériaux

11.1 Feuilles d'étanchéité en partie courante

Pour les compositions, présentations et caractéristiques des feuilles, se référer aux Avis Techniques, Documents Techniques d'Application et Cahiers de Prescription de Pose **SOPREMA** visés au chapitre 7.2.1 du présent Cahier de Prescriptions de Pose **SOPRASOLAR FIX EVO TILT CPP** ou aux éléments ci-après pour la feuille d'étanchéité **SOPRASTICK SI4** :

Tableau 9 : Composition et caractéristiques de la feuille d'étanchéité SOPRASTICK SI4

Composition SOPRASTICK SI4	
Armature	Composite polyester / verre - 180 g/m²
Liant Bitume élastomère ETF 2	2300 g/m² environ
Masse surfacique	3,6 kg/m² environ
Face supérieure	Film thermofusible
Face inférieure	Bandes auto-adhésives semi-continues protection par film siliconé détachable Pourcentage d'adhésivité ≥ 50%
Galon de recouvrement	Largeur minimale 60mm autoadhésif
Epaisseur	2,5 mm minimum (hors autoadhésif)
Dimensions des rouleaux	7 m x 1 m
Masse des rouleaux	25 kg environ
Caractéristiques (VLF*) SOPRASTICK SI4	
Force maximale à rupture en traction (EN 12311-1) - Longitudinale - Transversale	 550 N / 5 cm 400 N / 5 cm
Allongement à la rupture (EN 12311-1) - Longitudinal - Transversal	 30 % 30 %
Température limite de souplesse à froid (EN 1109) : - Etat neuf - Etat vieilli (6 mois à 70°C) (guide UEAtc de décembre 2001)	 Pas de fissure à -16 °C Pas de fissure à -1°C
Tenue à la chaleur (EN 1110) : - Etat neuf - Etat vieilli (6 mois à 70°C) (guide UEAtc de décembre 2001)	 + 100 °C + 90 °C
Stabilité dimensionnelle (retrait libre) (EN 1107-1)	0,4 %
Résistance au poinçonnement statique du système (NF P 84-352 et FIT) avec feuille de 2° couche apparente ELASTOPHENE FLAM 25 ART3 : classe L	L4 (≥25 kg)
Résistance au poinçonnement dynamique du système (NF P 84-352 et FIT) avec feuille de 2° couche apparente ELASTOPHENE FLAM 25 ART3 : classe D	D3 (≥20 J)
Résistance au poinçonnement statique (EN 12730 :2001) méthode A	20 kg
Résistance à la déchirure au clou (EN 12310-1) :	200 N
* Valeur Limite du Fabricant : valeur susceptible d'être fournie dans le cadre du système qualité	

La feuille **ELASTOPHENE FLAM 25 ART3** est définie dans le Document Technique d'Application du **SOPRAFIX BICOUCHE** de **SOPREMA.**

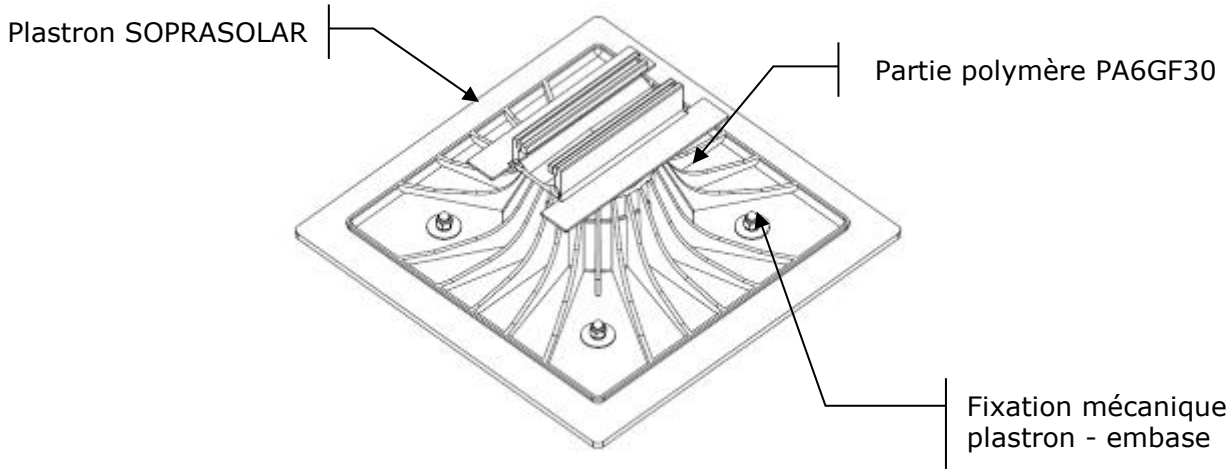
Pour la feuille d'étanchéité **SOPRAFIX HP R**, se référer aux éléments du Tableau 10.

Tableau 10: Composition et caractéristiques de la feuille SOPRAFIX HP R

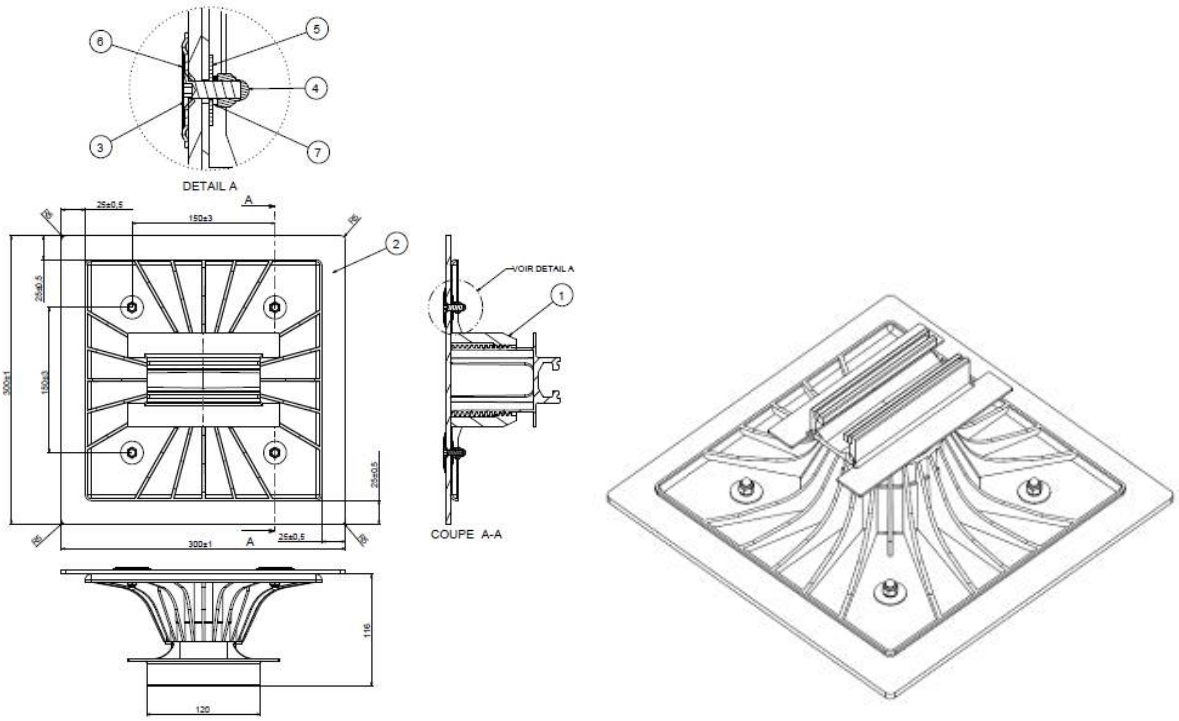
Composition SOPRAFIX HP R	
Armature	Composite polyester / verre - 180 g/m²
Face supérieure	Film thermofusible
Face inférieure	Sable fin
Galon de recouvrement	Largeur minimale 100 mm
Epaisseur	2,6 mm minimum
Dimensions des rouleaux	7 m x 1 m
Masse des rouleaux	25 kg environ
Caractéristiques (VLF*) SOPRAFIX HP R	
Force maximale à rupture en traction (*EN 12311-1*) : - Longitudinale - Transversale	 550 N / 5 cm 400 N / 5 cm
Allongement à la rupture (*EN 12311-1*) : - Longitudinal - Transversal	 30 % 30 %
Température limite de souplesse à froid (*EN 1109*) : - Etat neuf - Etat vieilli (6 mois à 70°C) (*guide UEAtc de décembre 2001*)	 Pas de fissure à -16 °C Pas de fissure à -1°C
Tenue à la chaleur (*EN 1110*) : - Etat neuf - Etat vieilli (6 mois à 70°C) (*guide UEAtc de décembre 2001*)	 + 100 °C + 90 °C
Stabilité dimensionnelle (retrait libre) (*EN 1107-1*)	0,4 %
Résistance au poinçonnement statique et dynamique (*NF P 84-352 & NF P 84-353*)	I5 avec SOPRASOLAR CAP I5 avec ELASTOPHENE FLAM 25 AR T3
Résistance au poinçonnement statique (*EN 12730 :2001*) méthode A	20 kg
Résistance à la déchirure au clou (*EN 12310-1*) :	≥200 N

11.2 Le plot SOPRASOLAR FIX EVO

Les plots **SOPRASOLAR FIX EVO** permettent de liaisonner les modules photovoltaïques au revêtement d'étanchéité. Réglables avec un débattement permettant d'obtenir une hauteur finale variant de 120 à 160 mm, ils sont préassemblés en usine et composés des éléments suivants :



SOPRASOLAR est le fournisseur exclusif du plot breveté SOPRASOLAR FIX EVO. Ce dernier est livré sur chantier entièrement assemblé.



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

Figure 40 : Plot SOPRASOLAR FIX EVO

11.2.1 Plastron SOPRASOLAR

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 constituée d'une armature en polyester non-tissé de 250 g/m² et d'un mélange de bitume polymère thermoplastique SEBS.

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 que ce dernier ait été préalablement préparé conformément au chapitre 7.3.2.

Tableau 11 : Composition et caractéristiques du PLASTRON SOPRASOLAR

PLASTRON SOPRASOLAR	
Composition	
Armature	Polyester non-tissé 250g/m²
Liant	Mélange de bitume et de polymères thermoplastiques SEBS
Dimensions	300±1 mm x 300±1 mm
Epaisseur 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
Pliabilité à froid à neuf (EN 1109)	Pas de fissure à -10°C
Tenue à la chaleur à neuf (EN 1110)	95°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 (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	

11.2.2 Partie réglable du plot SOPRASOLAR FIX EVO

La partie réglable du plot **SOPRASOLAR FIX EVO** est mise en forme par procédé d'injection plastique de granulés de Polyamide 6 chargé 30% fibre de verre.

Tableau 12 : Caractéristiques de la partie réglable du plot SOPRASOLAR FIX EVO

Caractéristiques	Norme	Unités	Valeurs
Densité	ISO 1183	g/cm^3	1,35
Absorption d'eau	ISO 15512	%	0,1
Contrainte à la rupture	ISO 527-2/1A	MPa	160
Allongement à la rupture	ISO 527-2/1A	%	2,7
Module de flexion	ISO 178	MPa	8750

EMBASE (POLYAMIDE 6 CHARGE A 30% FIBRE DE VERRE)

Liaisonnée au plastron par des vis M6 × 20 TX30 en acier inox A2, des rondelles de diamètre extérieur 24 mm en acier inox A2, des rondelles GROWER M6 en inox A2, des rondelles 40 × 6 × 1,2 en acier galvanisé et d'écrous borgnes frein M6 en acier inox A2, cette partie permet de liaisonner la tête du plot et le **plastron SOPRASOLAR** tout en permettant d'ajuster un réglage en hauteur du plot de 40 mm. De 250 mm de côté, de hauteur 46 mm et d'épaisseur 2,5 mm, elle comporte 4 orifices de Ø 8 mm pour la fixation au **plastron SOPRASOLAR**. La liaison entre la partie horizontale et la partie verticale est renforcée par 20 nervures principales et 4 nervures intermédiaires.

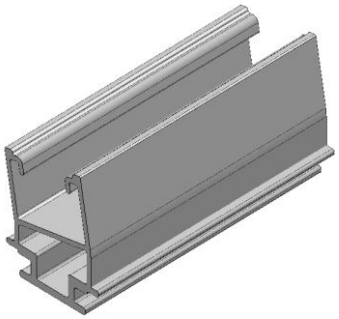
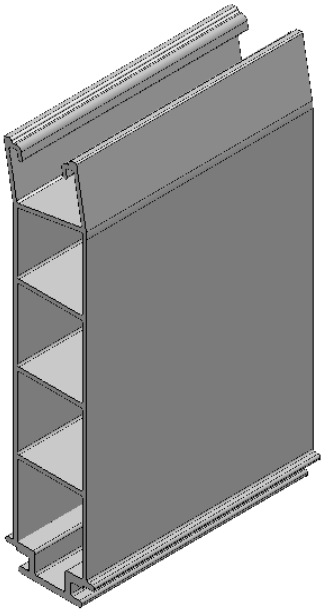
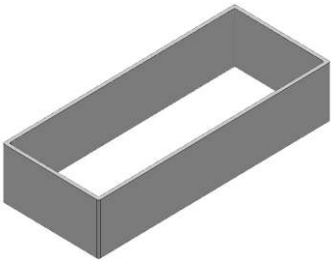
TETE (POLYAMIDE 6 CHARGE A 30% FIBRE DE VERRE)

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 46mm pouvant accueillir les fixations de maintien du module photovoltaïque et présente 2 ailettes latérales pour fixer les câbles électriques, cette partie est vissée dans l'embase afin de régler la hauteur totale du plot. Une butée de fin de course permet de ne pas désolidariser la tête de l'embase lors du dévissage sur chantier.

11.2.3 REHAUSSE 45 – REHAUSSE 200 – BLOQUEUR DE REHAUSSE

REHAUSSE 45, REHAUSSE 200 et **BLOQUEUR DE REHAUSSE** sont mis en forme par procédé de filage d'aluminium à travers une filière à l'aide de presse d'extrusion. Selon les cas définis au Tableau 17 au chapitre 15.1, les rehausses peuvent subir un traitement de surface par anodisation d'épaisseur 20µm.

Ces pièces sont mises en œuvre par coulissement 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 ou paysage (voir chapitre 7.4 et 7.5) avec une inclinaison par rapport au plan de la toiture (10 degrés au maximum).

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 mm²	Environ 1335 mm²	Environ 591 mm²
Longueur	120 mm	120 mm	25 mm
Masse unitaire	0,17 kg	0,43 kg	0,04 kg
Visuel			

11.3 Fixations des modules photovoltaïques : les étriers

Ces pièces permettent de fixer les modules photovoltaïques aux plots du procédé **SOPRASOLAR FIX EVO TILT CPP**.
Il y a deux familles d'étriers :

- La première famille nécessite deux références (en fonction de leurs positions sur l'installation intermédiaire (= entre deux modules) ou finale (=fin de rangée))
- La deuxième famille n'utilise qu'une seule référence (universelle quel que soit la position sur l'installation)

11.3.1 Première famille : les étriers intermédiaires

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, en aluminium 6063 T6, ils sont d'épaisseur 2 mm et comportent un perçage de diamètre 8 mm sur leur fond. La profondeur d'attache de l'étrier sur le cadre du module photovoltaïque est de 8 mm.

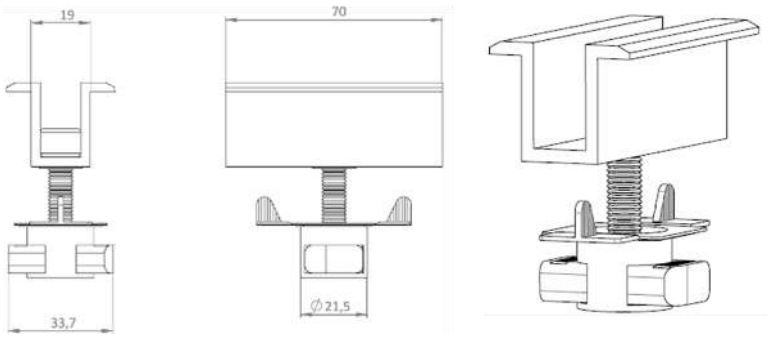


Figure 41 : Etriers intermédiaires

Chaque étrier est fourni préassemblé avec une vis CHC M8 × XX en acier inox A2 associée à un écrou prisonnier en acier inox A2 et une rondelle crantée en Inox A2. Il est possible d'avoir de l'Inox A4 en cas de mise en œuvre en atmosphère saline.

La résistance caractéristique à l'arrachement de la vis M8 x XX en acier inox A2 dans l'étrier intermédiaire et l'écrou prisonnier est supérieure à 530 daN. Il conviendra d'adapter les étriers et la longueur XX de la vis à la hauteur de cadre du module PV à mettre œuvre (voir Tableau 13).

11.3.2 Première famille : les étriers finaux

Ce type d'étrier est mis en œuvre en extrémité de rangées de modules photovoltaïques.

De section en forme de Z, en aluminium 6063 T6, ils sont d'épaisseur 2 mm et comportent un perçage de diamètre 8 mm sur leur fond. La profondeur d'attache de l'étrier sur le cadre du module photovoltaïque est de 8 mm.

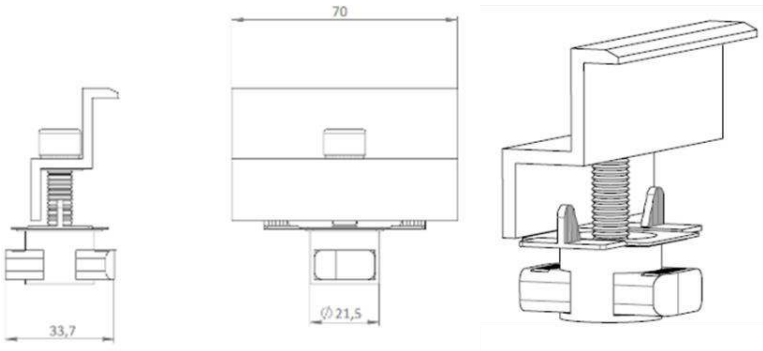


Figure 42 : Etrier final

Chaque étrier est fourni préassemblé avec une vis CHC M8 × XX en acier inox A2 associée à un écrou prisonnier en acier inox A2 et une rondelle crantée en Inox A2. Il est possible d'avoir de l'Inox A4 en cas de mise en œuvre en atmosphère saline.

La résistance caractéristique à l'arrachement de la vis M8 x XX en acier inox A2 dans l'étrier intermédiaire et l'écrou prisonnier est supérieure à 530 daN. Il conviendra d'adapter les étriers et la longueur XX de la vis à la hauteur de cadre du module PV à mettre œuvre (voir Tableau 13).

La référence d'étrier intermédiaire et final, ainsi que la longueur de la vis associée, sont à adapter selon la hauteur du cadre du module photovoltaïque comme mentionné dans le Tableau 13 ci-après.

Tableau 13 : Longueur de vis de l'étrier en fonction du module photovoltaïque

Hauteur du cadre du module photovoltaïque (mm)	Longueur de la vis (mm)
28 à 32	30
33 à 37	35
38 à 42	40
43 à 47	45

11.3.3 Deuxième famille – étrier universel

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. Il permet également d'être mis en œuvre en extrémité de rangée de module photovoltaïque.

Ils permettent de fixer des modules photovoltaïques ayant des cadres allant de 30 mm à 42 mm d'épaisseur. La profondeur d'attache de l'étrier sur le cadre du module photovoltaïque est de 8 mm.

La partie étrier ainsi que la pièce de serrage sont en aluminium 6106 T6, la vis est une CHC M8 × 50 en acier inox A2 (il est possible d'avoir de l'Inox A4 en cas de mise en œuvre en atmosphère saline).

La résistance caractéristique à l'arrachement de la vis M8 x 50 en inox A2 dans l'étrier universel et la pièce de serrage est supérieure à 530 daN.

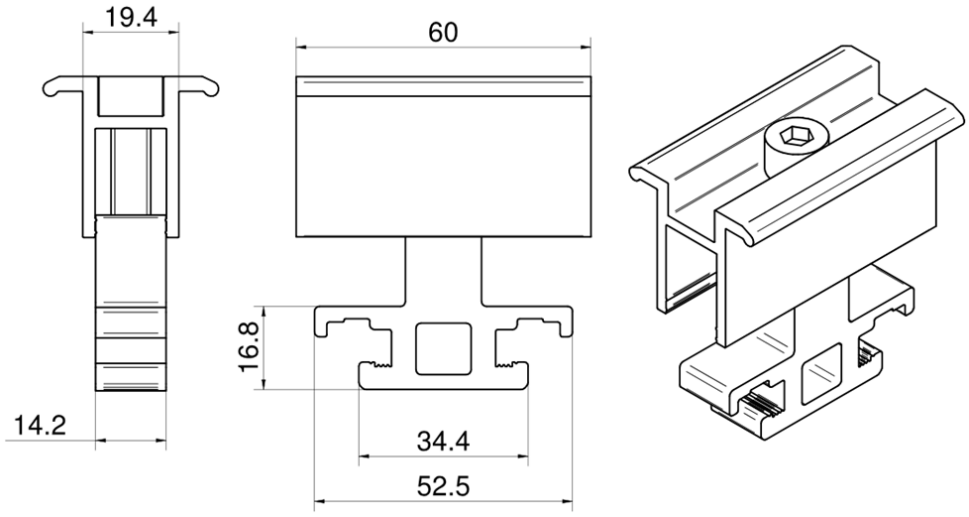


Figure 43 : Etrier universel

11.4 Les modules photovoltaïques

Tous les modules photovoltaïques mis en œuvre avec le système **SOPRASOLAR FIX EVO TILT CPP** doivent justifier de leur conformité aux normes suivantes :

- IEC 61646, IEC 61730 et comme étant de classe de sécurité électrique II pour les modules couches minces
- IEC 61215, IEC 61730 et comme étant de classe de sécurité électrique II pour les modules au silicium cristallin.

et être associés à une notice de mise en œuvre précisant notamment le type et le mode de fixation du module ainsi que la position des fixations sur le cadre du module photovoltaïque.

Les modules photovoltaïques seront fixés au minimum à l'aide de 4 étriers intermédiaires et/ou finaux dont la position sur le cadre des modules doit respecter les préconisations du présent Cahier de Prescriptions de Pose (chapitre 7.3.2, Figure 20 et Figure 21).

L'installation photovoltaïque devra faire l'objet d'un contrat de maintenance préventive (nettoyage) comportant au moins 2 visites annuelles (cf. chapitre 3.6.1).

Pour le procédé **SOPRASOLAR FIX EVO TILT CPP**, **SOPRASOLAR** peut fournir les modules validés dans le présent CPP. La mise en œuvre doit respecter les préconisations du chapitre 7.4 et les plages de fixations conformément à la Figure 44 et au Tableau 14.

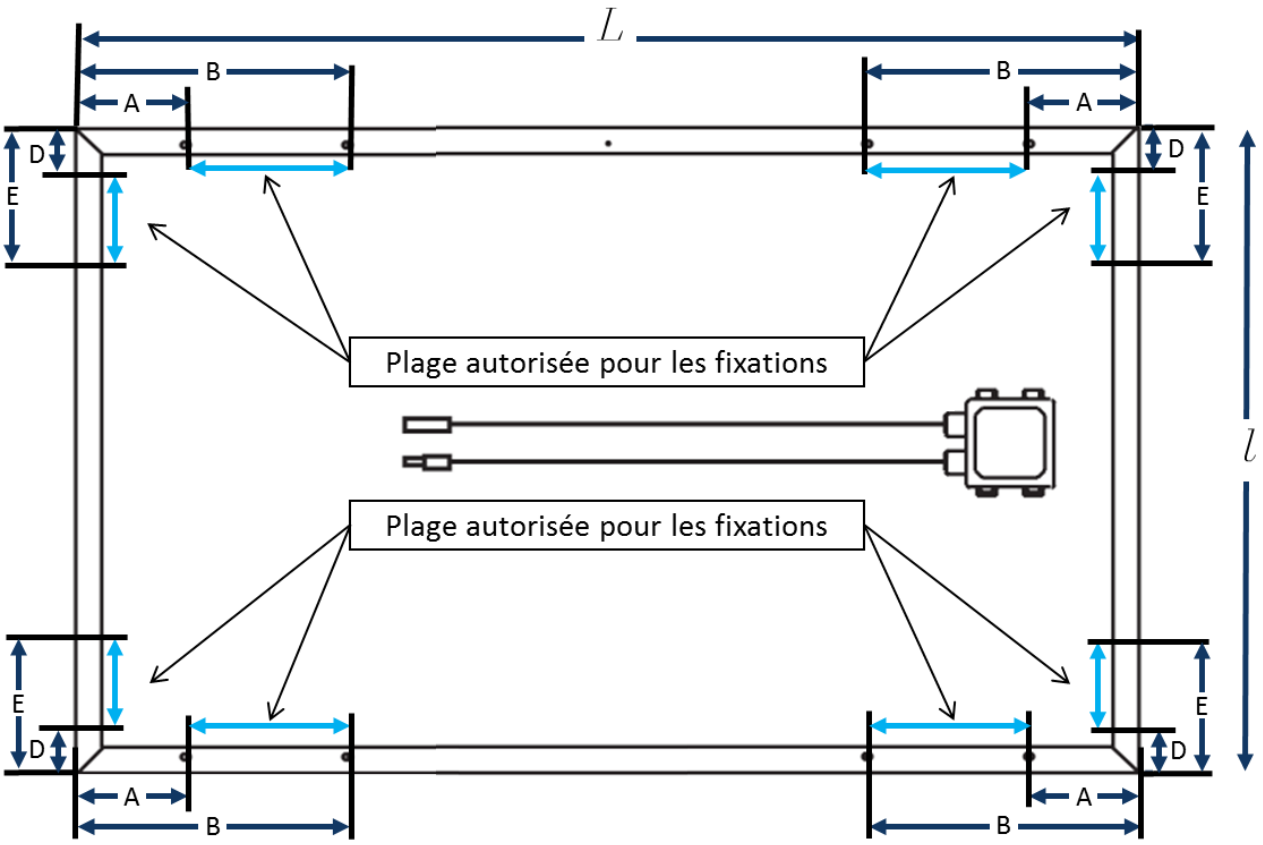


Figure 44 : Plages de fixation autorisés pour la mise œuvre des modules photovoltaïques

SOPRASOLAR se réserve la possibilité de qualifier d'autres modules photovoltaïques pour le procédé **SOPRASOLAR FIX EVO TILT CPP** sur la base des critères du présent document.

Tableau 14 : Spécifications des modules photovoltaïques et plages de fixation des étriers

							Mode portrait				Mode paysage			
Référence module	Longueur (mm)	Largeur (mm)	Hauteur (mm)	Surface (m^2)	Masse (kg)	Poids propre (daN/m^2)	a (mm)	b (mm)	Charge ascendantes* (Pa)	Charge descendantes* (Pa)	d (mm)	e (mm)	Charge ascendantes* (Pa)	Charge descendantes* (Pa)
RECxxxPE	1665	991	38	1.65	18.0	10.9	208	416	2400	5400	0	250	2400	2400
RECxxxTP	1665	991	38	1.65	18.0	10.9	208	416	2400	5400	0	250	2400	2400
RECxxxTP2 BLK2	1675	997	38	1.67	18.5	11.1	208	416	2400	5400	0	250	2400	2400
RECxxxTP2	1675	997	38	1.67	18.5	11.1	208	416	2400	5400	0	250	2400	2400
RECxxxTP2M	1675	997	38	1.67	18.5	11.1	208	416	2400	5400	0	250	2400	2400
RECxxxNP	1675	997	30	1.67	18.0	10.8	208	520	2400	5400	N.C.			
VOLTEC Tarka 60 VSPS-L-xxx	1660	998	42	1.66	18.0	10.9	250	500	2400	5400	0	250	2400	2400
VOLTEC Tarka 60 VSMS-J-xxx	1660	998	42	1.66	18.0	10.9	250	500	2400	5400	0	250	2400	2400
SPR-E20-327	1559	1046	46	1.63	18.6	11.4	150	380	2400	5400	50	350	2400	2400
SPR-X21-345-COM	1559	1046	46	1.63	18.6	11.4	150	380	2400	5400	50	350	2400	2400
SPR-X21-460-COM	2067	1046	46	2.16	25.4	11.7	408	880	2400	3600	N.C.			
SPR-X22-360-COM	1559	1046	46	1.63	18.6	11.4	150	380	2400	5400	50	350	2400	2400
SPR-E20-xxx-COM	2067	1046	46	2.16	25.4	11.7	408	880	3600	3600	N.C.			
SILLIA 60Pxxx-Plus	1660	990	40	1.64	18.0	11.0	332	415	2400	5400	N.C.			
QCELLS Q.PEAK-G4.1 xxx	1670	1000	32	1.67	18.5	11.1	250	450	2670	3600	0	250	1600	1600
PHOTOWATT PW2450F xxx	1685	993	40	1.67	20.0	12.0	340	440	2400	2400	N.C.			
PHOTOWATT PW2500F xxx	1685	993	40	1.67	20.0	12.0	340	440	2400	2400	N.C.			
DMEGC DMxxx-M156-60	1650	992	35	1.64	18.2	11.1	204	463	2400	2400	0	248	2400	2400
PEIMAR SMxxxM(FB)	1665	1002	40	1.67	18.6	11.1	170	420	2400	5400	35	285	2400	2400
PEIMAR SMxxxM(BF)	1665	1002	40	1.67	18.6	11.1	170	420	2400	5400	35	285	2400	2400
DUALSUN XXXM-60-0BBP	1650	991	35	1.64	18.5	11.3	240	500	2400	5400	0	250	2400	2400
DUALSUN XXXM-60-00	1658	996	35	1.65	19.5	11.8	240	500	2400	5400	0	250	2400	2400
DUALSUN XXXM-120-00	1690	1002	35	1.69	21.0	12.4	240	500	2400	5400	0	250	2400	2400
DUALSUN XXXM-60-3BBPN	1650	991	35	1.64	29.3	17.9	240	500	2400	5400	**	**	2400	2400
DUALSUN XXXM-60-3BBPI	1650	991	35	1.64	30.1	18.4	240	500	2400	5400	**	**	2400	2400

*Note : Les charges ascendantes et descendantes des modules sont données selon l'IEC 61215. Un coefficient de sécurité de 1,5 est ensuite appliqué à la valeur d'essai (design load).

** Position des étriers pour les modules DUALSUN hybride XXXM-60-3BBPN et XXXM-60-3BBPI : voir paragraphe 7.5.2.

11.5 Autres matériaux

11.5.1 Primaire ou enduits d'imprégnation

- **SOPRADERE** : mélange de base bitumineuse et de solvants volatils, avec incorporation d'additifs améliorant l'adhésivité. Extrait sec 40% - conforme aux normes - DTU série 43
- **ELASTOCOL 500** : mélange de base bitume élastomère et de solvants volatils, avec incorporation d'additifs améliorant l'adhésivité. Extrait sec 40 % - conforme aux normes - DTU de la série 43 ;
- **AQUADERE** : émulsion de bitume sans solvant. Extrait sec 42% - conforme aux normes - DTU série 43.

11.5.2 Bitume EAC

Bitume EAC sans bitume oxydé bénéficiant d'un Avis Technique validant son utilisation pour les revêtements d'étanchéité définis au chapitre 7.2.1ou **EAC NEO**.

11.5.3 Ecran de semi-indépendance (sur maçonnerie, béton cellulaire, ancienne étanchéité autoprotégée)

L'écran de semi-indépendance est **l'AERISOL FLAM** : composé d'un Voile de verre HR perforé, d'un film thermofusible sur les deux faces, de 1 mm d'épaisseur, et dont la perforation est définie par la norme NF P 84-204-1-2 (DTU 43.1).

11.5.4 Sous couche fixée (sur bois et panneaux dérivés du bois, ancienne étanchéité autoprotégée)

Il s'agit d'une feuille d'étanchéité **SOPRAFIX HP** de chez **SOPREMA** qui sera mise en œuvre conformément au Document Technique d'Application **SOPRAFIX BICOUCHE**.

11.5.5 Pare-Vapeurs

Le pare-vapeur est conforme aux spécifications des normes NF DTU de la série 43 et le choix du pare-vapeur ainsi que son principe de mise en œuvre se fait conformément au Document Technique d'Application, ou l'Avis Technique ou le Cahier de Prescription de Pose du procédé d'étanchéité (voir chapitre 7.2.1) mis en œuvre dans le cadre du procédé **SOPRASOLAR FIX EVO TILT CPP**.

11.5.6 Autres matériaux en feuilles

Il convient de se référer au Document Technique d'Application « **ELASTOPHENE FLAM – SOPRALENE FLAM** » de **SOPREMA** et l'Avis Technique « **SOPRAJOINT** » de **SOPREMA**.

12 Fabrication - contrôle en usine – assurance qualité

12.1 Le plastron SOPRASOLAR

Les feuilles bitumineuses sont produites par la société **SOPREMA** dans son usine de Strasbourg certifiée ISO 9001 et ISO 14001.

Les feuilles sous forme de rouleau sont ensuite découpées en bobinots et les bobinots en plastron de 300 mm x 300mm sur le site d'assemblage des plots chez le fournisseur validé par **SOPRASOLAR**.

La nomenclature des contrôles internes de fabrication est indiquée au tableau ci-dessous :

Tableau 15 : Nomenclature des contrôles internes de fabrication du plastron SOPRASOLAR

Type de contrôle	Fréquence
Sur matières premières	
Bitume de base :	
- pénétration à 25 °C	1 certificat / livraison
- mélange témoin	1 / semaine
Elastomère : granulométrie – GPC	1 certificat / livraison
Armatures :	
- traction	1 certificat / livraison
- poids	1 certificat / livraison
Sur bitume modifié	
TBA – image UV	1 / poste / machine
Sur produits finis	
Epaisseur – longueur – largeur – poids	Permanent
Tenue à la chaleur	1 / poste / machine
Pliage à froid	1 / machine
Retrait libre	1 / semaine
Caractéristiques mécaniques	1 / semaine
Vieillissement	2 / an (sur produits de type similaire)

12.2 Le système de montage

- 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** 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**,
  - 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 de chaque plot,
  - chaque carton de 20 plots **SOPRASOLAR FIX EVO** comporte une étiquette comportant la référence et la dénomination du plot ainsi que la date de conditionnement et le numéro d'équipe ayant fabriqué les plots. Les cartons sont livrés par palettes de 8 cartons au maximum

- Les **REHAUSSE 200**, **REHAUSSE 45** et **BLOQUEUR DE REHAUSSE** sont fabriqués par la société SAPA PROFILES ALBI certifiée ISO 9001-2008 exclusivement pour **SOPRASOLAR** par procédé de filage d'aluminium à travers une filière à l'aide de presse d'extrusion.

  Lors de la fabrication des contrôles matière première à réception, dimensionnels, mécanique (dureté) et visuels sont effectués conformément au plan d'assurance qualité de SAPA.

- 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 certifiée ISO 9001 : 2008 à Neukirchen.

  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 étriers universels sont fabriqués par la société STIB certifiée ISO 9001 à Neuville sur Ain.

  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.

12.3 Les feuilles bitumineuses (pare-vapeur et revêtement d'étanchéité)

Les revêtements d'étanchéité et les pare-vapeurs sont fabriqués par l'entreprise **SOPREMA** conformément aux descriptions des Avis Techniques, Documents Techniques d'Application et Cahiers de Prescription de Pose les concernant (voir chapitre 7.2.1).

- **Feuilles d'étanchéité SOPRASTICK SI4 et SOPRAFIX HP R**

La feuille est produite par la Société **SOPREMA SAS** dans ses usines sous système d'assurance de la qualité conforme à la norme ISO 9001 et un système de management environnement conforme à la norme ISO 14 001.

Le liant préparé en usine est maintenu à 200 °C et dirigé vers les machines d'enduction. Certaines armatures non-tissées et composites sont imprégnées en bitume oxydé, puis enduites entre deux cylindres de réglage d'épaisseur. La feuille est ensuite refroidie, puis enroulée à dimensions. Les contrôles effectués et leur fréquence sont réalisés selon la gamme suivante :

Tableau 16 : Nomenclature des contrôles effectués sur les feuilles SOPRASTICK S14 et SOPRAFIX HP R

Type de contrôle	Fréquence
Sur matières premières	
Bitume de base :	
- pénétration à 25 °C	1 certificat / livraison
- mélange témoin	1 / semaine
Elastomère : granulométrie – GPC	1 certificat / livraison
Armatures :	
- traction	1 certificat / livraison
- poids	1 certificat / livraison
Sur bitume modifié	
TBA – pénétration à 25°C – image UV	1 / poste / machine
Sur produits finis	
Défaut d'aspect	
Epaisseur – longueur – largeur – lisière – poids	
Rectitude	
Masse surfacique	Conforme à la NF EN 13707
Tenue à la chaleur	Guide UEAtc pour les vieillissements
Pliage à froid	
Retrait libre	
Caractéristiques mécaniques	
Vieillissement	
Déchirure au clou	

13 Résultats expérimentaux

- Note justificative du domaine d'emploi selon les règles NV65 modifiées 2009 & AL76 PROCEDE SOPRASOLAR FIX EVO TILT CPP Ind A
- Essais de résistance à l'arrachement de la soudure du plastron **SOPRASOLAR** sur le revêtement d'étanchéité SOPRALENE FLAM 180 AR, SOPRALENE FLAM 180 ALU et SOPRALENE FLAM JARDIN CAP 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 insitu à vitesse de traction contrôlée" réalisés par MECASEM (rapports n° OS/14/2230, OS/15/0895, 16-0341-OS-END, 16-0548-OS-END, 20-0663-OD-END-A, 20-0663-OD-END-B).
- Essais de résistance à neuf en traction et compression réalisés sur des plots du procédé **SOPRASOLAR FIX EVO TILT CPP** (plots **SOPRASOLAR FIX EVO** équipés de **REHAUSSE 45** ou **REHAUSSE 200** et **BLOQUEUR DE REHAUSSE**) soudés au revêtement SOPRALENE FLAM 180 AR par le CETIM-CERMAT (rapports d'essais PV_MAT0005063-1, PV_MAT0005063-3, MAT0000851-1/A, MAT000629 et MAT0000851-5, PV_MAT0005063-2 et PV_MAT0005063-4).
- Essais de résistance en traction et compression, après vieillissement thermique accéléré sur les plots du procédé **SOPRASOLAR FIX EVO TILT CPP** (plots **SOPRASOLAR FIX EVO** équipés de **REHAUSSE 45** ou **REHAUSSE 200** et **BLOQUEUR DE REHAUSSE**) soudés au revêtement SOPRALENE FLAM 180 AR réalisés par le CETIM-CERMAT (rapports PV_MAT0006291-3, PV_MAT0006291-2).
- Essais de résistance en traction, après vieillissement thermique et UV accéléré sur les plots **SOPRASOLAR FIX EVO**, par le CETIM-CERMAT (rapports PV_MAT0004239_2 et PV_MAT0006239_3).
- Le plot **SOPRASOLAR FIX EVO** a été testé en fatigue sous chargement ascendant répété par MECASEM (rapports d'essais n° 19-2375-OS-END).
- Essai de résistance en cisaillement, à neuf et après vieillissement, réalisé sur des plots du procédé **SOPRASOLAR FIX EVO TILT CPP** (plots **SOPRASOLAR FIX EVO** équipés de **REHAUSSE 45** ou **REHAUSSE 200** et **BLOQUEUR DE REHAUSSE**) soudés au revêtement SOPRALENE FLAM 180 AR par le CETIM-CERMAT (rapports PV_ MAT0015519-2 et PV_MAT0007626-1, PV_MAT0007626-2 et PV_MAT0007626-3).
- Le procédé photovoltaïque **SOPRASOLAR FIX EVO TILT CPP** a été testé par le CEBTP selon la norme NF EN 12179 pour des essais de résistance à la pression / dépression du vent (rapports d'essais n° BEB1.G.4026-3, BEB1.J.4026-4, BEB1.D.4026-5).
- Caractérisation de la matière des plots du procédé **SOPRASOLAR FIX EVO TILT CPP** après vieillissement accéléré correspondant à 25 années d'utilisation dans le climat type méditerranéen par le CNEP (rapport essai CNEP) n°R2019-0373 AT SC D2019-0155.
- Essais de tenue au vent (caisson) du procédé **SOPRASOLAR FIX EVO TILT CPP** selon l'ETAG 006 (rapports CAR-19-186-1, CAR-19-186-2, CAR-19-186-6, CAR-19-186-7, CAR-15-166-03 et CAR-20-018-03)

14 Références

Le procédé **SOPRASOLAR FIX EVO TILT CPP** est mis en œuvre depuis Juin 2015 en France, au Canada et en Europe de l'Ouest. Cela représente environ 100 000 plots, 13,5 MWc de puissance, 140 000 m² de surface de toiture équipées avec ce procédé.

Par ailleurs les plots **SOPRASOLAR FIX EVO** sont mis en œuvre depuis 2013 dans le cadre du procédé **SOPRASOLAR FIX EVO** (sous ETN ALPES CONTROLES). Cela représente environ 700 000 plots **SOPRASOLAR FIX EVO** installés sur environ 980 000 m² de surface courante de toiture.

15 Tableaux et figures

15.1 Guide de choix des matériaux

Tableau 17 : Expositions atmosphériques autorisées pour le procédé SOPRASOLAR FIX EVO en fonction du module photovoltaïque

Référence produit	Atmosphères extérieures							
	Rurale non polluée	Industrielle ou urbaine		Marine (distance du littoral)				Spéciale
		Normale	Sévère	20 km à 10 km	10 km à 3 km	< à 3km*	Mixte	
Plot SOPRASOLAR FIX EVO	X	X	(1)	X	X	(1)	(1)	(1)
REHAUSSE 200 & 45 BLOQUEUR DE REHAUSSE	X	X	(3)	X	X	(3)	(3)	(1)
RECxxxPE	X	X	(2)	X	X	(2)	(2)	(2)
RECxxxTP	X	X	(2)	X	X	(2)	(2)	(2)
RECxxxTP2 BLK2	X	X	(2)	X	X	(2)	(2)	(2)
RECxxxTP2	X	X	(2)	X	X	(2)	(2)	(2)
RECxxxTP2M	X	X	(2)	X	X	(2)	(2)	(2)
RECxxxNP	X	X	(2)	X	X	(2)	(2)	(2)
VOLTEC TARKA 60 VSPS-L-	X	X	NA	NA	NA	NA	NA	NA
VOLTEC TARKA 60 VSMS-J-	X	X	NA	NA	NA	NA	NA	NA
SILLIA 60Pxxx-Plus	X	X	NA	X	X	(2)	NA	NA
SPR-E20-327-COM	X	X	(2)	X	X	(2)	(2)	(2)
SPR-X21-345-COM	X	X	(2)	X	X	(2)	(2)	(2)
SPR-X22-360-COM	X	X	(2)	X	X	(2)	(2)	(2)
SPR-E20-435-COM	X	X	(2)	X	X	(2)	(2)	(2)
SPR-X21-460-COM	X	X	(2)	X	X	(2)	(2)	(2)
PHOTOWATT PW2450F	X	X	NA	X	(2)	(2)	NA	NA
PHOTOWATT PW2500F	X	X	NA	X	(2)	(2)	NA	NA
QCELLS Q.PEAK-G4.1	X	X	NA	X	(2)	(2)	NA	NA
DMEGC DMxxx-M156-60	X	X	NA	X	(2)	(2)	NA	NA
PEIMAR SMxxxM(FB)	X	X	NA	NA	NA	NA	NA	NA
PERIMAR SMxxxM(BF)	X	X	NA	NA	NA	NA	NA	NA
DUALSUN XXXM-60-0BBP	X	X	NA	X	X	(2)	NA	NA
DUALSUN XXXM-60-00	X	X	NA	X	X	(2)	NA	NA
DUALSUN XXXM-120-00	X	X	NA	X	X	(2)	NA	NA
DUALSUN XXXM-60-3BBPN	X	X	NA	NA	NA	NA	NA	NA
DUALSUN XXXM-60-3BBPI	X	X	NA	NA	NA	NA	NA	NA

Les atmosphères extérieures sont définies dans l'annexe A à la norme NF P24-351 et dans le cahier 3194 du CSTB
X : cas d'emploi autorisé
NA : cas d'emploi Non Autorisé
* : à l'exclusion du front de mer
(1) : sur étude spécifique et soumis à accord de **SOPRASOLAR**
(2) : sur étude spécifique et soumis à accord **et garanties du fabricant du module photovoltaïque**
(3) : avec traitement de surface par anodisation 20µm

15.2 Revêtement d'étanchéité en partie courante

Tableau 18 : Exemple de revêtement bicouche apparent fixé mécaniquement

Elément porteur (1)	Support direct du revêtement	**Revêtement** **Fixé mécaniquement autoprotégé apparent (2)** **Bicouche (1)** **Type F (3) =** SOPRAFIX HP (2) + SOPRALENE FLAM 180 AR / AR Fe / ALU*/ ALU BLANC* ou SOPRASOLAR CAP ou SOPRALENE FLAM JARDIN CAP ou SOPRALENE FLAM UNILAY AR + PLOT SOPRASOLAR FIX EVO
Maçonnerie Béton cellulaire autoclavé Bois Panneaux à base de bois	Maçonnerie (cf. DTA Soprafix bicouche §3.2 pour exclusions)	**F**
	Béton cellulaire autoclavé	**F**
	Bois et panneaux à base de bois	**F**
	Perlite expansée fibrée (5)	**F**
	Laine minérale classe C (5)	**F** sauf sur béton cellulaire
	Polyuréthane (5)	**F**
	Polyisocyanurate (5)	**F**
	Polystyrène expansé (5)	**F (4)**
	Anciens revêtements sans isolant ou avec isolant existant conforme au §6.2	**(7)**
	Asphalte	**F**
	Bitumineux semi-indépendant ou adhérent autoprotégé métal / minéral	**F**
	Enduit pâteux, ciment volcanique	Ecran Alu/VV **VAPOBAC + F**
	Membrane synthétique (6)	Ecran Alu/VV **VAPOBAC + F**
	Anciens revêtements avec isolant existant non conforme au §6.2	**(7)**
	Asphalte ou bitumineux	**(8) + E**
	Membrane synthétique (6)	Ecran Alu/VV **VAPOBAC + F**
Tôles d'acier nervurées	Perlite expansée fibrée (5)	**F**
	Laine minérale classe C (5)	**F**
	Polyisocyanurate (5)	**F**
	Polystyrène expansé (5)	**ELASTOPHENE 25 AR + F**
	Anciens revêtements avec isolant existant conforme au §6.2	**(7)**
	Asphalte	**F**
	Bitumineux semi-indépendant ou adhérent autoprotégé métal / minéral	**F**
	Membrane synthétique (6)	Ecran Alu/VV **VAPOBAC + F**
	Anciens revêtements avec isolant existant non conforme au §6.2	**(7)**
	Asphalte ou bitumineux	**(8) + F**
	Membrane synthétique	Ecran Alu/VV **VAPOBAC + F**

(1) Les pentes admissibles sont celles admises par l'élément porteur considéré, limitées à 10% en raison de la mise en œuvre des plots du procédé SOPRASOLAR FIX EVO TILT CPP en adhérence sur le revêtement. Pente nulle autorisée sur support maçonnerie et béton cellulaire autoclavé. Pente conforme aux DTU 43.3 et 43.4 pour les autres supports. Cf. chapitre 4.2 Tableau 3 et 6.1
(2) Avec ou sans ligne de fixation complémentaire en milieux de lés selon note de calcul réalisée par SOPRASOLAR. Se référer au DTA SOPRAFIX BICOUCHE pour le calcul des densités et espacement entre les fixations et au chapitre 7.1. Si la note de calcul réalisée par SOPRASOLAR impose la mise en œuvre d'une ligne de fixation complémentaire en milieu de lé, cela impose également l'ajout d'une pièce d'étanchéité de 0,15 m x 0,15 m ou une bande de 0,15 m de largeur en SOPRAFIX HP soudé.
(3) Le complexe de Type F peut être remplacé par le complexe SOPRAFIX HP R + ELASTOPHENE FLAM 25 AR T3 (classement FIT équivalent).
(4) Dans ce cas la membrane SOPRAFIX HP est remplacée par la membrane SOPRAFIX STICK (cf. DTA SOPRAFIX BICOUCHE)
(5) Panneaux isolants admis compatibles sont définis aux chapitres 6.2 et 6.3. Se référer à l'AT ou DTA de l'isolant pour les limites de domaine d'emploi.
(6) Sauf dans le cas d'un pare-vapeur en polyéthylène sur béton et béton cellulaire autoclavé
(7) Critères de conservation et de préparation conforme à la norme NFP 84-208 (DTU 43.5) et au présent CPP chapitre 6.3
(8) Interposition d'un platelage conforme au chapitre 6.3 ou d'un isolant dito ci-dessus conforme au chapitre 6.2 sous réserve de validation de la mise en œuvre en travaux de réfection dans l'AT ou DTA correspondant
* Revêtement autoprotégé aluminium uniquement sur pente ≥3% et hors zone technique

Tableau 19 : Exemple de revêtement apparent adhérent monocouche et bicouche

Elément porteur (1)	Support direct du revêtement	Revêtement Adhérent autoprotégé apparent Monocouche (1)	Bicouche (1)	
		Type G = SOPRALENE FLAM 180-40 AR ou SOPRALENE FLAM UNILAY AR / AR Fe + PLOT SOPRASOLAR FIX EVO	**Type H =** ELASTOPHENE FLAM 25 + SOPRALENE FLAM 180 AR /AR Fe /ALU*/ ALU BLANC* ou SOPRALENE FLAM JARDIN CAP + PLOT SOPRASOLAR FIX EVO	**Type I =** SOPRASOLAR BASE + SOPRASOLAR CAP + PLOT SOPRASOLAR FIX EVO
Maçonnerie Béton cellulaire autoclavé Bois Panneaux à base de bois	Maçonnerie			
	Béton cellulaire autoclavé			
	Bois et panneaux à base de bois	**Pontage+EIF + G**	**Pontage+EIF + H**	**Pontage+EIF + I**
	Perlite expansée fibrée (2)	**G**	**H**	**I**
	Verre cellulaire (2)	**EAC refroidi + G**	**EAC refroidi + H**	**EAC refroidi + I**
	Laine minérale classe C mini (2)	**G**	**H**	**I**
	Anciens revêtements sans isolant ou avec isolant existant conforme au §6.2	**(4)**		
	Asphalte apparent	**EIF + G**	**EIF + H**	**EIF + I**
	Bitumineux semi-indépendant ou adhérent autoprotégé minéral (5)			
	Bitumineux semi-indépendant ou adhérent autoprotégé métal (5)	**Délardage + G**	**Délardage + H**	**Délardage + I**
	Bitumineux indépendant			
	Enduit pâteux, ciment volcanique			
	Membrane synthétique			
	Anciens revêtements avec isolant existant non conforme au §6.2	**(4)**		
	Asphalte apparent	**(3) + G**	**(3) + H**	**(3) + I**
	Bitumineux semi-indépendant ou adhérent autoprotégé minéral (5)	**(3) + G**	**(3) + H**	**(3) + I**
	Bitumineux semi-indépendant ou adhérent autoprotégé métal (5)	**(3) + G**	**(3) + H**	**(3) + I**
	Bitumineux indépendant			
	Membrane synthétique			
Tôles d'acier nervurées	Perlite expansée fibrée (2)	**G**	**H**	**I**
	Verre cellulaire (2)	**EAC refroidi + G**	**EAC refroidi + H**	**EAC refroidi + I**
	Laine minérale classe C mini (2)	**G**	**H**	**I**
	Anciens revêtements avec isolant existant conforme au §6.2	**(4)**		
	Asphalte apparent	**EIF + G**	**EIF + H**	**EIF + I**
	Bitumineux semi-indépendant ou adhérent autoprotégé minéral (5)	**(3) + G**	**(3) + H**	**(3) + I**
	Bitumineux semi-indépendant ou adhérent autoprotégé métal (5)	**Délardage + G**	**Délardage + H**	**Délardage + I**
	Bitumineux indépendant			
	Membrane synthétique			
	Anciens revêtements avec isolant existant non conforme au §6.2	**(4)**		
	Asphalte apparent	**(3) + G**	**(3) + H**	**(3) + I**
	Bitumineux semi-indépendant ou adhérent autoprotégé minéral (5)	**(3) + G**	**(3) + H**	**(3) + I**
	Bitumineux semi-indépendant ou adhérent autoprotégé métal (5)	**(3) + G**	**(3) + H**	**(3) + I**
	Bitumineux indépendant			
	Membrane synthétique			

(1) Les pentes admissibles sont celles admises par l'élément porteur considéré, limitées à 10% en raison de la mise en œuvre des plots du procédé SOPRASOLAR FIX EVO TILT CPP en adhérence sur le revêtement. Pente nulle autorisée dans le cas d'un revêtement bicouche et pente minimale de 1% dans le cas d'un revêtement monocouche sur support maçonnerie et béton cellulaire autoclavé. Pente conforme aux DTU 43.3 et 43.4 pour les autres supports. Cf chapitre 4.2 Tableau 3 et chapitre 6.1.
(2) Sur panneaux aptes à recevoir des revêtements soudés; à défaut panneaux courants surfacés par EAC avant soudage. Les panneaux isolants admis sont définis aux chapitres 6.2 et 6.3. Se référer à l'AT ou DTA de l'isolant pour les limites du domaine d'emploi.
(3) Interposition d'un platelage conforme au chapitre 6.3 ou d'un isolant dito ci-dessus conforme au chapitre 6.2 sous réserve de validation de la mise en œuvre en travaux de réfection dans l'AT ou DTA correspondant
(4) Critères de conservation et de préparation conforme à la norme NFP 84-208 (DTU 43.5) et au présent CPP chapitre 6.3
(5) SOPRASOLAR doit réaliser une note de calcul pour vérifier s'il y a besoin ou non d'ajouter une ligne de fixation complémentaire en milieu de lé du revêtement existant si ce dernier est fixé mécaniquement. Se reporter au DTA SOPRAFIX BICOUCHE pour l'espacement des fixations en fonction de sa résistance et au chapitre 7.1.
* Revêtement autoprotégé aluminium uniquement sur pente ≥3% et hors zone technique

Tableau 20 : Exemple de revêtement apparent semi-indépendant bicouche

Elément porteur (1)	Support direct du revêtement	Revêtement Semi indépendant autoprotégé apparent Bicouche (1) **Type A1 =** SOPRASTICK SI + SOPRALENE FLAM 180 AR / AR Fe / ALU*/ ALU BLANC ou SOPRASOLAR CAP ou SOPRALENE FLAM JARDIN CAP + PLOT SOPRASOLAR FIX EVO **Type A2 =** SOPRASTICK SI4 + ELASTOPHENE FLAM 25 AR T3 + PLOT SOPRASOLAR FIX EVO	**Type B =** AERISOL FLAM + ELASTOPHENE FLAM 25 + SOPRALENE FLAM 180 AR / AR Fe / ALU*/ ALU BLANC* ou SOPRASOLAR CAP ou SOPRALENE FLAM JARDIN CAP + PLOT SOPRASOLAR FIX EVO	**Type C =** AERISOL FLAM + SOPRASOLAR BASE + SOPRASOLAR CAP + PLOT SOPRASOLAR FIX EVO
Maçonnerie Béton cellulaire autoclavé Bois Panneaux à base de bois	Maçonnerie	**EIF + A1 ou A2**	**EIF + B**	**EIF + C**
	Béton cellulaire autoclavé	**EIF + A1 ou A2**	**EIF + B**	**EIF + C**
	Bois et panneaux à base de bois	**EIF + A1 ou A2**		
	Polyuréthane (2)	**A1 ou A2**		
	Polyisocyanurate (2)	**A1 ou A2**		
	Polystyrène expansé (2)	**A1 ou A2**		
	Anciens revêtements sans isolant ou avec isolant existant conforme au §6.2	**(4)**		
	Asphalte apparent	**EIF + A1 ou A2**	**EIF + B**	**EIF + C**
	Bitumineux semi-indépendant ou adhérent autoprotégé minéral (5)	**EIF + A1 ou A2**	**EIF + B**	**EIF + C**
	Bitumineux semi-indépendant ou adhérent autoprotégé métal (5)	**Délardage + A1 ou A2**	**Délardage + B**	**Délardage + C**
	Bitumineux indépendant			
	Enduit pâteux, ciment volcanique			
	Membrane synthétique			
Panneaux à base de bois	Anciens revêtements avec isolant existant non conforme au §6.2	**(4)**		
	Asphalte apparent	**(3) + A1 ou A2**		
	Bitumineux semi-indépendant ou adhérent autoprotégé minéral (5)	**(3) + A1 ou A2**		
	Bitumineux semi-indépendant ou adhérent autoprotégé métal (5)	**(3) + A1 ou A2**		
	Bitumineux indépendant			
	Membrane synthétique			
Tôles d'acier nervurées	Anciens revêtements avec isolant existant conforme au §6.2	**(4)**		
	Asphalte apparent			
	Bitumineux semi-indépendant ou adhérent autoprotégé minéral (5)	**EIF + A1 ou A2**	**EIF + B**	**EIF + C**
	Bitumineux semi-indépendant ou adhérent autoprotégé métal (5)	**Délardage + A1 ou A2**	**Délardage + B**	**Délardage + C**
	Bitumineux indépendant			
	Membrane synthétique			
	Anciens revêtements avec isolant existant non conforme au §6.2	**(4)**		
	Asphalte apparent	**(3) + A1 ou A2**		
	Bitumineux semi-indépendant ou adhérent autoprotégé minéral (5)	**(3) + A1 ou A2**		
	Bitumineux semi-indépendant ou adhérent autoprotégé métal (5)	**(3) + A1 ou A2**		
	Bitumineux indépendant			
	Membrane synthétique			

(1) Les pentes admissibles sont celles admises par l'élément porteur considéré, limitées à 10% en raison de la mise en œuvre des plots du procédé SOPRASOLAR FIX EVO TILT CPP en adhérence sur le revêtement. Pente nulle autorisée sur support maçonnerie et béton cellulaire autoclavé. Pente conforme aux DTU 43.3 et 43.4 pour les autres supports. Cf chapitre 4.2 Tableau 3et chapitre 6.1
(2) Les panneaux isolants admis sont définis aux chapitres 6.2 et 6.3. Se référer à l'AT de l'isolant pour les limites de domaine d'emploi.
(3) Interposition d'un platelage conforme au §6.3 ou d'un isolant dito ci-dessus conforme au chapitre 6.2 sous réserve de validation de la mise en œuvre en travaux de réfection dans l'AT ou DTA correspondant
(4) Critères de conservation et de préparation conforme à la norme NFP 84-208 (DTU 43.5) et au présent CPP chapitre 6.3.
(5) SOPRASOLAR doit réaliser une note de calcul pour vérifier s'il y a besoin ou non d'ajouter une ligne de fixation complémentaire en milieu de lé du revêtement existant si ce dernier est fixé mécaniquement. Se reporter au DTA SOPRAFIX BICOUCHE pour l'espacement des fixations en fonction de sa résistance et au chapitre 7.1.
* Revêtement autoprotégé aluminium uniquement sur pente ≥3% et hors zone technique

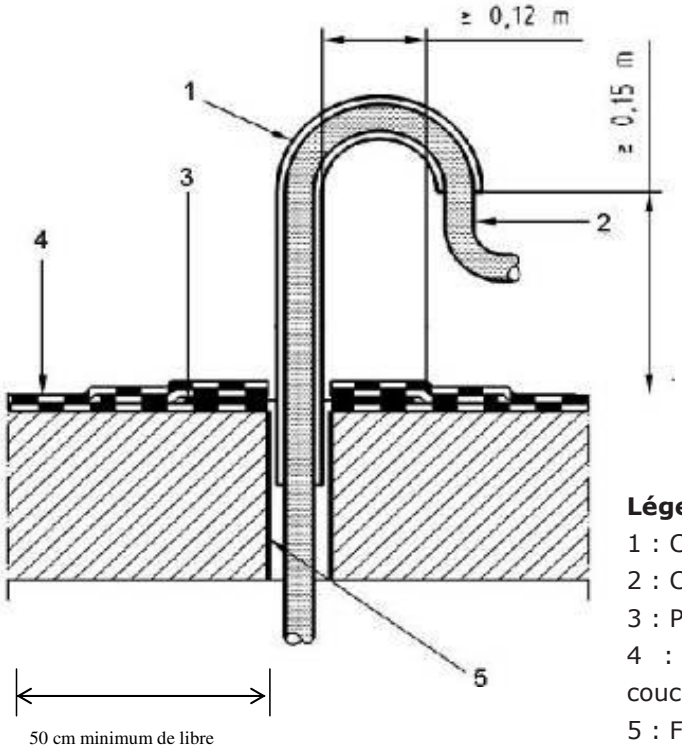
Tableau 21 : Exemple de revêtement apparent semi-indépendant monocouche

Elément porteur (1)	Support direct du revêtement	Revêtement	
		Semi indépendant autoprotégé apparent	**Fixé mécaniquement autoprotégé apparent (6)**
		Monocouche (1)	**Monocouche (1)**
		Type D (3) = AERISOL FLAM + SOPRALENE FLAM 180-40 AR ou SOPRALENE FLAM UNILAY AR / ARFe + PLOT SOPRASOLAR FIX EVO	**Type E (6) =** Sous couche fixée mécaniquement + SOPRALENE FLAM 180-40 AR ou SOPRALENE FLAM UNILAY AR / AR Fe + PLOT SOPRASOLAR FIX EVO
Maçonnerie Béton cellulaire autoclavé Bois Panneaux à base de bois	Maçonnerie (cf DTA Soprafix bicouche §3.2 pour exclusions)	**EIF + D**	**E**
	Béton cellulaire autoclavé	**EIF + D**	**E**
	Bois et panneaux à base de bois		**E**
	Perlite expansée fibrées (2)		**E**
	Laine minérale classe C (2)		**E** sauf sur béton cellulaire
	Polyuréthane (2)		**E**
	Polyisocyanurate (2)		**E**
	Polystyrène expansé (2)		
	Anciens revêtements sans isolant ou avec isolant existant conforme au §6.2	**(4)**	**(4)**
	Asphalte apparent	**EIF + D**	**E**
	Bitumineux semi-indépendant ou adhérent autoprotégé minéral (5)	**EIF + D**	**E**
	Bitumineux semi-indépendant ou adhérent autoprotégé métal (5)	**Délardage + D**	**E**
	Bitumineux indépendant		
	Enduit pâteux, ciment volcanique		Ecran Alu-VV **VAPOBAC + E**
	Membrane synthétique		Ecran Alu/VV **VAPOBAC + E**
	Anciens revêtements avec isolant existant non conforme au §6.2		**(4)**
	Asphalte apparent		**(7) + E**
	Bitumineux semi-indépendant ou adhérent autoprotégé minéral (5)		**(7) + E**
	Bitumineux semi-indépendant ou adhérent autoprotégé métal (5)		**(7) + E**
	Bitumineux indépendant		**(7) + E**
	Membrane synthétique		Ecran Alu/VV **VAPOBAC + F**
Tôles d'acier nervurées	Anciens revêtements avec isolant existant conforme au §6.2	**(4)**	**(4)**
	Asphalte apparent		**E**
	Bitumineux semi-indépendant ou adhérent autoprotégé minéral (5)	**EIF + D**	**E**
	Bitumineux semi-indépendant ou adhérent autoprotégé métal (5)	**Délardage + D**	**E**
	Bitumineux indépendant		
	Membrane synthétique		Ecran Alu-VV **VAPOBAC + E**
	Anciens revêtements avec isolant existant non conforme au §6.2	**(4)**	**(4)**
	Asphalte apparent		**(7) + E**
	Bitumineux semi-indépendant ou adhérent autoprotégé minéral (5)		**(7) + E**
	Bitumineux semi-indépendant ou adhérent autoprotégé métal (5)		**(7) + E**
	Bitumineux indépendant		**(7) + E**
	Membrane synthétique		Ecran Alu/VV **VAPOBAC + F**

(1) Les pentes admissibles sont celles admises par l'élément porteur considéré, limitées à 10% en raison de la mise en œuvre des plots du procédé SOPRASOLAR FIX EVO TILT CPP en adhérence sur le revêtement. Pente minimale de 1% sur support maçonnerie et béton cellulaire autoclavé et conforme aux DTU 43.3 et 43.4 pour les autres supports. Cf chapitre 4.2 Tableau 3 et chapitre 6.1.
(2) Les panneaux isolants admis sont définis aux chapitres 6.2 et 6.3. Se référer à l'AT ou DTA de l'isolant pour les limites de domaine d'emploi.
(3) Emploi limité à une dépression au vent extrême de 3927 Pa
(4) Critères de conservation et de préparation conforme à la norme NFP 84-208 (DTU 43.5) et au présent CPP chapitre 6.3
(5) SOPRASOLAR doit réaliser une note de calcul pour vérifier s'il y a besoin ou non d'ajouter une ligne de fixation complémentaire en milieu de lé du revêtement existant si ce dernier est fixé mécaniquement. Se reporter au DTA SOPRAFIX BICOUCHE pour l'espacement des fixations en fonction de sa résistance et au chapitre 7.1.
(6) Sous couche (type SOPRAFIX HP) posée bords à bords avec fixations complémentaires selon les préconisations de l'Avis Technique SOPRASOLAR (voir chapitre 7.2.1).
(7) Interposition d'un platelage conforme au chapitre 6.3 ou d'un isolant dito ci-dessus conforme au chapitre 6.2 sous réserve de validation de la mise en œuvre en travaux de réfection dans l'AT ou DTA correspondant

15.3 Traversée des câbles électriques : raccordement à l'étanchéité à l'aide d'une crosse

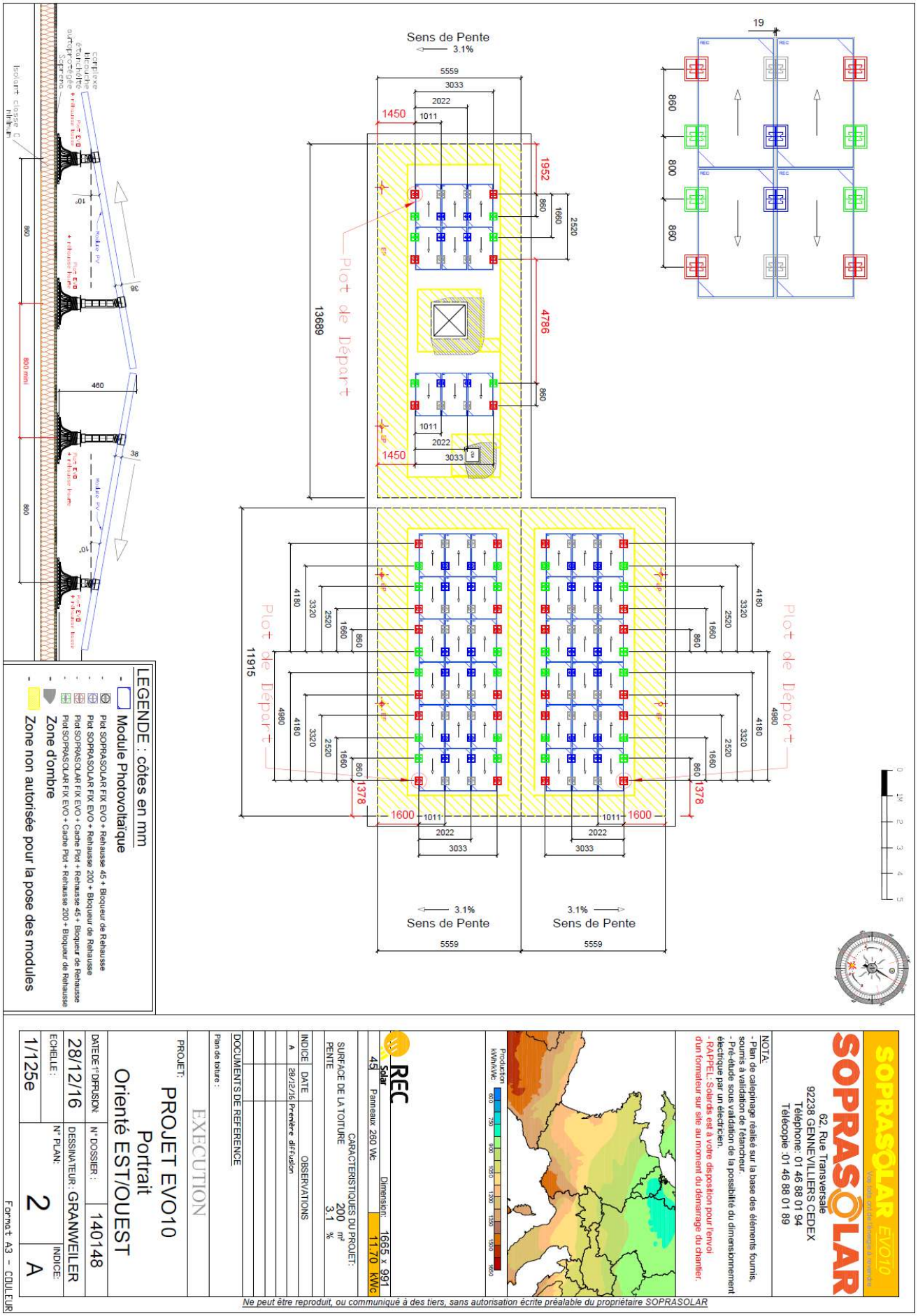
Les traversées de câbles vers l'intérieur du bâtiment doivent être réalisées avec des crosses conformes aux préconisations du DTU 43.1 de diamètre à choisir en fonction du diamètre et du nombre de câbles à acheminer vers l'intérieur du bâtiment. Les modules photovoltaïques et les plots du procédé **SOPRASOLAR FIX EVO TILT CPP** y compris les plastrons doivent être exclus d'une zone minimale de 50cm de rayon en périphérie de la crosse.



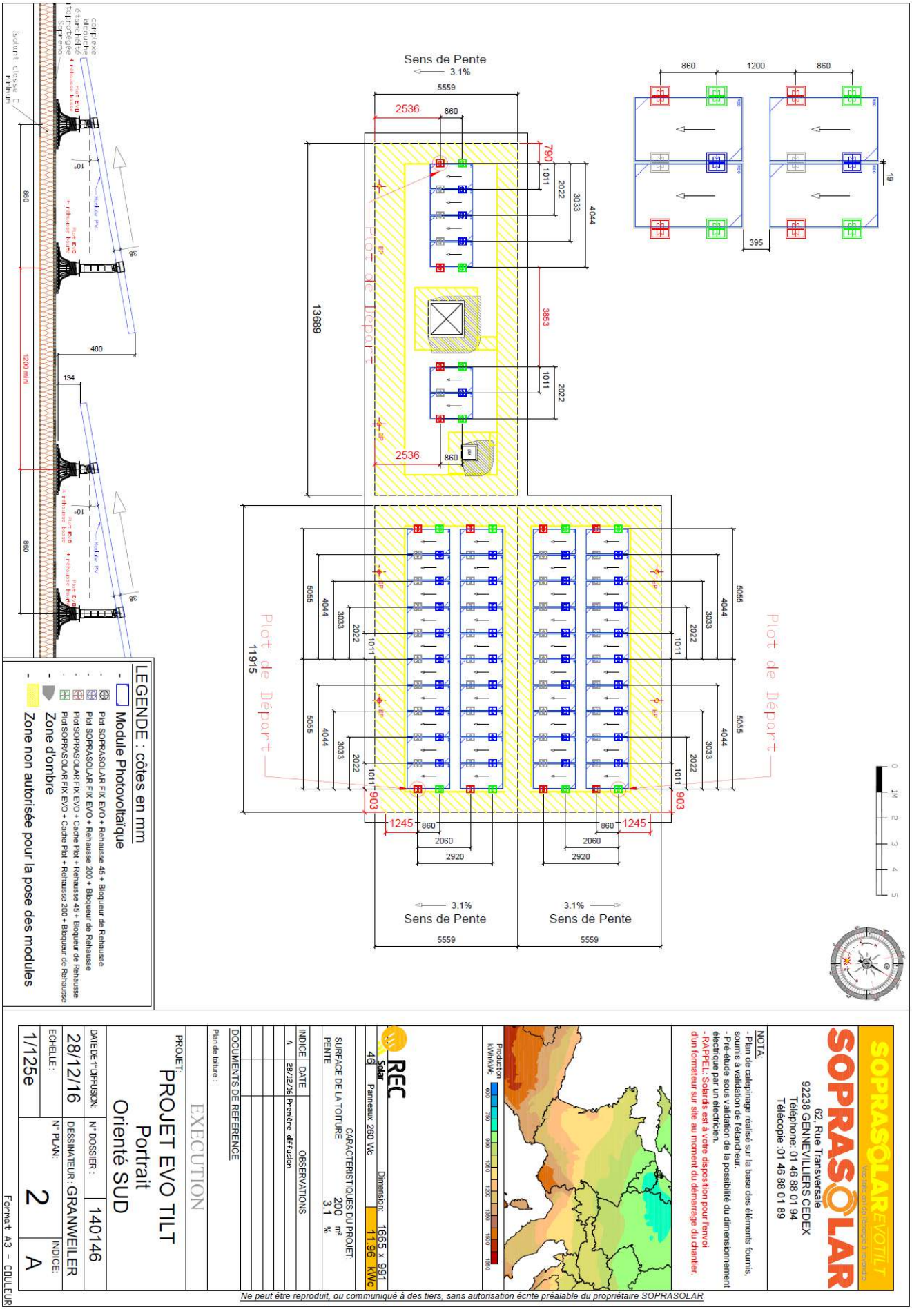
Légende :
1 : Crosse
2 : Câbles
3 : Platine
4 : Etanchéité bicouche et couche de renfort sur platine
5 : Fourreau

Figure 45 : Crosse pour passage des câbles à travers la toiture

15.4 Exemple de plan d'exécution avec modules photovoltaïques en mode portrait « EST/OUEST »

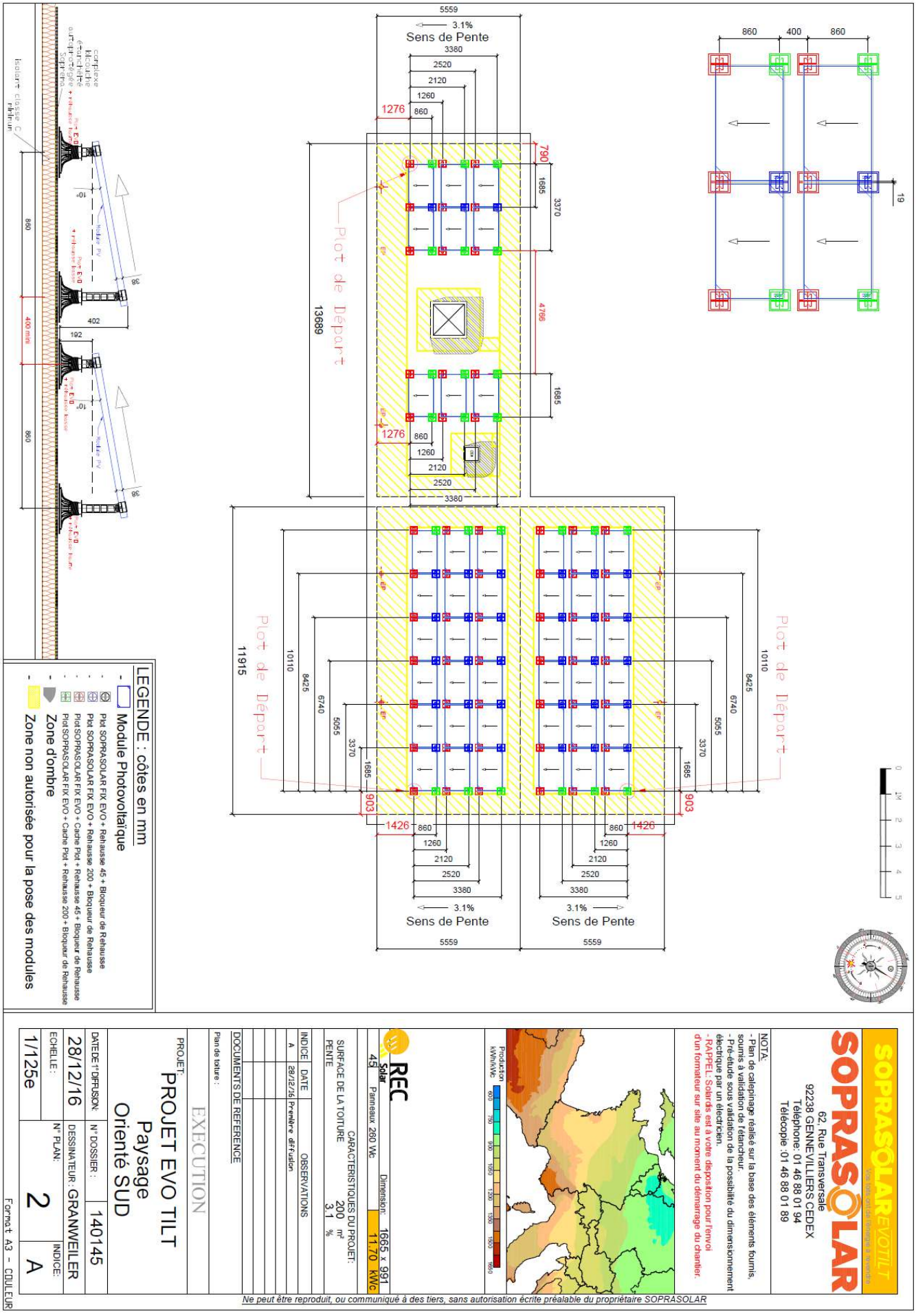


15.5 Exemple de plan d'exécution avec modules photovoltaïques en mode portrait « SUD »



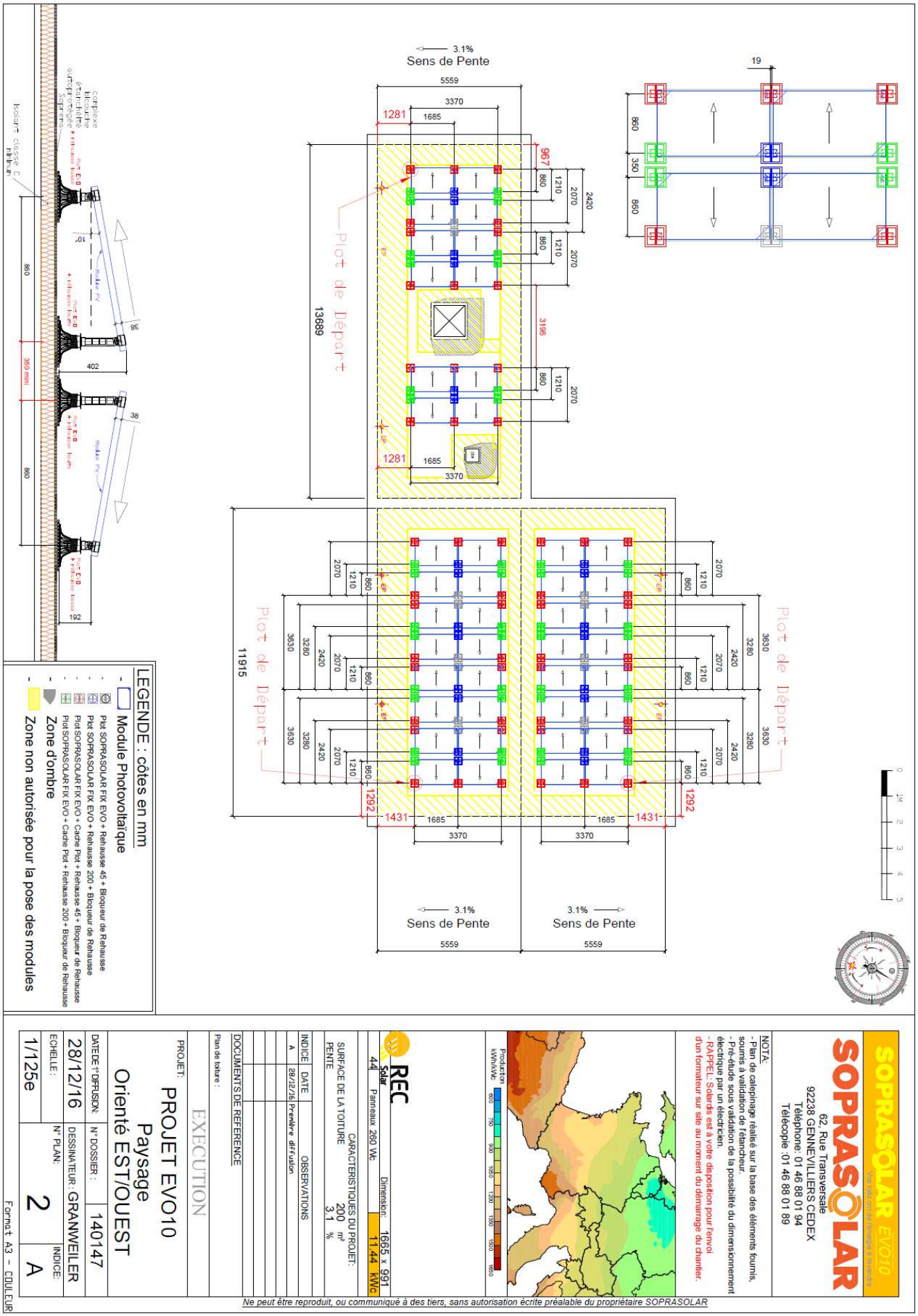
Ne peut être reproduit, ou communiqué à des tiers, sans autorisation écrite préalable du propriétaire SOPRASOLAR

15.6 Exemple de plan d'exécution avec modules photovoltaïques en mode paysage « SUD »



Ne peut être reproduit, ou communiqué à des tiers, sans autorisation écrite préalable du propriétaire SOPRASOLAR

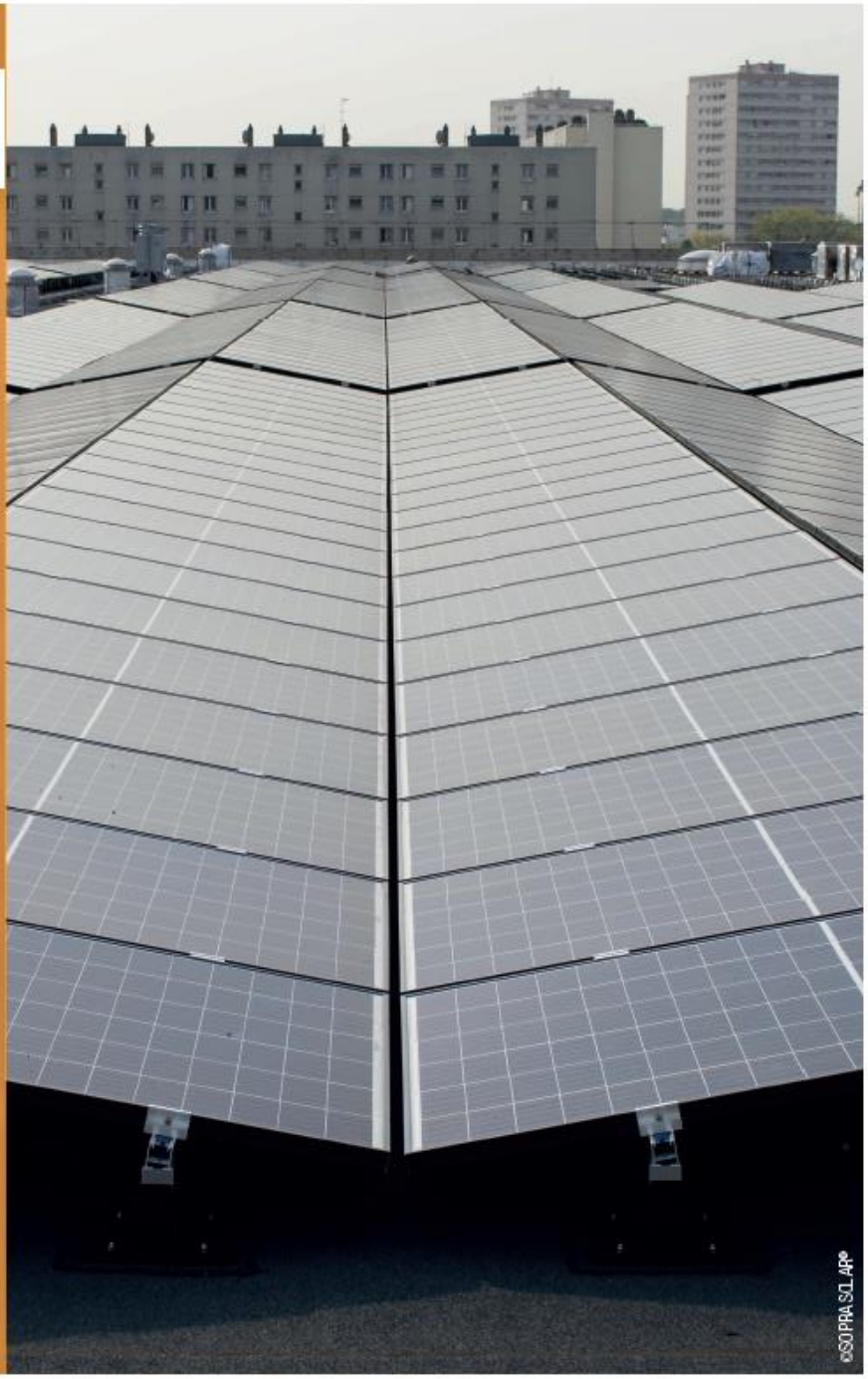
15.7 Exemple de plan d'exécution avec modules photovoltaïques en mode paysage « EST/OUEST »



Ne peut être reproduit, ou communiqué à des tiers, sans autorisation écrite préalable du propriétaire SOPRASOLAR

16 Annexes : Notice de mise en œuvre et fiche d'autocontrôle

SOPRASOLAR



GESTION
DE L'ÉNERGIE
SOLAIRE

MISE EN OEUVRE
SOPRASOLAR® FIX EVO TILT

SOPREMA
GROUPE

SOPRASOLAR®

SOMMAIRE

PRÉAMBULE 4-5

ÉTAPE 1 : PRÉPARATION ...6-7

ÉTAPE 2 : MISE EN OEUVRE DES PLOTS 8-11

ÉTAPE 3 : MISE EN OEUVRE DES REHAUSSES 12-13

ÉTAPE 4 : MISE EN OEUVRE DES MODULES PHOTOVOLTAÏQUES 14-15

ÉTAPE 5 : RACCORDEMENT 16-17

ÉTAPE 6 : SOPRA SOLAR NATURE.....18-19

ÉTAPE 7 : AUTO-CONTRÔLE 20-21

Groupe indépendant depuis sa création en 1908, **SOPREMA** s'affirme aujourd'hui comme l'une des toutes premières entreprises mondiales dans les domaines de l'étanchéité, l'isolation et la protection du bâtiment.

SOPREMA déploie des millions de m² de systèmes d'étanchéité, de couverture, d'isolation et de systèmes de protection partout dans le monde et intervient sur des projets variés de grande envergure comme le Parlement européen à Strasbourg, le stade national de Pékin, le stade de Roland Garros ou encore le musée de la ville d'Anvers.

Forte d'un effectif de 8008 personnes et d'un chiffre d'affaires de 2,75 milliards d'Euros en 2018,
SOPREMA dispose d'une présence industrielle et commerciale mondiale
avec 67 usines dont 14 en France, plus de 90 filiales d'exploitation et plus de 4 000 distributeurs.
Une présence dans 90 pays, 15 centres R&D fortement axés Développement Durable et 22 centres de formation dans 5 pays.

Fruit d'une collaboration étroite entre le service marketing et les centres de recherche et développement, l'offre produits **SOPREMA** est innovante et en parfaite adéquation avec les exigences du marché et les normes en vigueur.
Avec **SOPREMA**, vous avez l'assurance de trouver la solution adaptée à chaque type de chantier.

Depuis 20 ans, **SOPREMA** a pris de nombreuses dispositions pour limiter l'impact de ses produits et de son activité sur la nature et sur l'homme durant toute la vie d'un ouvrage, de sa construction à sa démolition en passant par son exploitation.

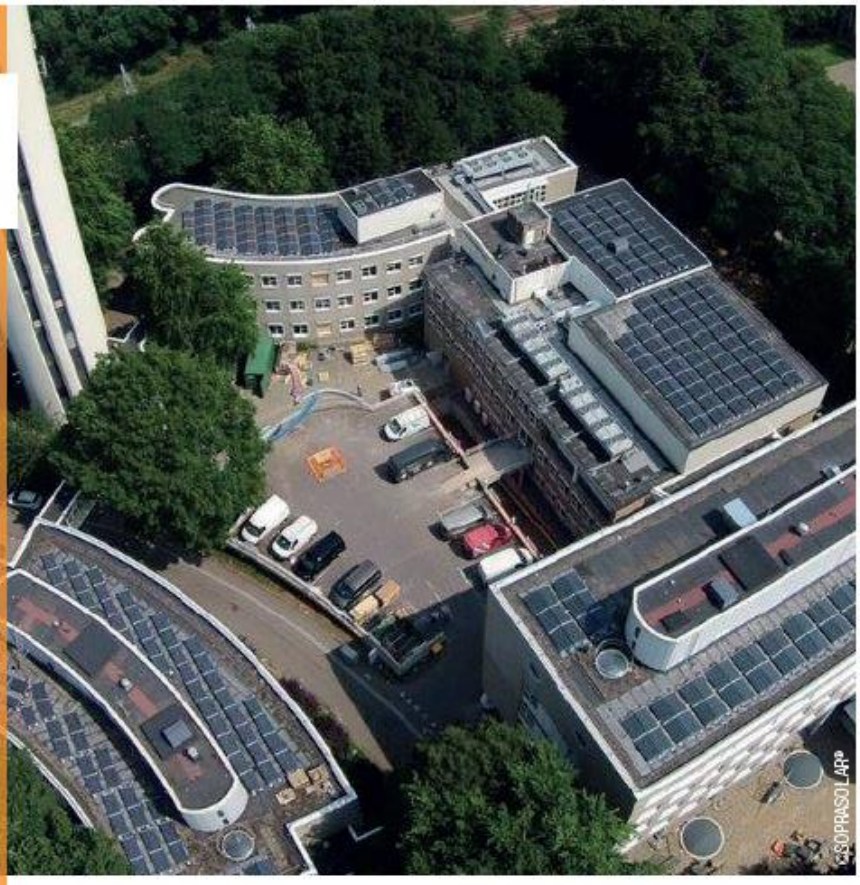
La politique R&D de **SOPREMA**, fortement orientée Développement Durable, se traduit par la limitation de son impact environnemental grâce à l'utilisation de ressources renouvelables dans sa production et au coeur de ses usines, et par une innovation orientée sécurité et santé.

Créé en 2008, **SOPRASOLAR®** est devenu le leader français de l'étanchéité solaire. Son expertise technique et commerciale lui permet d'accompagner tous les donneurs d'ordre et entreprises souhaitant apporter une fonction de production d'énergie à leur toiture terrasse.

SOPRASOLAR® compte à son actif en France (incluant les DROM), Espagne, Grande-Bretagne, Italie, Pays-Bas, Suisse et Amérique du Nord :

+ de 150 MWc installés
+ de 900 références
+ de 3 500 000 m²
de toitures-terrasses équipées sur éléments porteurs
tôle d'acier nervurée, bois et béton, en neuf comme en réfection.

PRÉAMBULE



À NOTER

Les complexes préconisés ci-contre sont des exemples. Chaque cas étant particulier, il conviendra pour tout projet de solliciter **SOPRASOLAR®** afin de valider la solution adaptée aux besoins du bâtiment.

La mise en oeuvre des revêtements d'étanchéité devra être réalisée conformément aux préconisations des Avis Techniques et des Cahiers de Prescription de Pose (C.P.P.) des complexes d'étanchéité de chez **SOPREMA**.

CARACTÉRISTIQUES

Élément porteur (1)	Tôles d'Acier Nervurées (T.A.N.) & Bois et panneaux à base de bois(2)		Maçonnerie		Béton cellulaire	
Revêtement d'étanchéité bitumineux SBS ou SEBS	Monocouche	Bicouche	Monocouche	Bicouche	Monocouche	Bicouche
Pente minimale de la toiture	3 %		1 %	0 %	1 %	
Pente maximale de la toiture	10 %		10 %		10 %	

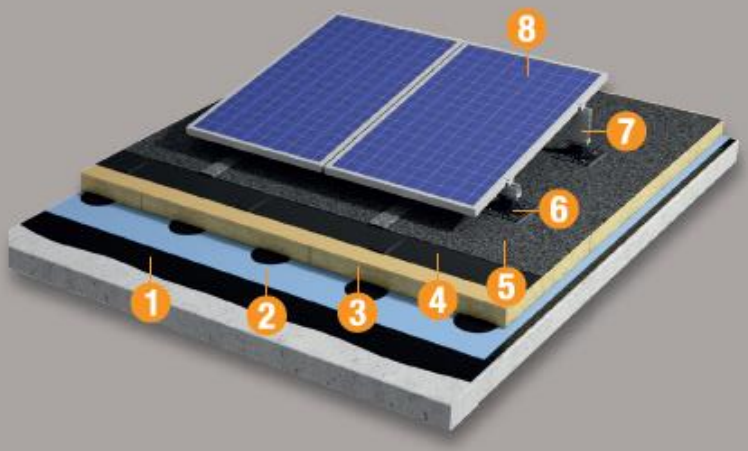
(1) Conforme aux prescriptions du cahier de prescriptions de pose du procédé.
(2) Pour rappel :
- Les éléments porteurs T.A.N., bois et à bases de bois devront faire l'objet d'une étude de dimensionnement spécifique réalisée par le fournisseur.

Le procédé **Soprasolar® Fix Evo Tilt** permet la mise en oeuvre des modules en portrait ou paysage.
Le domaine d'emploi peut être différent en fonction des notices de pose des fournisseurs de module.
Pour tout dossier, il convient de consulter nos services pour mener une étude adéquate.

PROCÉDÉS SOPRASOLAR® FIX EVO TILT

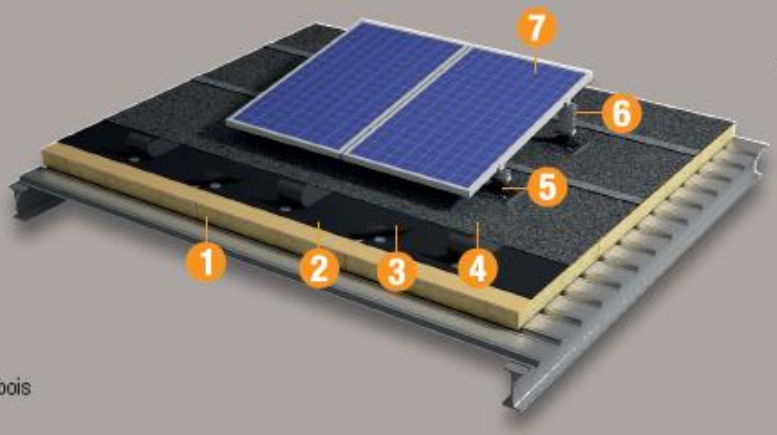
Exemple : Sur élément porteur maçonnerie ou béton cellulaire

1. **Sopradère® ou Aquadère®**
2. **Élastovap**
3. Isolant PIR collé par **Sopracolle® 300 N**
4. **Soprastick® SI**
5. **Sopralène® Flam 180 AR**
6. Plots **Soprasolar® Fix Evo**
7. Rehausse et bloqueur **Soprasolar® Fix Evo Tilt**
8. Module photovoltaïque cristallin



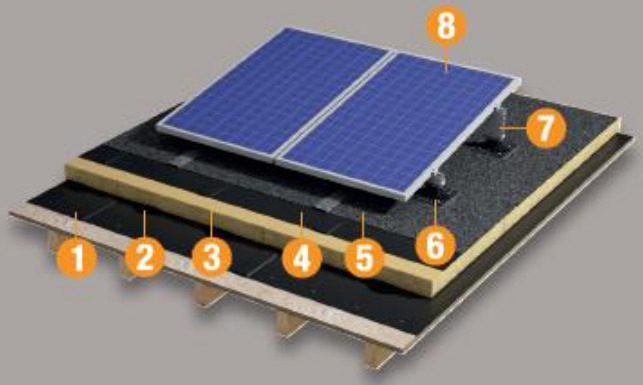
Exemple : Sur élément porteur T.A.N. (Tôle d'Acier Nervurée)

1. **Isolant nu de classe C**
2. **Soprafix HP**
3. Bande de pontage **Soprafix HP** sur les lignes de fixations complémentaires (si besoin)
4. **Sopralène® Flam 180 AR ou Soprasolar® CAP**
5. Plots **Soprasolar® Fix Evo**
6. Rehausse et bloqueur **Soprasolar® Fix Evo Tilt**
7. Module photovoltaïque cristallin



Exemple : Sur élément porteur bois ou panneaux dérivés du bois

1. **Élastophène 25 cloué**
2. **Sopradère® ou Aquadère®**
3. **Efigreen Alu collé à la Sopracolle 300 N (suivant A.T. Sopralène Stick)**
4. **Soprastick SI (1ère couche)**
5. **Sopralène Flam 180 AR (2ème couche)**
6. Plot **Soprasolar® Fix Evo**
7. Rehausse et bloqueur **Soprasolar® Fix Evo Tilt**
8. Module photovoltaïque cristallin



ÉTAPE 1 : PRÉPARATION

LISTE DES DOCUMENTS NÉCESSAIRES À LA MISE EN OEUVRE

- La présente notice de montage du **Soprasolar® Fix Evo Tilt ;**
- Le plan **EXE Plots avec Rehausses** émis par **SOPRASOLAR® ;**
- Le plan **EXE Modules** émis par **SOPRASOLAR®.**

LISTE DE L'OUTILLAGE NÉCESSAIRE À LA MISE EN OEUVRE

- Outillage standard de l'étancheur (gaz, chalumeau, gants ...) ;
- Genouillères (soudure des plots à genou sur l'étanchéité) ;
- Mètre et décamètre ;
- Cordeau à tracer ;
- Spatule ;
- Éponge à humidifier ;
- Clé dynamométrique pour vis M8 6 pans creux ou visseuse à réglage de couple ;
- En option : ventouse de verrier pour la manipulation des modules ;
- Outillage standard de l'électricien ;
- Engin de levage pour monter les palettes de modules, les palettes de cartons de plots et le petit matériel.

REMARQUE : En période chaude, il est conseillé de travailler de bonne heure pour la soudure des plots sur l'étanchéité.

DESCRIPTIF DES DIFFÉRENTS COMPOSANTS

Plot Soprasolar® Fix Evo Tilt

Plot en polyamide chargé de fibre de verre réglable avec plastron bitume.

Rehausse basse & rehausse haute

Permettent d'assurer la liaison entre les plots **Soprasolar® Fix Evo Tilt** et les modules photovoltaïques tout en créant une inclinaison de 10°. Elles doivent être combinées avec les bloqueurs de rehausse.

Bloqueur de rehausse

Sert à bloquer les rehausses sur la tête du plot.

Kit étrier intermédiaire (ou Kit etrier Universel)

Ensemble de pièces comprenant écrou prisonnier, étrier intermédiaire, vis M8 6 pans creux, tête crantée en sous face.

Kit étrier intermédiaire

Ensemble de pièces comprenant écrou prisonnier, étrier intermédiaire, vis M8 6 pans creux, tête crantée en sous face.

Kit étrier final

Ensemble de pièces comprenant écrou prisonnier, étrier final, vis M8 6 pans creux, tête crantée en sous face.

Module photovoltaïque

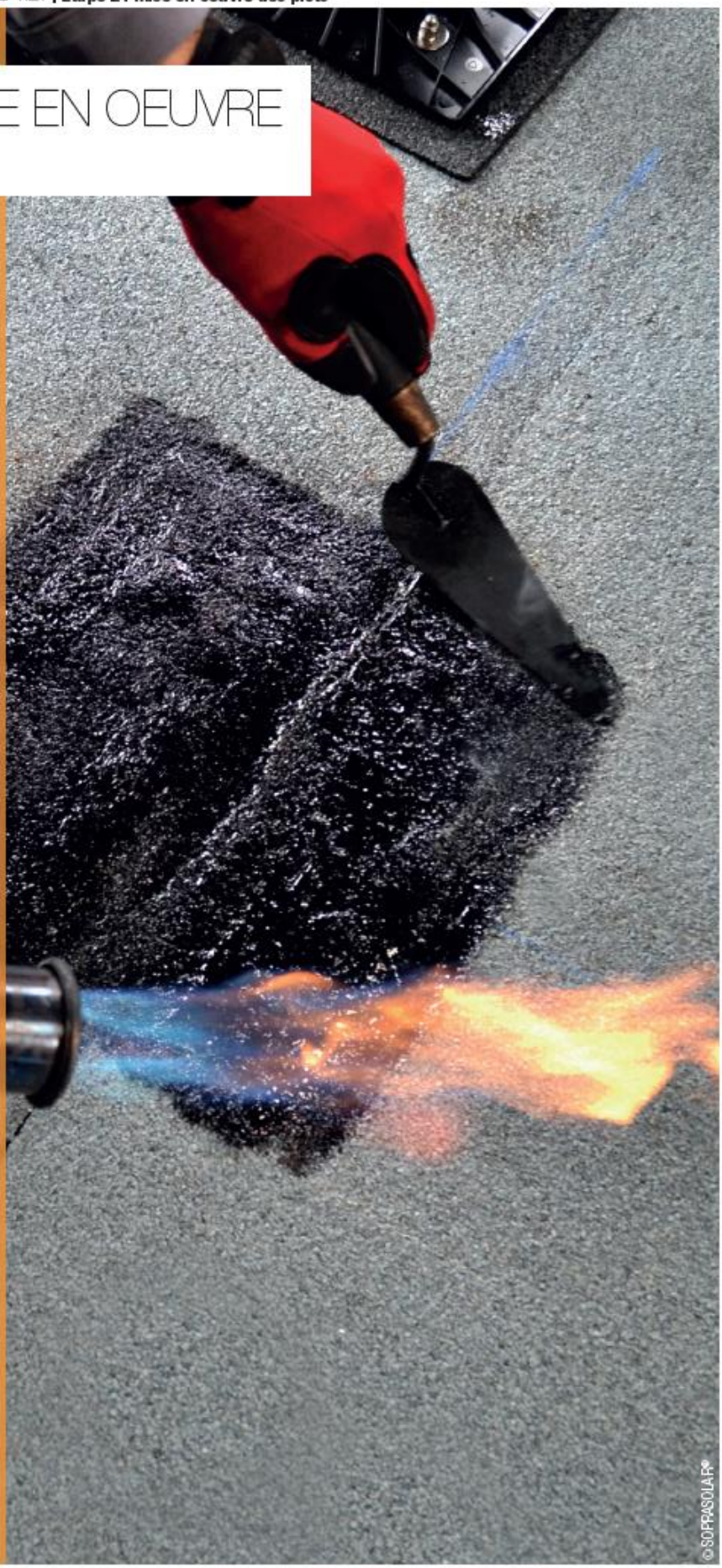
Module rigide avec cadre aluminium.

LES +

- Étanchéité monocouche ou bicouche SOPREMA sous Avis Technique ;
- Résistance au poinçonnement (I4 ou I5) ;
- Sans percement de l'étanchéité au niveau des plots ;
- Maintenance facile ;
- Facile à mettre en oeuvre et à entretenir ;
- Plots réglables en hauteur ;
- Nombreux tests réalisés par des laboratoires extérieurs ;
- Garantie 20 ans du système (si pack complet selon préconisation SOPRASOLAR® et respect de l'entretien obligatoire) ;
- Sous E.T.N. (Enquête de Technique Nouvelle) ;
- Sans pont thermique.

ÉTAPE 2 : MISE EN OEUVRE DES PLOTS

IL EST INDISPENSABLE DE CONTRÔLER L'ENSEMBLE DES CÔTES DE LA TOITURE TERRASSE AVANT DE PROCÉDER À TOUT TRAÇAGE.



TRAÇAGE DE L'EMPLACEMENT DES PLOTS

À l'aide du plan d'EXE plots du projet fourni par **SOPRASOLAR®** :

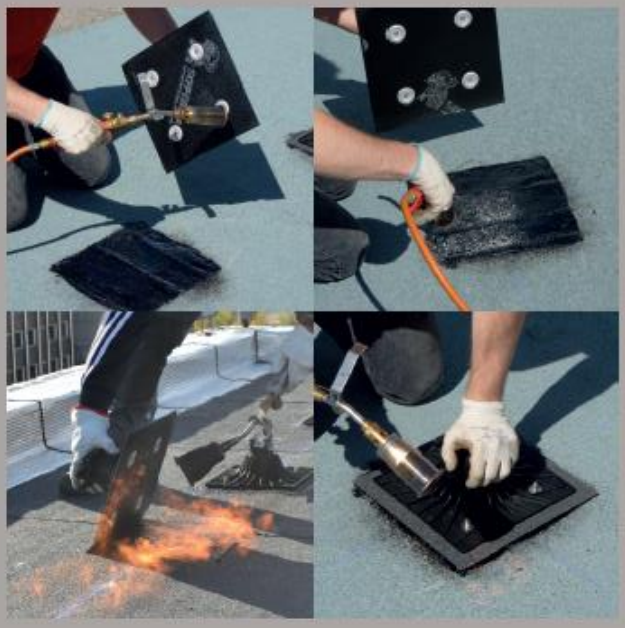
- Réaliser l'équerrage de la zone d'implantation ;
- Tracer sur le revêtement d'étanchéité avec le mètre et le cordeau l'emplacement du centre des plots. Ce traçage va permettre le positionnement des plots.

SOUDAGE DU PLOT SOPRASOLAR® FIX EVO TILT

1- Tracer l'empreinte du plot à l'aide de la spatule pour repérer sa position sur la toiture.

2- Noircir à l'aide du chalumeau et d'une spatule la zone repérée

(!) Pour obtenir une bonne liaison entre le plot et le revêtement, le plot doit être soudé sur une zone du revêtement sans paillettes d'ardoise.



3- Souder en plein le plot sur la partie noircie à l'aide du chalumeau

a- Chauffer la zone noircie.
b- Chauffer et brûler le film thermofusible en sous face du plastron.
c- Souder le plot en plein sur la partie noircie à l'aide du chalumeau :

- Chauffer d'abord la surface inférieure du plastron à l'aide du chalumeau ;
- Chauffer la surface noircie du revêtement ;
- Chauffer une nouvelle fois la surface inférieure du plastron.

4- Finitions

a- Souder à nouveau si nécessaire les coins du plastron afin de garantir la bonne liaison ;
b- Écraser à la spatule les bordures du plastron.

(!) Les rehausses doivent se retrouver perpendiculaires au cadre du module photovoltaïque qui doit lui-même reposer sur les 4 rehausses en même temps. Au besoin faire pivoter la tête du plot d'un quart de tour ou plus, afin d'obtenir l'appui plan nécessaire sur les 4 rehausses.

ÉTAPE 2 BIS : SOUDURE DU PLOT

SUR MEMBRANE D'ÉTANCHÉITÉ APPARENTE SOPRALENE FLAM 180 ALU

SOUDURE DU PLOT SOPRASOLAR® FIX EVO

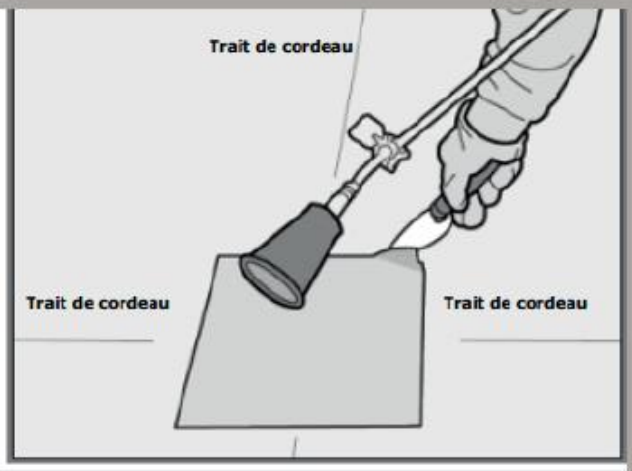
Tracer l'empreinte du plastron du plot en découpant la feuille aluminium de protection de la membrane apparente à l'aide d'un cutter pour repérer sa position sur le revêtement d'étanchéité

Délardage de la feuille d'aluminium à l'aide du chalumeau et d'une spatule la zone repérée

(!) Pour obtenir une bonne liaison entre le plot et le revêtement, préparer le délardage de la feuille d'aluminium en chauffant la feuille d'aluminium avec la flamme du chalumeau. Retirer / délarder à l'aide du chalumeau et d'une spatule la feuille d'aluminium sur la zone préalablement repérée.

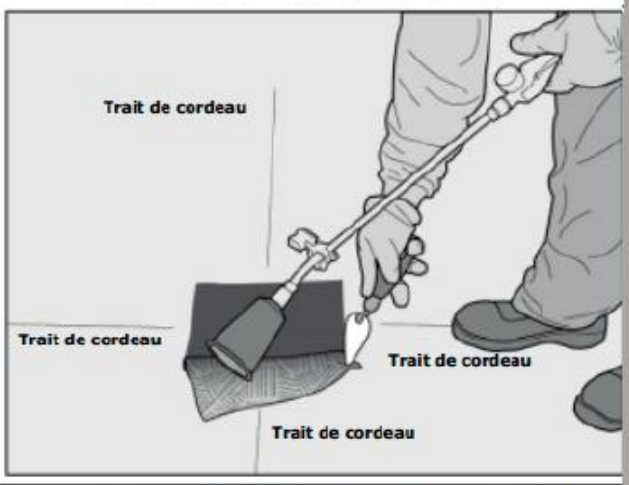
SOUDAGE DU PLASTRON DES PLOTS SUR SOPRALENE FLAM 180 ALU (FINITION ALUMINIUM)

Découper la feuille d'aluminium sur l'emprise du plastron du plot à l'aide d'un cutter

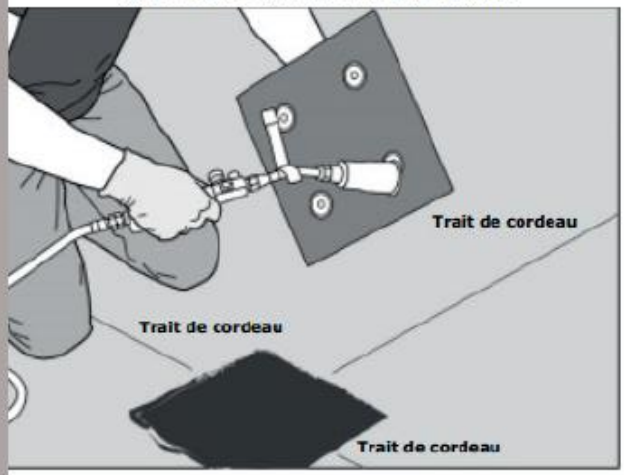


Chauffer la partie découpée de la feuille d'aluminium de finition à l'aide du chalumeau

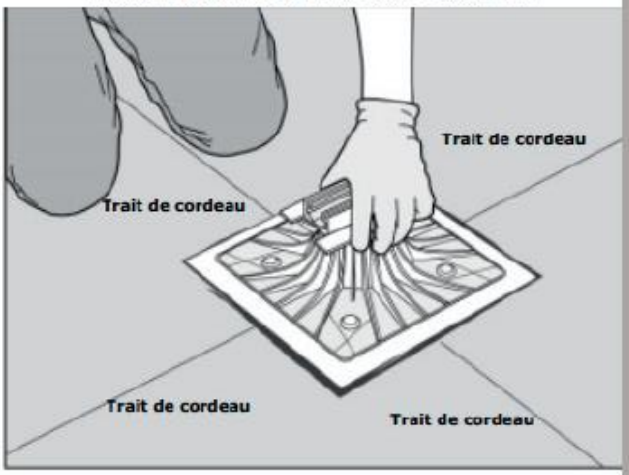
Avec une spatule décoller la partie découpée et chauffée de la feuille d'aluminium



Finir de retirer partie découpée de la feuille d'aluminium :le bitume doit être à nu



Plastron chauffé au chalumeau



Positionnement du plastron chauffé sur la zone noircie et chauffée du revêtement d'étanchéité

ÉTAPE 3 : MISE EN OEUVRE DES REHAUSSES

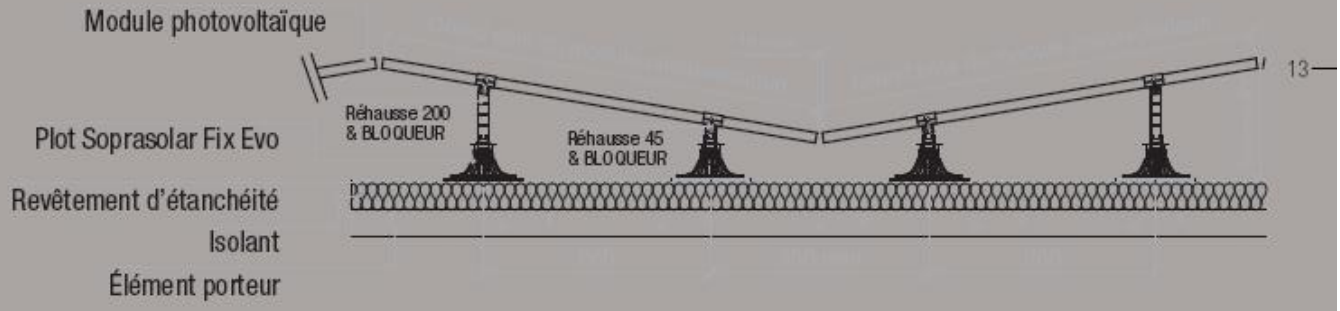
IL EST INDISPENSABLE DE CONTRÔLER L'ENSEMBLE DES CÔTES DE LA TOITURE TERRASSE AVANT DE PROCÉDER À TOUT TRAÇAGE.

MISE EN PLACE DES REHAUSSES BASSES & HAUTES ET DU BLOQUEUR

a- Pose de la rehausse en fonction du calepinage.

b- Mise en oeuvre du bloqueur pour éviter que la rehausse ne se déchausse de la tête du plot et insérer l'écrou cage du kit étrier dans la rehausse par l'ouverture prévue à cet effet.

COUPE SOPRASOLAR® FIX EVO TILT



ÉTAPE 4 : POSE DU PREMIER MODULE

IMPORTANT

- Il faut prévoir deux personnes pour la manipulation d'un module ;
- La présence de l'électricien sur le chantier est indispensable pour le raccordement électrique des modules.

Les câbles électriques et les colliers de serrage pour le maintien des câbles ne sont pas fournis par **SOPRASOLAR®**.

SOPRASOLAR® est en mesure de fournir une liste de références si besoin.

BOUCLE DE RACCORDEMENT
(À FAIRE EFFECTUER PAR UNE PERSONNE HABILITÉE)

Les rallonges de câbles pour la connexion à l'onduleur doivent être fixées à l'aide de colliers de serrage sur le retour du cadre du panneau afin de réduire les effets de boucle induite.
Les aillettes du plot peuvent être percées avec un forêt conique afin d'y faire passer un collier de serrage type Colson, qui permettra de serrer le câble qui reposera sur l'ailette.
Cela évite le contact avec la membrane d'étanchéité et la possible stagnation d'eau autour des câbles et des connecteurs.

IMPORTANT : Aucun câble ni aucun connecteur ne doit reposer directement sur l'étanchéité.

FIXATION DES MODULES SUR LES PLOTS SOPRASOLAR® FIX EVO À L'AIDE DES ÉTRIERS

1- Sortir les modules de leur emballage

IMPORTANT : Les modules doivent être mis en oeuvre selon le sens de pose préconisé par l'électricien du projet. Les modules ne doivent être fixés et raccordés qu'en présence d'un électricien habilité.

Les modules doivent être manipulés avec le plus grand soin. Les points suivants doivent être respectés, lorsque les modules sont déballés, transportés ou stockés :

- Les modules doivent être portés avec les deux mains, la boîte de jonction ne doit pas être utilisée comme poignée ;
- Les modules ne doivent pas être soumis à des charges/contraintes et il ne faut ni marcher sur les modules ni les laisser tomber ;
- Les connecteurs électriques doivent être positionnés dans un emplacement propre et hors d'eau.

POSITIONNEMENT DES PREMIERS MODULES D'UNE RANGÉE

1- Mise en place du premier module

a- Régler la position des étriers et du module (Cf. plan d'exécution **SOPRASOLAR®**);
b- Régler également la position du module par rapport au bord du module.

IMPORTANT : Ne pas fixer les modules sur les plots tant que l'électricien n'a pas procédé à son raccordement avec les modules adjacents. Les modules doivent être fixés et raccordés uniquement par un électricien qualifié.

2- Centrage

a- Centrer les modules sur les têtes de plots en fonction du plan d'**EXE PANNEAUX** fourni par le bureau d'étude **SOPRASOLAR®**.

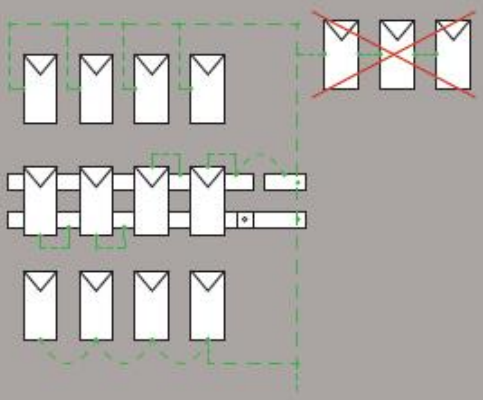
RACCORDEMENT ET MISE À LA TERRE À L'AVANCEMENT

Seul l'électricien habilité peut accomplir cette étape.

- Prépositionner sur les plots les modules suivants ;
- Raccorder les connecteurs des modules adjacents ;
- Mettre les modules à la terre ;
- Serrer la vis de fixation de l'étrier selon le couple de serrage indiqué dans la documentation technique de **SOPRASOLAR®**.

ÉTAPE 5 : RACCORDEMENT

RACCORDEMENT DES MODULES



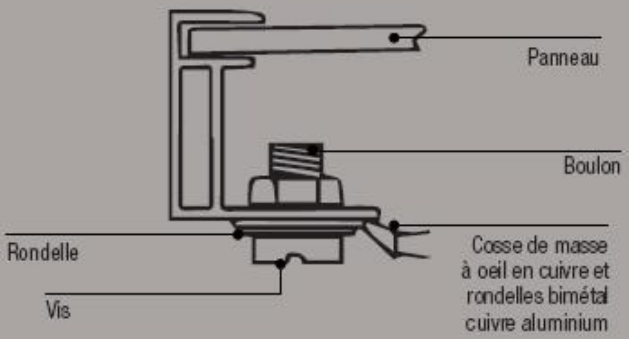
1- Principe de la mise à la terre des modules photovoltaïques et des chemins de câble (à faire effectuer par une personne habilitée)

Pour la mise à la terre des modules, il est impératif de :
- Ne pas percer les modules ;
- Toujours utiliser les trous de fixation des cadres du module ;
- Effectuer le raccordement à la terre de la manière décrite ci-dessus.

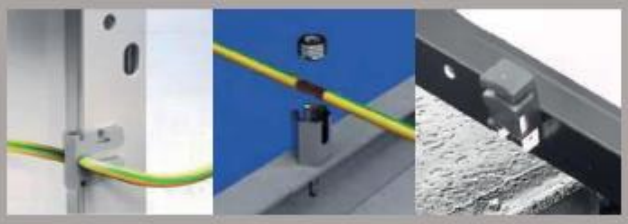
a- Relier à la terre le chemin de câble lorsque celui-ci est métallique. Il est également nécessaire de relier sur un seul et unique même potentiel de masse tous les autres corps métalliques de la toiture ;

b- Relier le cadre de chaque module (lors de la mise en oeuvre de modules cadrés) à la terre.

Vue en coupe pour le raccordement à la terre



Autre solution :



Il également possible d'utiliser d'autres systèmes développés spécifiquement pour gagner du temps à la mise en oeuvre.
Ces procédés ne sont pas validés explicitement dans la norme. Aussi, l'utilisation de ces accessoires doit être soumise à l'accord du bureau de contrôle du chantier.

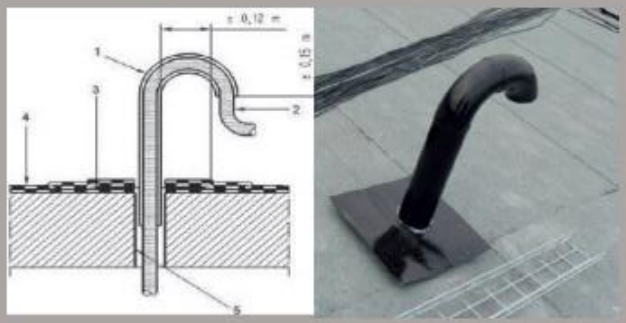
2- Raccordement électrique et mise à la terre

a- Effectuer le raccordement des modules entre eux à l'aide des connecteurs ;

b- Mettre à la terre le cadre des modules dans le respect des principes décrits dans le paragraphe précédent ;

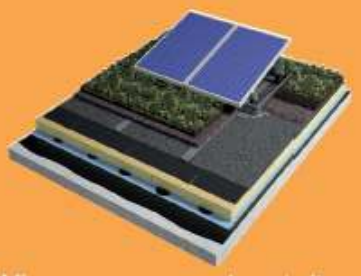
c- Surélever les connecteurs et les câbles en les fixant au cadres du module pour éviter qu'ils ne reposent sur l'étanchéité et ne reposent dans des zones de rétention d'eau.

CROSSE POUR PASSAGE DES CÂBLES AU TRAVERS DE LA TOITURE

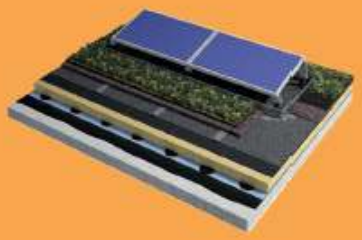


1- Crosse
2- Câble
3- Platine
4- Étanchéité
5- Fourreau

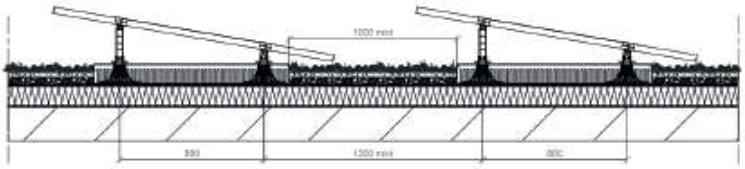
ÉTAPE 6 : VARIANTE SOPRA SOLAR NATURE

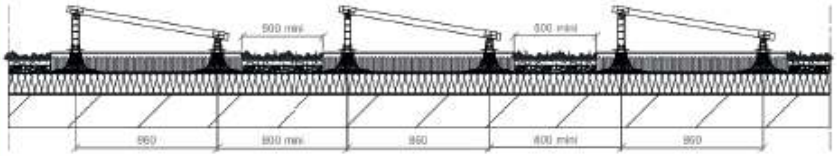


Mise en œuvre en mode portrait



Mise en œuvre en mode paysage





Points essentiels de la mise en œuvre de la variante **SOPRA SOLAR NATURE** :

- La seconde couche d'étanchéité doit obligatoirement être la feuille SOPRALENE FLAM JARDIN CAP.
- Le plot **SOPRASOLAR®** doit être mis en œuvre en position dévissé au maximum.
- En mode portrait, la longueur des modules photovoltaïques est limitée à 1700 mm.
- Des dispositifs de séparation sont mis en œuvre en périphérie d'une rangée de modules photovoltaïques pour délimiter la zone végétalisée de la zone non végétalisée (photovoltaïque). Une distance de minimale 3 cm doit être respectée entre le cadre du module photovoltaïque et le dispositif de séparation.
- Le plan de calepinage doit respecter les entraxes entre plots de deux rangées spécifiques à la variante **SOPRA SOLAR NATURE** (voir vues en coupe ci-dessus).

Phasage de mise en œuvre de la variante **SOPRA SOLAR NATURE** :

1 - Installation des plots **SOPRASOLAR® FIX EVO** conformément au plan de calepinage spécifique à la variante **SOPRA SOLAR NATURE** réalisé par **SOPRASOLAR®** conformément aux dispositions du chapitre 10.4 du **CPP SOPRASOLAR® FIX EVO TILT.**

2 - Mise en œuvre des réhausses, des bloqueurs de réhausses et fixation des chemins de câbles sur les plots **SOPRASOLAR® FIX EVO**.

3 - Mise en place des dispositifs de séparation en périphérie des zones à végétaliser.

4 - Mise en place d'une partie des constituants du procédé **SOPRANATURE** conformément à l'étude **SOPRANATURE**, à savoir :
   a) couche drainante : SOPRALITHE ou SOPRADRAIN (DUO)
   b) filtre : SOPRAFILTRE
   c) substrat de culture : SOPRAFLOR X

5 - Installation des modules photovoltaïques.

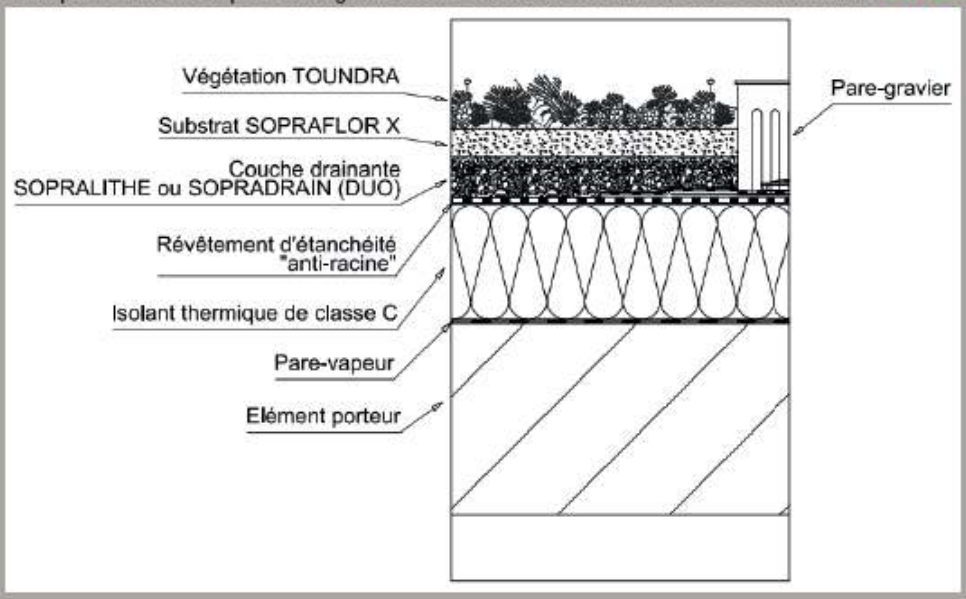
6 - Réalisation des raccordements électriques.

7 - Mise en place de la végétation TOUNDRA (dans le cas particulier du systèmes TOUNDRA BOX, l'ensemble du système végétalisé est mis en place en une seule fois à cette étape de l'installation).

8 - Arrosage de mise en service des zones végétalisées

19

Exemple de vue en coupe de la végétalisation **SOPRANATURE** dans le cadre de la variante **SOPRA SOLAR NATURE**:



ÉTAPE 7 : AUTOCONTRÔLE

FICHE AUTOCONTROLE

PROCEDE
SOPRASOLAR FIX EVO TILT

Nom du Chantier :	
Localisation :	
Entreprise en charge de la mise en œuvre des plots **SOPRASOLAR® FIX EVO TILT**:	
Date de la mise en œuvre du procédé :	
Nom du responsable de l'exécution des travaux:	
Date de l'autocontrôle:	**Signature** :

POINTS INDISPENSABLES À VÉRIFIER POUR S'ASSURER DE LA BONNE MISE EN ŒUVRE DES PLOTS SOPRASOLAR® FIX EVO TILT SUR MEMBRANE BITUMINEUSE :

- **Réception du complexe d'étanchéité (support des plots) :**

  Vérifier que le complexe d'étanchéité (support des plots) a été validé par la maîtrise d'œuvre du projet ☐

  Nettoyer le support au moyen d'un balais si besoin ☐

- **Plan d'exécution:**

  Être en possession du plan d'exécution **SOPRASOLAR®** du projet ☐

  Vérifier l'indice du plan d'exécution **SOPRASOLAR®** avec la maitrise d'œuvre du projet ☐

  Vérifier que les dimensions de la toiture sont conformes au plan de d'exécution ☐

- **Mise en œuvre des plots SOPRASOLAR® FIX EVO TILT**

  Assurer la mise en œuvre conformément à la Notice de Mise en Œuvre du procédé ☐

  Contrôler visuellement les soudures (reflux de matière en lisière de plastron) ☐

- **Mise en œuvre des réhausses du procédé SOPRASOLAR® FIX EVO TILT**

  Mettre en place les réhausses hautes et basses selon les instructions du plan d'exécution et conformément à la Notice de Mise en Œuvre du procédé ☐

  Mettre en place les bloqueurs ☐

SOPRASOLAR

SOPRASOLAR® à votre service

Vous êtes intéressé par les systèmes **SOPRASOLAR®** ?

Nos équipes vous accompagnent dans votre projet :
Études, assistance technique et commerciale, et formation...
Nous sommes à vos côtés pour amener l'énergie sur vos toitures !

Tél. : +33 (0)1 46 88 01 80
E-mail : contact@soprasolar.com

DC-17/045-1_fr - Juin 2020 - Service communication

Retrouvez-nous sur les réseaux sociaux

www.soprasolar.com

SOPREMA GROUPE

Agissez pour le recyclage des papiers avec SOPREMA SAS et Ecofolio.

SOPRASOLAR - 202 Quai de Clichy - 92110 CLICHY - FRANCE - Tél. : +33 (0)1 46 88 01 80 - Fax : +33 (0)1 46 88 01 89 - au capital de 100 000€.

SOPRASOLAR® se réserve, en fonction de l'évolution des connaissances et des techniques, le droit de modifier sans préavis la composition et les conditions d'utilisation de ses matériaux dont subséquemment leur prix. En conséquence toute commande ne sera acceptée qu'aux conditions et aux spécifications techniques en vigueur au jour de la réception de celle-ci.