# CAHIER DE PRESCRIPTIONS DE POSE

# SOPRASOLAR FIX EVO TILT PVC
# SOPRASOLAR FIX EVO TILT TPO

*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 :*
VOLTEC BIVA 60 VSPB de 260 à 270 Wc
REC TwinPeak 2 Mono Série RECxxxTP2M de 300 à 330 Wc
SUNPOWER Maxeon 3 SPR-MAX3-xxx-COM de 370 à 400 Wc
PEIMAR SMxxxM(FB) de 325 Wc
PEIMAR SMxxxM(BF) de 330 Wc
LONGI LR4-60HPH-xxxM 1755x1038x35 mm de 350 à 375 Wc
LONGI LR4-60HIH-xxxM de 350 à 370 Wc

*b) en mode portrait uniquement*
SUNPOWER E20 SPR-E20-xxx-COM de 435 Wc
LONGI LR4-60HBD-xxxM 1755x1038x30 mm de 350 à 375 Wc

Le présent Cahier de Prescriptions de Pose, référencé « CPP DT N°19/005_FR_Ind_03 Edition du 25 septembre 2020 », établi par la société **SOPRASOLAR**, et comportant 76 pages, a été examiné par BUREAU ALPES CONTROLES dans le cadre de l'Enquête de Technique Nouvelle référencée **010T1925 indice 03**.

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 12 OCTOBRE 2020**<br>**AU 29 JUIN 2020** | Vincent NANCHE |

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

# Index

| Indice | Date | OBJET |
|---|---|---|
| 00 | 19/12/2019 | Création du document |
| 01 | 21/04/2020 | Ajout des modules PEIMAR SMxxxM(FB) et PEIMAR SMxxxM(BF) |
| 02 | 22/07/2020 | Ajout des modules<br>LONGI LR4-60HPH-xxxM 1755x1038x35 mm<br>LONGI LR4-60HBD-xxxM 1755x1038x30 mm |
| 03 | 25/09/2020 | Ajout du module LONGI LR4-60HIH-xxxM |

# Table des matières


1 Objet ..... 5
2 Principe ..... 5
2.1 Exemples d'entraxe des plots en fonction du type de module et du choix de mise en œuvre ..... 6
3 Organisation de la mise en œuvre ..... 14
3.1 Généralité ..... 14
3.2 Assistance technique ..... 14
3.3 Compétence des installateurs ..... 14
3.4 Formation ..... 14
3.5 Sécurité des intervenants ..... 15
3.6 Entretien réparabilité ..... 15
3.6.1 Entretien ..... 15
3.6.2 Réparabilité ..... 16
4 Destination et domaine d'emploi ..... 17
4.1 Généralités ..... 17
4.2 Cadre d'utilisation ..... 17
4.3 Implantation des modules photovoltaïques ..... 20
5 Dispositions de principe applicables au câblage électrique ..... 21
5.1 Généralités ..... 21
5.2 Câble de liaison équipotentielle des masses – Mise à la terre ..... 22
5.3 Liaisons intermodules et modules/onduleurs ..... 24
5.4 Passage des câbles à l'intérieur du bâtiment ..... 24
5.5 Cheminement des câbles hors du champ photovoltaïque ..... 24
5.6 Précautions à prendre contre le choc électrique ..... 24
5.7 Chemin de câbles ..... 25
5.8 Supports de chemin de câbles ..... 26
6 Prescriptions relatives aux supports ..... 26
6.1 Eléments porteurs ..... 26
6.2 Support isolant non porteurs ..... 28
6.2.1 Le pare-vapeur ..... 28
6.2.2 Mise en œuvre de l'isolant ..... 28
6.3 Support constitués par d'anciens revêtements d'étanchéité ..... 29
6.3.1 Généralité ..... 29
6.3.2 Dépose du système existant en partie courante ..... 29
6.3.3 Synthèse complexe d'étanchéité pour réfection ..... 30
7 Prescriptions relatives aux revêtements en partie courante ..... 31
7.1 Composition des revêtements d'étanchéité ..... 31
7.2 Mise en œuvre du revêtement d'étanchéité ..... 31
7.2.1 En travaux neufs ..... 31
7.2.2 Cas particulier de la réfection ..... 32
7.2.3 Mise hors d'eau en fin de journée ..... 32
7.3 Mise en œuvre des plots du procédé SOPRASOLAR FIX EVO TILT PVC/TPO ..... 32
7.3.1 Calepinage et préparation de la toiture ..... 32
7.3.2 Soudage des plots ..... 37
7.4 Mise en œuvre des REHAUSSES, caches plots et BLOQUEURS DE REHAUSSE ..... 41
7.5 Mise en œuvre des modules photovoltaïques ..... 42
8 Protection des parties courantes ou des chemins de circulation ..... 44
9 Relevé d'étanchéité et ouvrage particuliers ..... 44
10 Matériaux ..... 44
10.1 Feuilles d'étanchéité en partie courante ..... 44
10.2 Le plot SOPRASOLAR FIX EVO PVC/TPO ..... 51
10.2.1 Plastron SOPRASOLAR PVC 20/10 et Plastron SOPRASOLAR TPO 18/10 ..... 52
10.2.2 Partie réglable du plot SOPRASOLAR FIX EVO PVC/TPO ..... 52
10.2.3 REHAUSSE 45 – REHAUSSE 200 – BLOQUEUR DE REHAUSSE ..... 53
10.2.4 Fixations des modules photovoltaïques : les étriers ..... 54
10.2.4.1 Première famille ..... 54
10.2.4.2 Deuxième famille – étrier universel ..... 56
10.3 Les modules photovoltaïques ..... 57

10.4 Autres matériaux ..... 59
10.4.1 Ecran de séparation ou d'indépendance ..... 59
10.4.2 Pare-Vapeurs ..... 59
10.4.3 Autres matériaux en feuilles ..... 59
11 Fabrication - contrôle en usine – assurance qualité ..... 60
11.1 Le plastron SOPRASOLAR PVC/TPO ..... 60
11.2 Le système de montage ..... 61
11.3 Les membranes synthétiques (pare-vapeur et revêtement d'étanchéité) ..... 61
12 Points singuliers ..... 62
12.1 Traversée des câbles électriques : raccordement à l'étanchéité à l'aide d'une crosse 62
12.2 Support de chemin de câble ..... 63
13 Références ..... 63
14 Résultats expérimentaux ..... 64
15 Tableaux et figures ..... 65
15.1 Guide de choix des matériaux ..... 65
15.2 Revêtement d'étanchéité en partie courante ..... 66
15.3 Exemple de plan d'exécution avec modules photovoltaïques REC en mode portrait « EST/OUEST » ..... 68
15.4 Exemple de plan d'exécution avec modules photovoltaïques REC en mode portrait « SUD » ..... 69
15.5 Exemple de plan d'exécution avec modules photovoltaïques REC en mode paysage « SUD » ..... 70
15.6 Exemple de plan d'exécution avec modules photovoltaïques REC en mode paysage « EST/OUEST » ..... 71
15.7 Exemple de plan d'exécution avec modules photovoltaïques SUNPOWER en mode portrait « EST/OUEST » ..... 72
15.8 Exemple de plan d'exécution avec modules photovoltaïques SUNPOWER en mode portrait « SUD » ..... 73

# 1 Objet

Le présent document définit un procédé d'isolant-étanchéité synthétique (PVC ou TPO) 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 prescription 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 PVC/TPO** 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) 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 PVC/TPO** fait l'objet d'une garantie **SOPRASOLAR** de 20 ans (avec un revêtement de 20/10 de mm d'épaisseur en membranes PVC et 18/10 de mm d'épaisseur en TPO) 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 § 10.3.

L'étanchéité est constituée d'un revêtement monocouche synthétique en PVC ou TPO de la société **SOPREMA** mis en œuvre en semi indépendance et fixé 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).

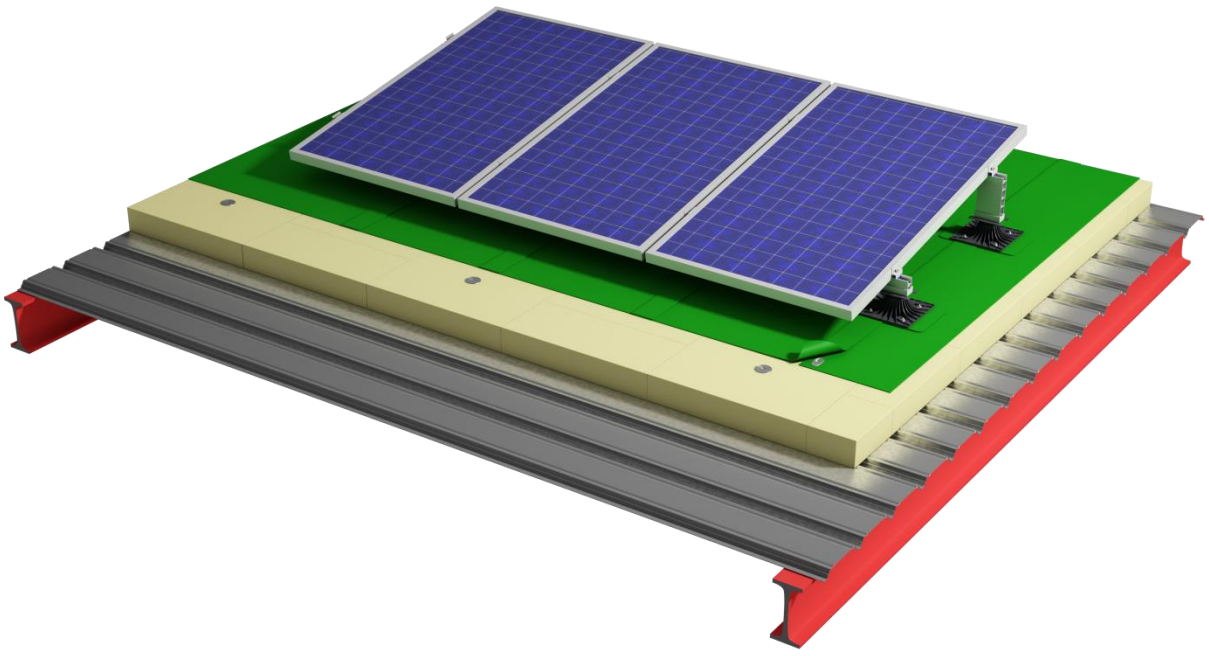


*Photo 1 : vue de la mise en œuvre du procédé **SOPRASOLAR FIX EVO PVC/TPO TILT** avec modules photovoltaïques en mode portrait (orientation « EST/OUEST »)*

## 2.1 Exemples d'entraxe des plots en fonction du type de module et du choix de mise en œuvre

Nota : La position des étriers doit respecter la plage de fixation autorisée par le fabricant de modules photovoltaïques.

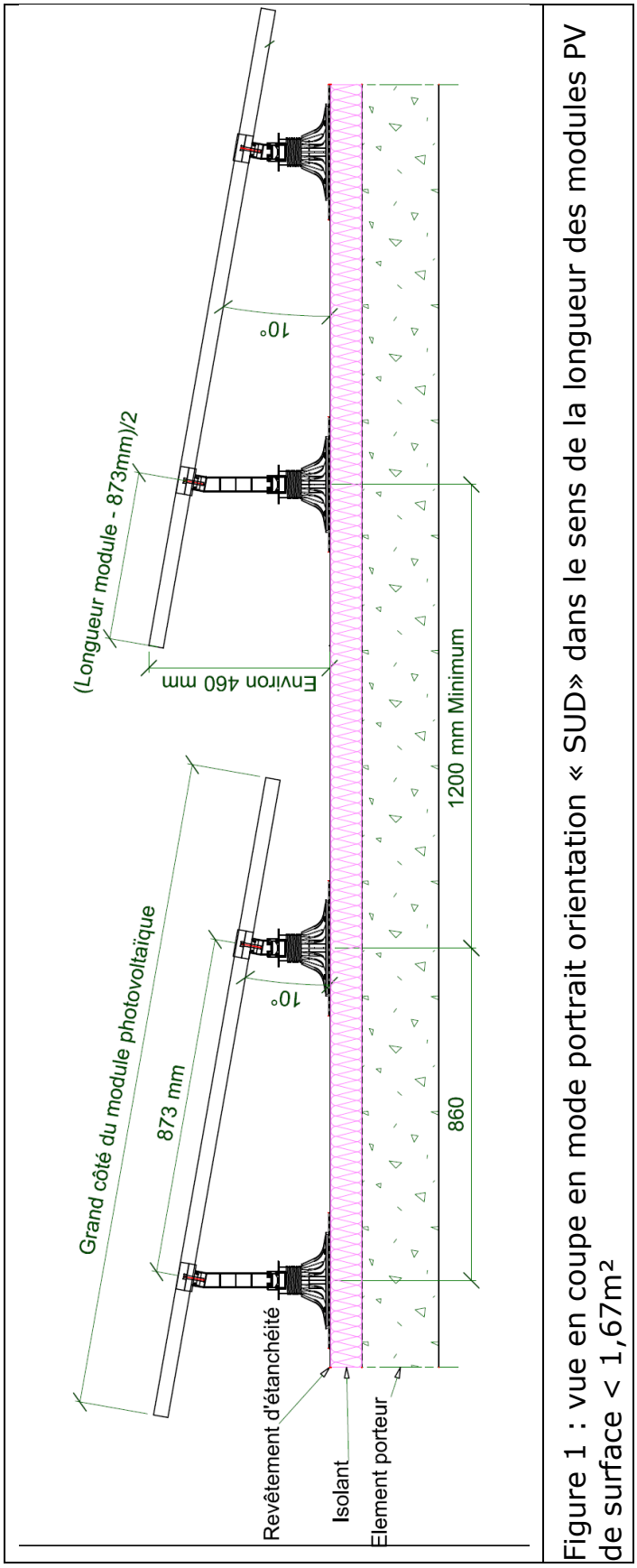



Figure 1 : vue en coupe en mode portrait orientation « SUD» dans le sens de la longueur des modules PV de surface < 1,67m²

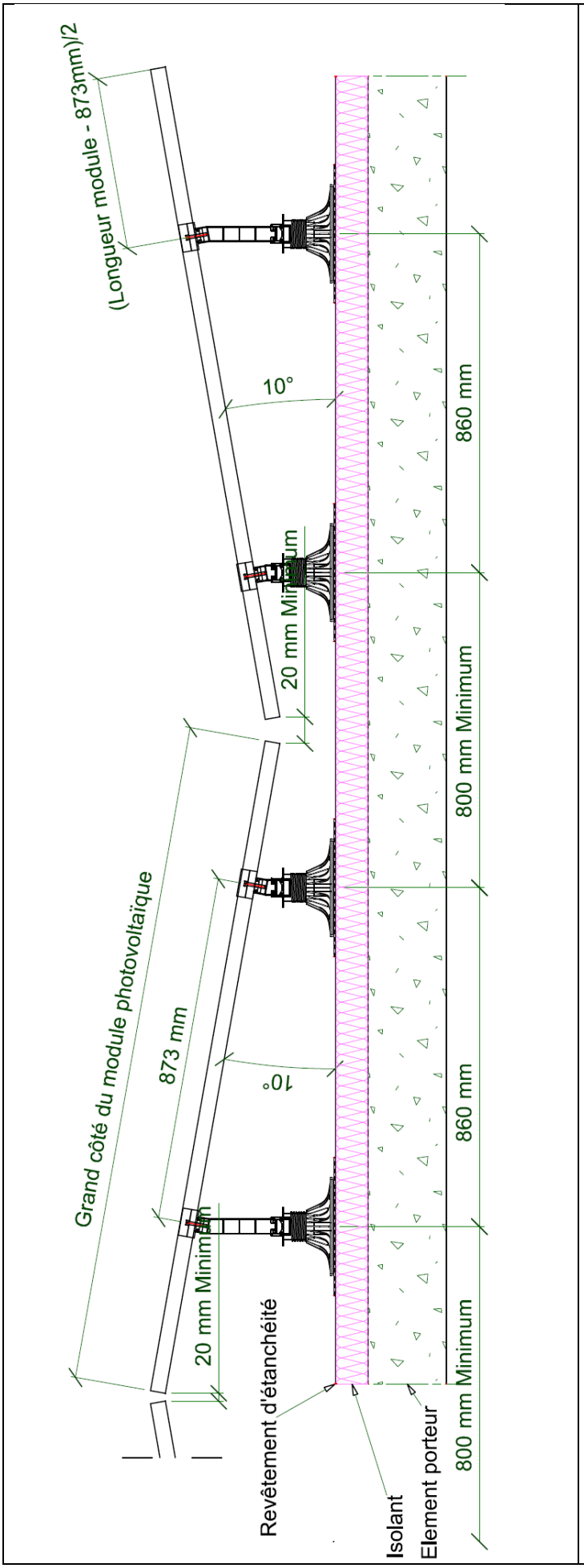



Figure 2 : vue en coupe en mode portrait orientation « EST/OUEST » dans le sens de la longueur des modules PV de surface < 1,67m²

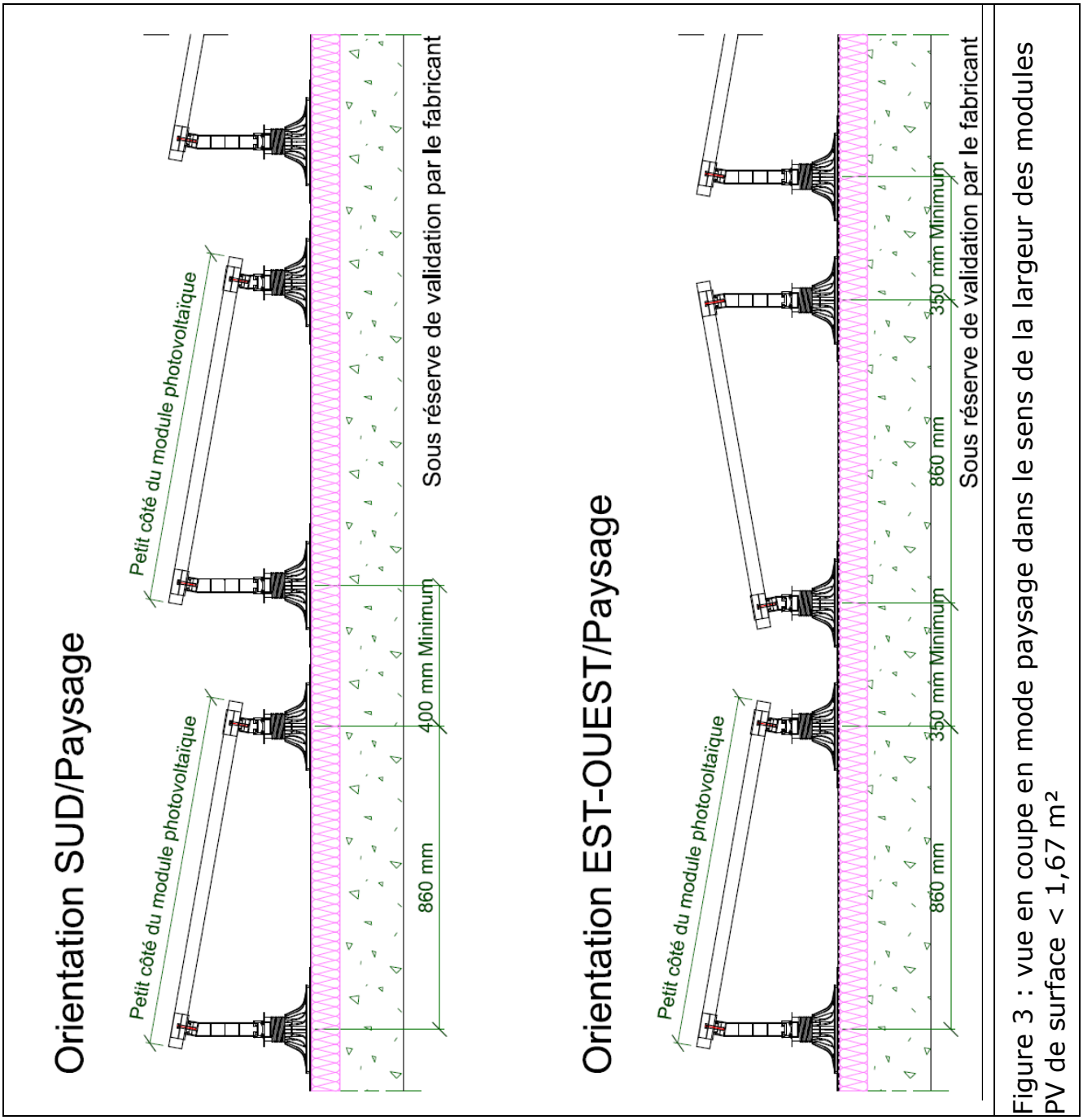



Figure 3 : vue en coupe en mode paysage dans le sens de la largeur des modules PV de surface < 1,67 m²

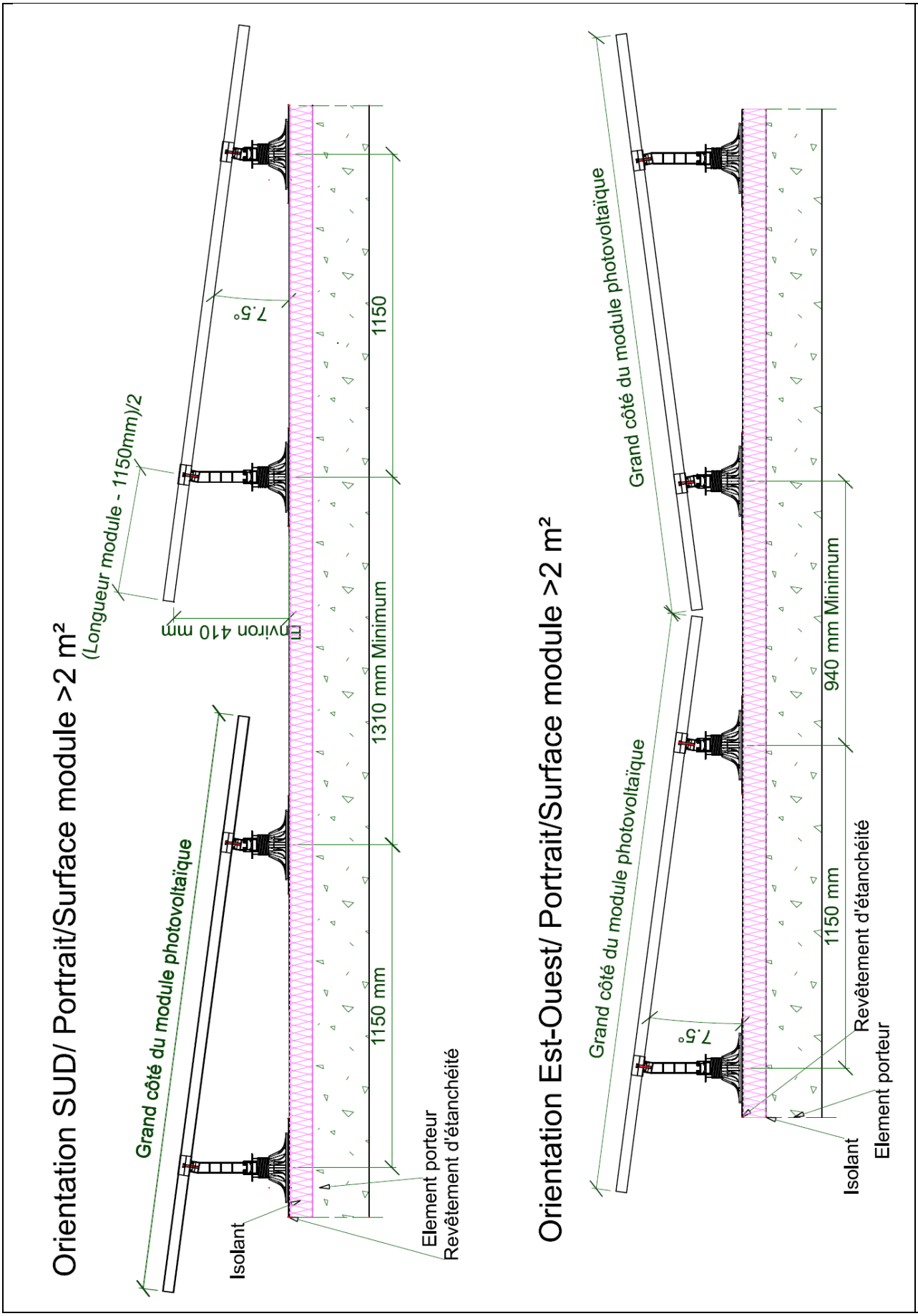



Figure 4 : vue en coupe en mode portrait dans le sens de la longueur des modules PV de surface > 2m²

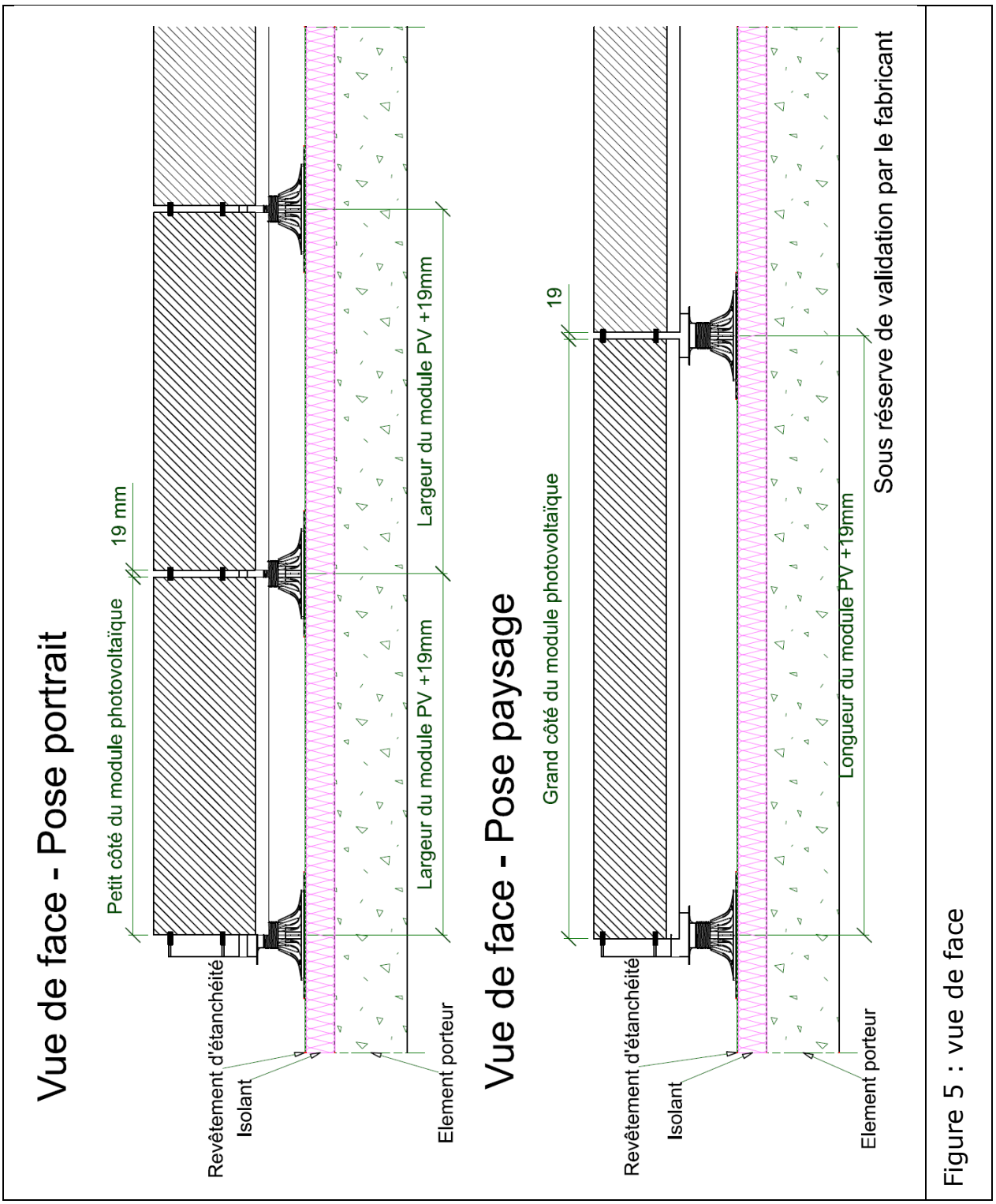



Figure 5 : vue de face

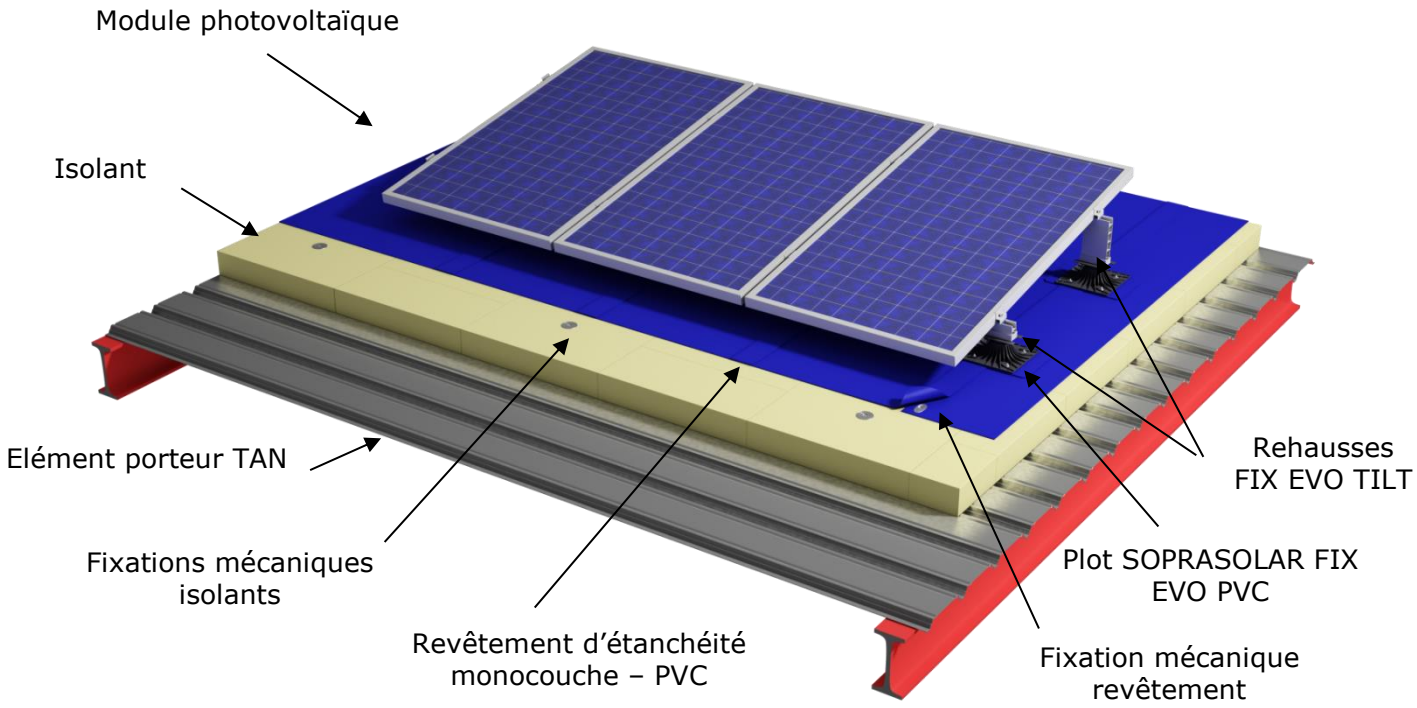



*Figure 6 : Exemple de cas du procédé SOPRASOLAR FIX EVO TILT PVC sur élément porteur TAN avec revêtement d'étanchéité synthétique PVC monocouche fixé mécaniquement et modules photovoltaïques en mode portrait*

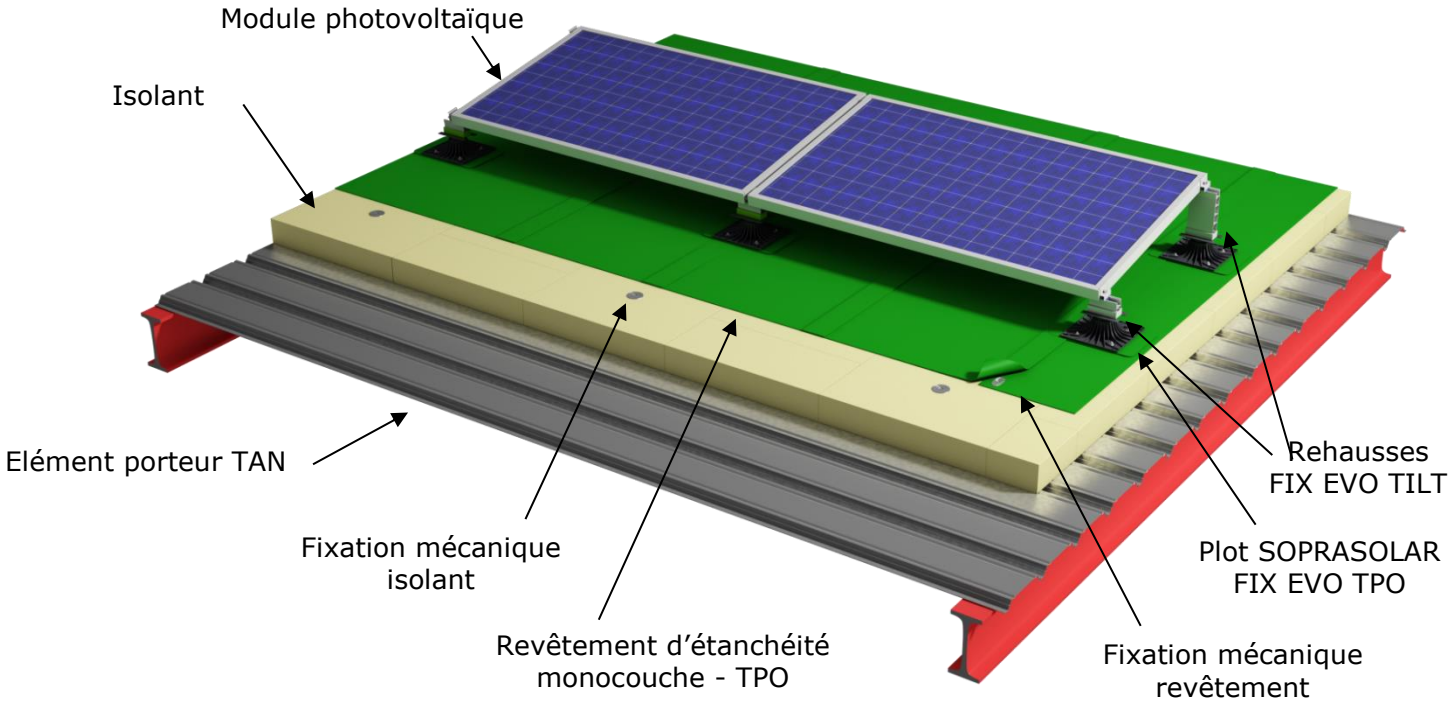



*Figure 7 : Exemple de cas du procédé SOPRASOLAR FIX EVO TILT TPO sur élément porteur TAN avec revêtement d'étanchéité synthétique TPO monocouche fixé mécaniquement et modules photovoltaïques en mode paysage*

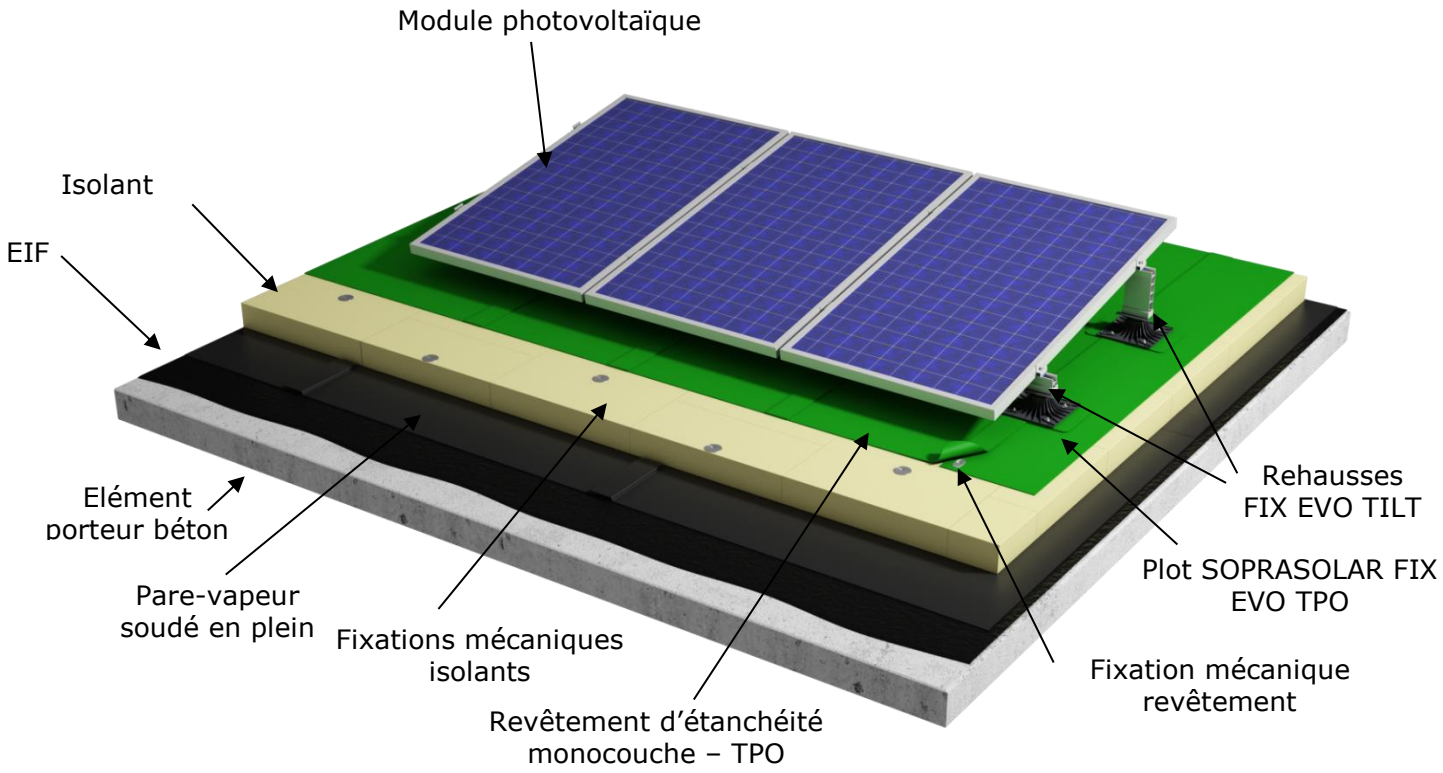



*Figure 8 : Exemple de cas du procédé SOPRASOLAR FIX EVO TILT TPO sur élément porteur maçonnerie avec revêtement d'étanchéité synthétique TPO monocouche fixé mécaniquement en mode portrait*

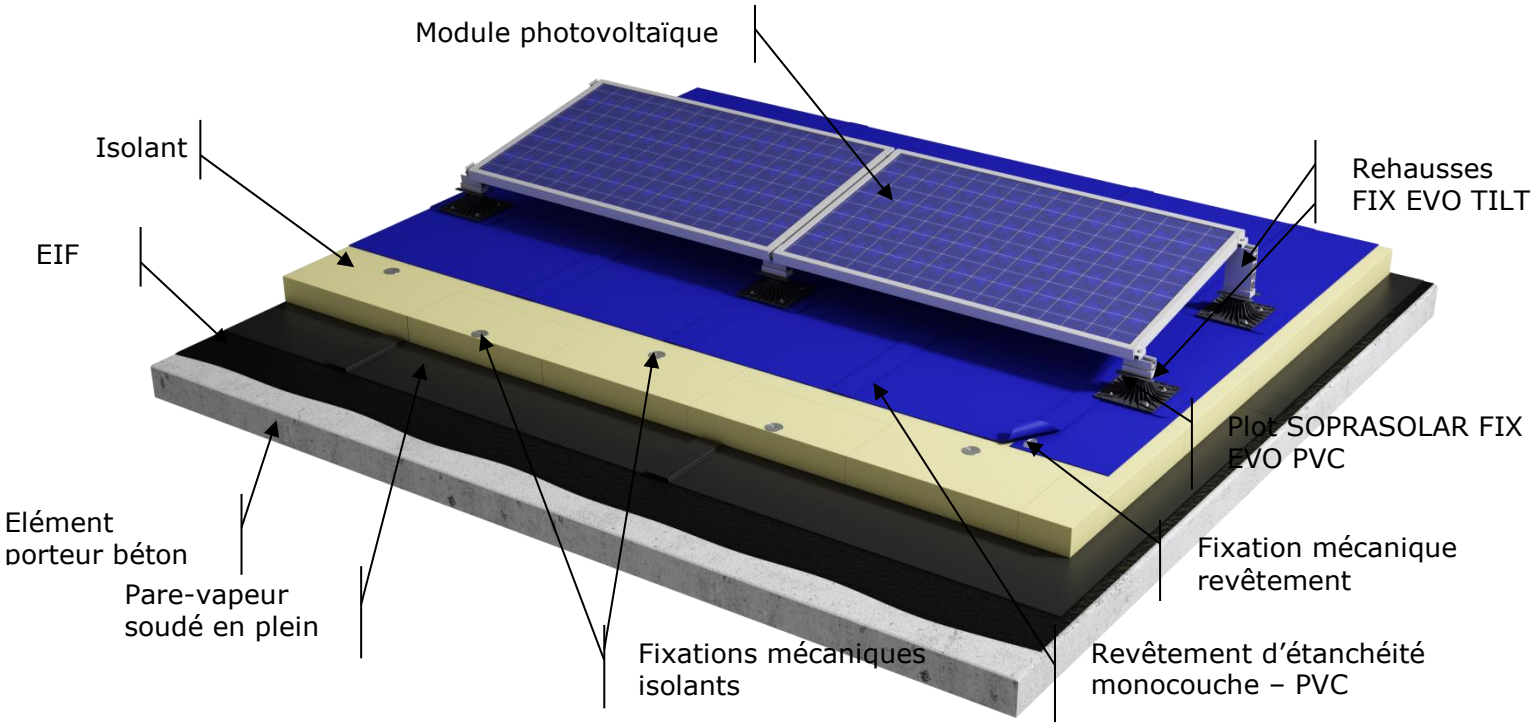



*Figure 9 : Exemple de cas du procédé SOPRASOLAR FIX EVO TILT PVC sur élément porteur maçonnerie avec revêtement d'étanchéité synthétique PVC monocouche fixé mécaniquement en mode paysage*

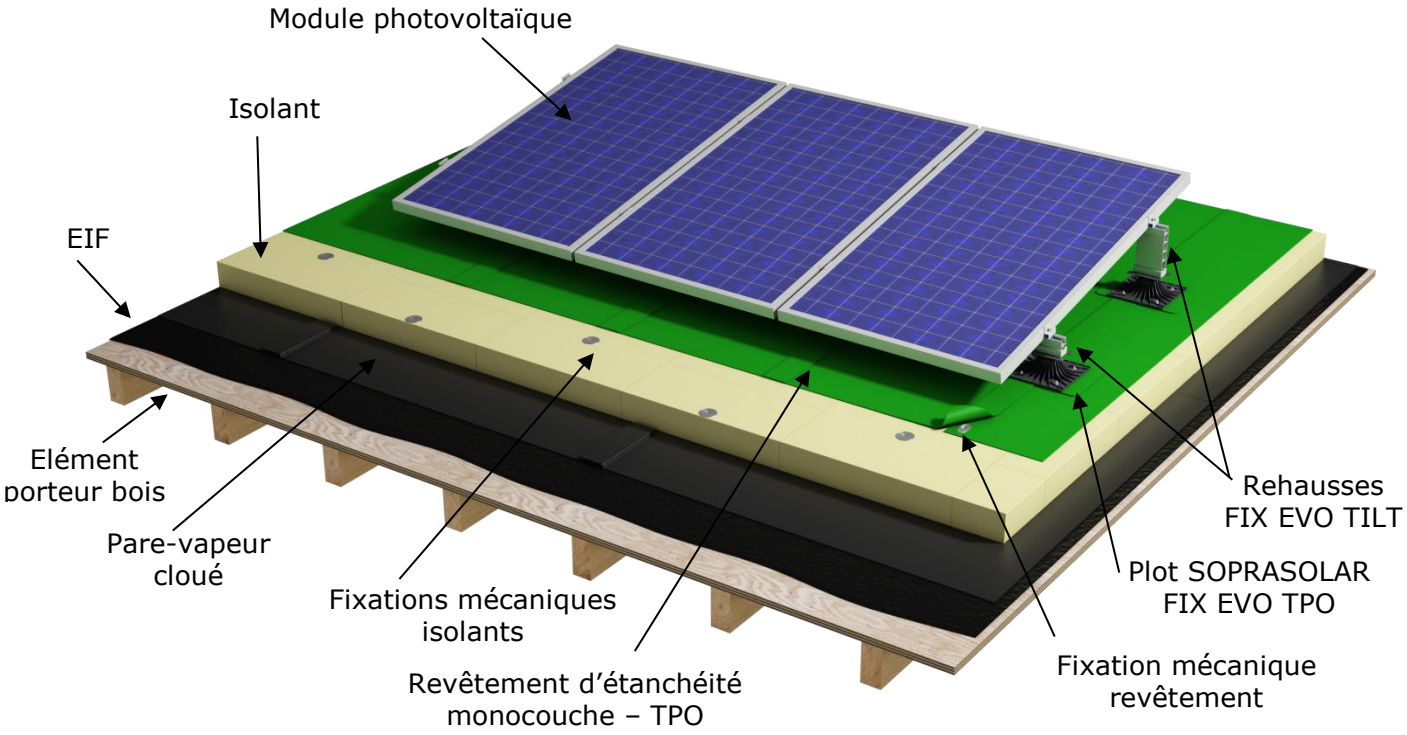



*Figure 10 : Exemple de cas du procédé SOPRASOLAR FIX EVO TILT TPO sur élément porteur bois avec revêtement d'étanchéité synthétique TPO monocouche fixé mécaniquement en mode portrait*

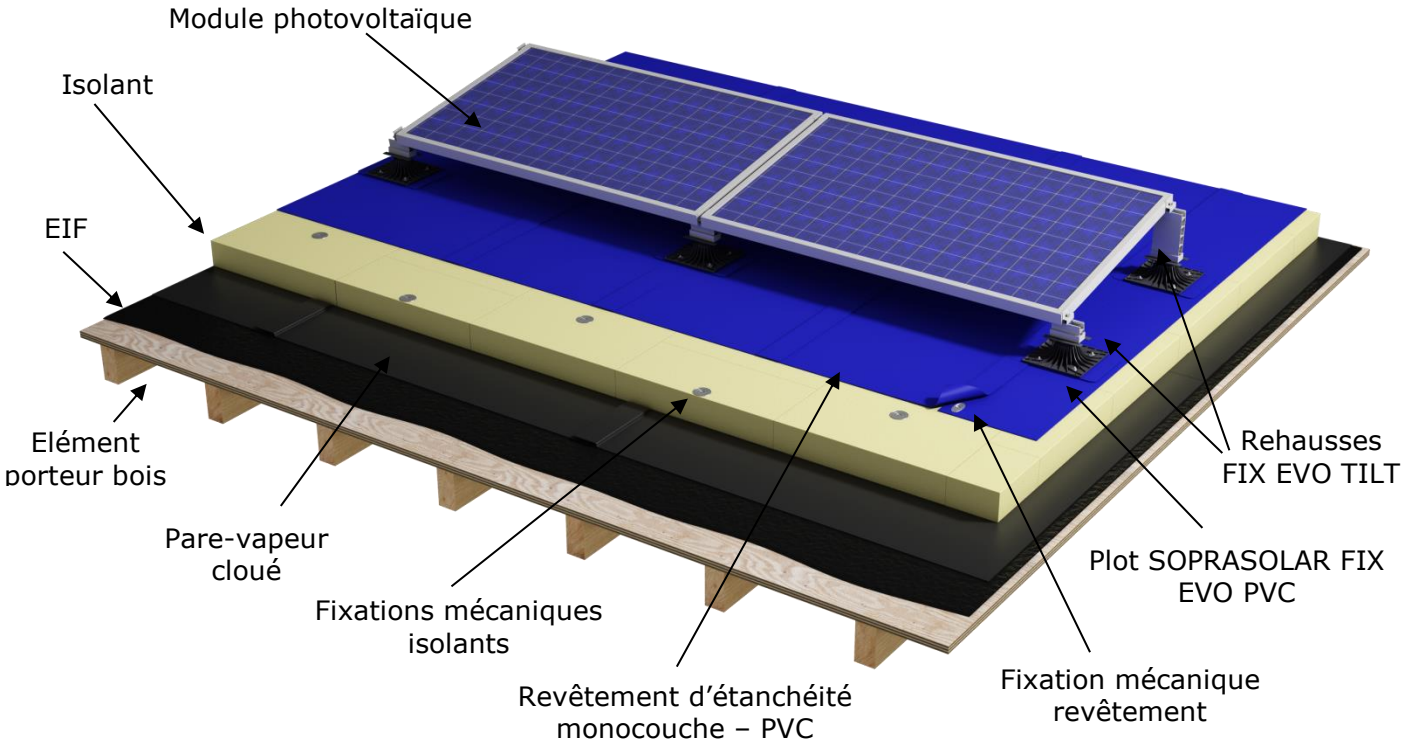



*Figure 11 : Exemple de cas du procédé SOPRASOLAR FIX EVO TILT PVC sur élément porteur bois avec revêtement d'étanchéité synthétique PVC monocouche fixé mécaniquement en mode paysage*

# 3 Organisation de la mise en œuvre

## 3.1 Généralité

Le procédé est livré avec sa notice de mise en œuvre ainsi qu'un plan d'exécution - calepinage des **plots SOPRASOLAR FIX EVO PVC/TPO avec rehausses 200 et rehausse 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 Prescription 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 PVC/TPO**. **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 pour la pose du procédé, avec l'intervention pendant une journée d'un technicien.

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, des rehausses 200 et 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 PVC/TPO**.

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 PVC/TPO** 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 BLOQUEUR et REHAUSSE SOPRASOLAR FIX EVO TILT PVC/TPO**
  - Dans la zone concernée, retirer le module photovoltaïque (voir puce précédente)
  - Retirer le **BLOQUEUR** et la **REHAUSSE SOPRASOLAR FIX EVO TILT PVC/TPO** 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 PVC/TPO**
  - Dans la zone concernée, retirer le module photovoltaïque
  - Enlever le (les) plot(s) **SOPRASOLAR FIX EVO PVC/TPO** défectueux de la manière suivante:
    - Découper le plastron au plus près des zones de soudure, sans endommager le revêtement d'étanchéité, en intercalant par exemple une réglette métallique entre le plastron et le revêtement d'étanchéité.
    - Préparer la zone de soudure (voir §7.3.2)
    - Souder un nouveau plot conformément au présent Dossier Technique à l'emplacement ainsi libéré en tournant celui-ci de 90°, afin de ne pas être gêné par les restes de la précédente soudure.
  - Remonter et rebrancher le module photovoltaïque comme décrit en première puce de ce paragraphe.
- **Remplacement de l'étanchéité**
  - Dans la zone concernée, retirer les modules photovoltaïques et le cas échéant les plots **SOPRASOLAR FIX EVO PVC/TPO** (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.
  - Re souder un plot si nécessaire
  - 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 froide 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).
  - Les Documents Techniques d'Application 5/15-2473 FLAGON SR-FLAGON SR/FR M2 et 5.2/17-2557_V1 FLAGON EP/PR FLAGON EP/PR SC.
  - Les ETN de DEKRA sur les procédés FLAGON TPO Toiture (Edition 5 de février 2019) et FLAGON PVC toiture de SOPREMA FLAG (DT-19-006_FR Edition 5 de juin 2019)

## 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 1 en page 18):
    - de 0% à 10% sur maçonnerie avec revêtement
    - de 1% à 10% sur béton cellulaire autoclavé armé
    - de 3% à 10% sur Tôle d'Acier Nervurée (TAN) isolée
    - de 3% à 10% sur bois et panneaux à base de bois isolés ou non (détails de pente voir NF DTU 43.4)
    - avec des modules photovoltaïques rigides listés en première page
- **Sur TAN, l'étancheur devra s'assurer de l'adéquation entre le bac retenu et la densité de fixation requise**.
- Sur béton, une pente à 0% nécessite la mise en place d'un Plan d'Action Qualité décrit dans le chapitre 5 des CPP FLAGON TPO Toiture (Edition 5 de février 2019) et FLAGON PVC Toiture (Edition 5 de juin 2019) validés par DEKRA.
- En fonction des matériaux constitutifs du procédé et des modules photovoltaïques mis en œuvre, le tableau 4 au chapitre 14.1 précise les atmosphères extérieures permises pour le procédé **SOPRASOLAR FIX EVO TILT PVC/TPO** et les modules photovoltaïques.
- Le procédé **SOPRASOLAR FIX EVO TILT PVC/TPO** doit être mis en œuvre uniquement sur les membranes synthétiques de la société SOPREMA.
- Le procédé n'apporte pas de contraintes particulières pour la prise en compte 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. Il est rappelé que la mise en œuvre des revêtements d'étanchéité par fixations mécaniques n'est pas compatible avec des locaux à très forte hygrométrie.

- Le procédé **SOPRASOLAR FIX EVO TILT PVC/TPO** 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 figures 1 à 5 au chapitre 2 et figures 16 au chapitre 4.3) avec les fixations, les plots **SOPRASOLAR FIX EVO PVC/TPO**, les **REHAUSSES 45 et 200** positionnés suivant les préconisations des figures 18 à 21 du chapitre 7.3.1 et des figures 22, 22bis, 23, 23bis, 24 et 24bis au 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 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.**

| Orientation | Revêtement étanchéité | VOLTEC BIVA 60 VSPB RECxxxTP2M PEIMAR SMxxxM(FB) PEIMAR SMxxxM(BF) | | LONGI LR4-60HPH-M LONGI LR4-60HIH-M | | SUNPOWER Maxeon 3 | | LONGI LR4-60HBD-M | | SUNPOWER E20 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Normale | Extrême | Normale | Extrême | Normale | Extrême | Normale | Extrême | Normale | Extrême |
| Portrait | PVC | 960 | 1680 | 870 | 1520 | 730 | 1277 | 870 | 1520 | 730 | 1277 |
| | TPO | 987 | 1728 | 895 | 1560 | 754 | 1320 | 895 | 1560 | 754 | 1320 |
| Paysage | PVC | 960 | 1680 | 870 | 1520 | 730 | 1277 | | | | |
| | TPO | 987 | 1728 | 895 | 1560 | 754 | 1320 | | | | |

*Sollicitations climatiques maximales de vent (NV65) en Pascal*

**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 SOPRASOLAR FIX EVO PVC/TPO.**

- 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 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 PVC/TPO.**

| Orientation | Revêtement étanchéité | VOLTEC BIVA 60 VSPB RECxxxTP2M PEIMAR SMxxxM(FB) PEIMAR SMxxxM(BF) | | LONGI LR4-60HPH-M LONGI LR4-60HIH-M | | SUNPOWER Maxeon 3 | | LONGI LR4-60HBD-M | | SUNPOWER E20 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Normale | Extrême | Normale | Extrême | Normale | Extrême | Normale | Extrême | Normale | Extrême |
| Portrait | PVC ou TPO | 1280 | 2125 | 1160 | 1925 | 980 | 1626 | 1160 | 1925 | 980 | 1626 |
| Paysage | | 1280 | 2125 | 964 | 1600 | 980 | 1626 | | | | |

*Sollicitations climatiques maximales de neige (NV65) en Pascal*

**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.**

| Elément porteur | Tôles d'Acier Nervurées (TAN) Bois et panneaux à base de bois(1) | Maçonnerie | Béton cellulaire |
|---|---|---|---|
| Revêtement d'étanchéité synthétique PVC ou TPO | monocouche | | |
| Pente minimale de la toiture | 3% | 0%(2) | 1% |
| Pente maximale de la toiture | 10% | 10% | 10% |

(1) 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)

(2) Nécessite un plan d'action qualité (PAQ) si pente nulle

*Tableau 1 : Guide de choix du complexe isolant-étanchéité dans le cadre du procédé **SOPRASOLAR FIX EVO TILT PVC/TPO** en fonction de l'élément porteur et de la pente de la toiture*

## 4.3 Implantation des modules photovoltaïques

Les modules photovoltaïques peuvent être posés en mode portrait ou paysage, excepté les modules SUNPOWER E20 et LONGI LR4-60HBD-xxxM, conformément aux préconisations du chapitre 7.3.1 figures 18, 19, 20 et 21 et au chapitre 7.3.2 figures 22, 22bis, 23, 23bis, 24 et 24bis.

La pente de la toiture conforme au tableau 1 du chapitre 4.2 n'impose pas de restriction de mise en œuvre à l'orientation des modules photovoltaïque par rapport au sens de la pente.

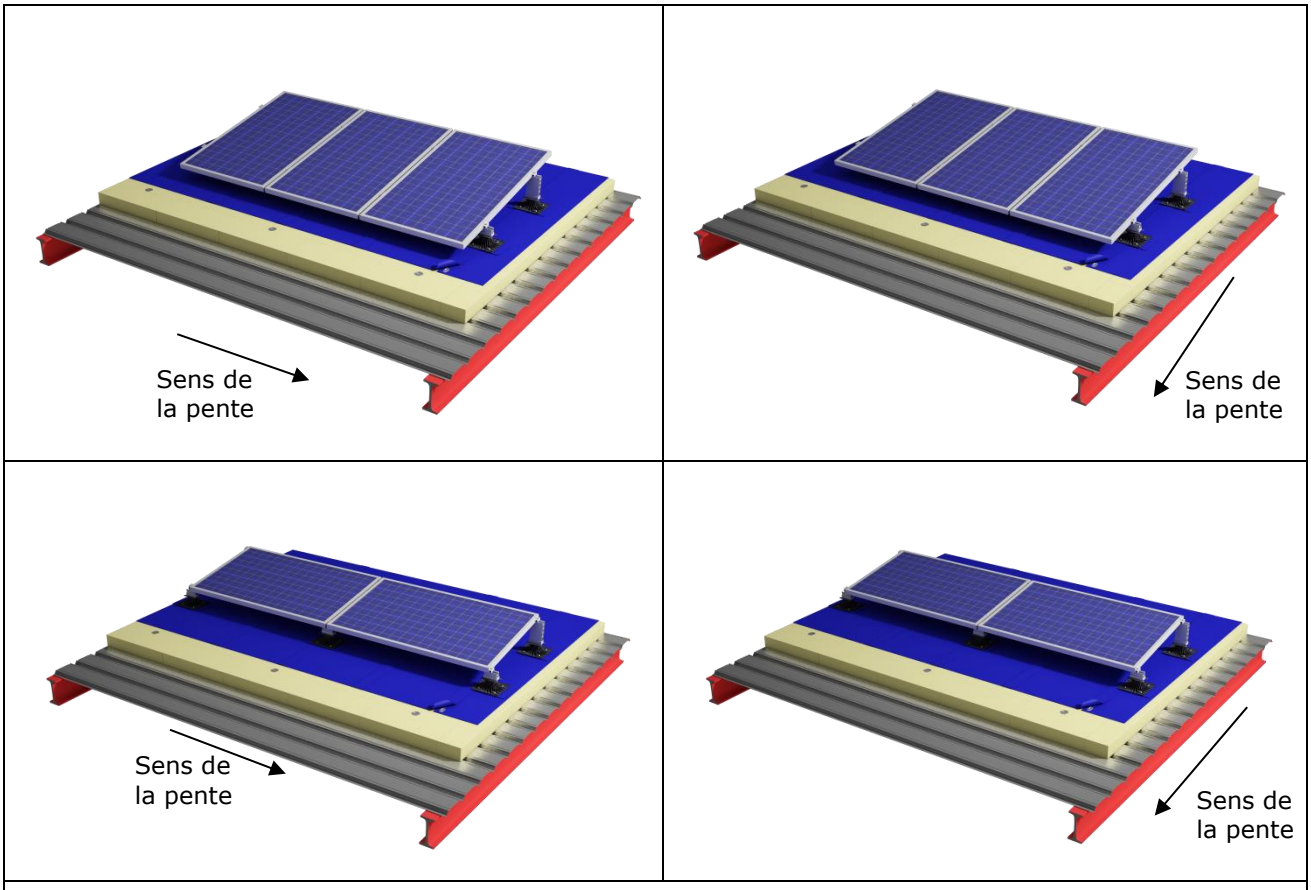



*Figure 16 : Exemple d'orientation de pose des modules photovoltaïques par rapport au sens de la pente de la toitrure (cas avec élément porteur TAN, idem pour bois et maçonnerie)*

# 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 17 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

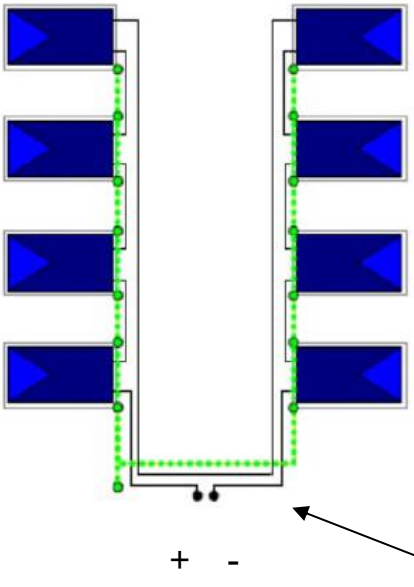
La mise à la terre du champ photovoltaïque s'effectue en peigne en récupérant, au fur et à mesure de la pose des composants :

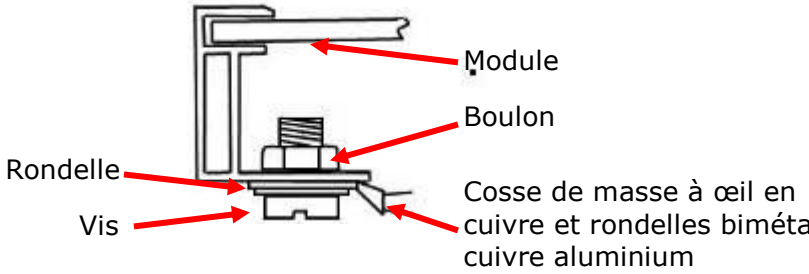
- les masses métalliques des cadres des modules par l'intermédiaire de cosses de masse à œil en cuivre, rondelles bimétal et d'un ensemble vis-boulon-rondelle ou tout autre solution mécanique validée par **SOPRASOLAR**.

- les masses métalliques de la 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.



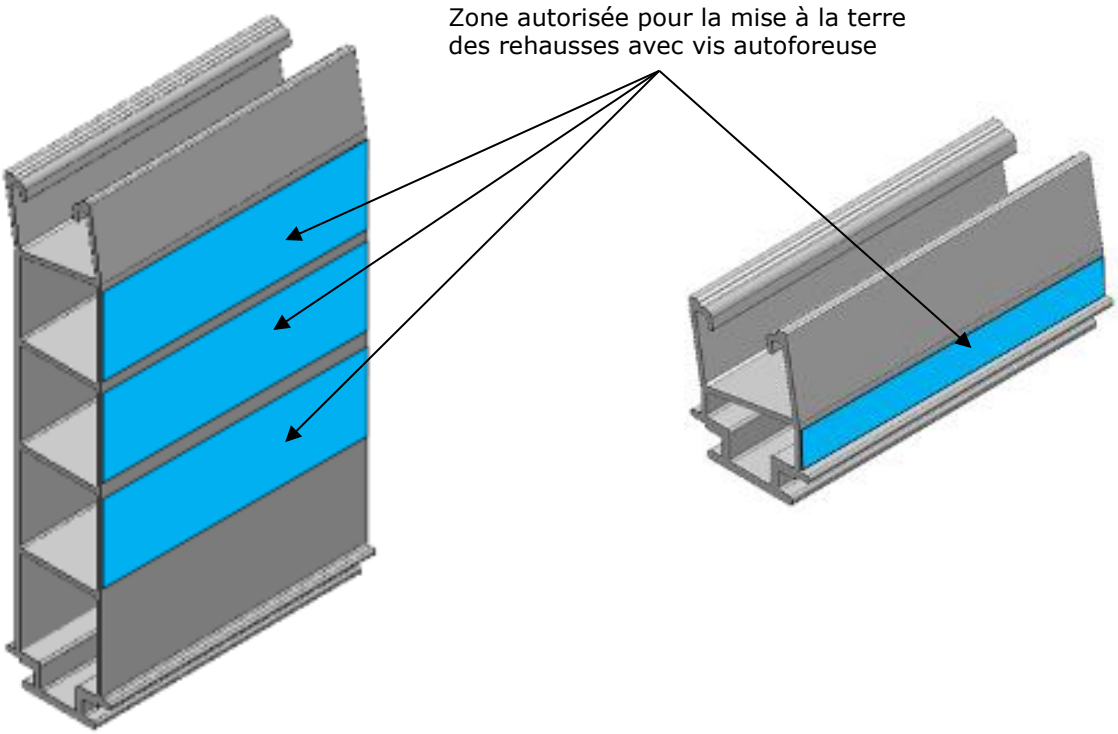
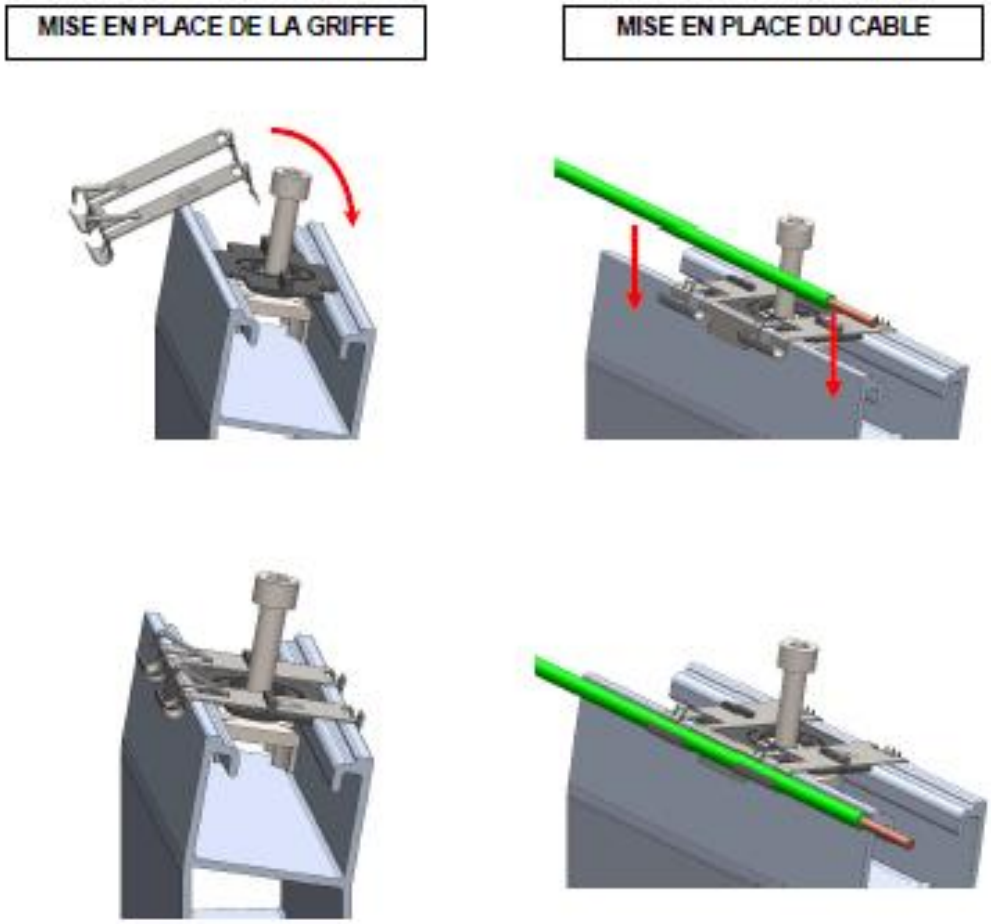



*Figure 17 : Principe de câblage et de mise à la terre du procédé*

## *Cas du système Terragrif de MobaSolar :*

Le système Terragrif permet d'effectuer la continuité de la mise à la terre entre le cadre du module et la rehausse grâce à un système de griffe. Ce système a passé les essais de mise à la terre de panneaux photovoltaïques du LCIE (rapport N°161353-736671).



## 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.**

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 série 43 (voir figure 31 au chapitre 12.1),
- 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.

Les ailettes de la tête du plot peuvent être percées avec un foret 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.

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

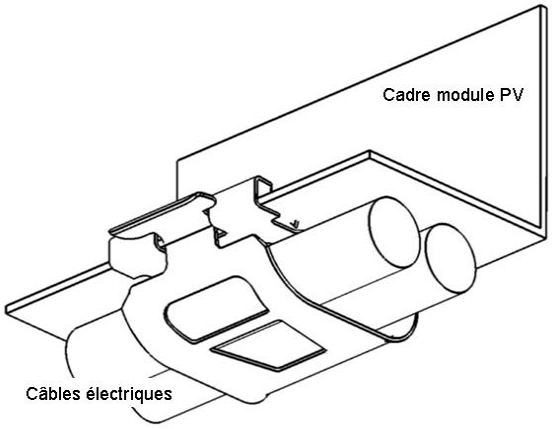


*Photo 3 : fixation des câbles sur le retour du cadre des modules PV*

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

Dans le cas d'utilisation de chemin de câbles rapportés, les supports de chemin de câbles (compatible avec le revêtement d'étanchéité) devront résister aux intempéries et seront placés 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 devra être précisée par l'électricien compétent, avec au minimum un support tous les 1,5 mètres.

Cas de supports métalliques liaisonnés sur l'étanchéité: ce sont par exemple des omégas en tôles d'acier inox AISI 304 pliées de dimensions minimales 50mm x 50mm x 50mm x 150mm et d'épaisseur 1,2mm (voir Figure 32 au chapitre 14.4). Ces supports sont liaisonnés sur leurs deux côtés sur l'étanchéité à l'aide de bandes de membranes synthétiques soudées (voir Figure 33 au chapitre 14.4). La mise en place de ces supports doit être faite par l'étancheur.

Les plots Soprasolar Fix EVO permettent également de réaliser un support au chemin de câble. La fixation du chemin de câble sur le plot se fait grâce à l'écrou cage logé dans la tête de celui-ci et par une vis INOX qui vient réaliser la liaison. Les plots devront être espacés de 1.5m. Cas de dallettes en béton : les platines d'appuis du chemin de câbles sont fixées sur des dalles en béton de dimensions 30cm x 30cm x 3cm minimum. Il conviendra de poser les dalles de béton sur un écran de protection (non-tissé polyester) afin de ne pas endommager le revêtement d'étanchéité. Ce système de dallettes peut être mis en œuvre par l'électricien spécialisé, pour des toitures de pente ≤ 5%.

# 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 PVC/TPO**.
- La charge permanente d'exploitation supplémentaire amenée par le système de montage **SOPRASOLAR FIX EVO TILT PVC/TPO** 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 pré-dimensionnement, il conviendra de fixer chaque support bois :
  - aux chevrons ou aux pannes en bois avec des fixations conforme au DTU 43.4 et présentant un entraxe entre chaque fixation de 15cm en périphérie et sur appuis intermédiaires

- aux chevrons ou pannes en acier avec des fixations conforme 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 PVC/TPO.**

- 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 PVC/TPO 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 conforme à la norme NFDTU 43.3 P1-2
  - Le couturage 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 PVC/TPO** 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 ; **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 2mm 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 ; **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 2mm ; 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 :

| 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 PVC/TPO**.

### 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 7.2.1) 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 PVC/TPO.**

Les isolants sont mis en œuvre conformément à leurs Avis Techniques, DTA, ETN.

## 6.3 Support constitués par d'anciens revêtements d'étanchéité

### 6.3.1 Généralité

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 PVC/TPO induit des sollicitations localisées sur l'élément porteur différentes des sollicitations réparties**.

En réfection, si l'ancien revêtement d'étanchéité synthétique est conservé, il faudra obligatoirement refaire un nouveau revêtement :

- Soit mis en œuvre directement sur le revêtement existant, l'interposition d'un écran de séparation FLAG GEOTEXTILE PET 300 est obligatoire.
- Soit avec interposition d'un écran support de classe minimale C à 80°C, 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 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.

### 6.3.2 Dépose du système existant en partie courante

La dépose du système existant (retour à l'élément porteur) est obligatoire si les conditions suivantes sont atteintes :

- Existence de deux réfections sur l'étanchéité d'origine sur maçonnerie et dès la présence d'une réfection sur TAN et bois.
- Les étanchéités existantes doivent être déposés dans le cas de revêtement 5+15+20, ou de bicouches asphaltes (ou mixte).

Dans ces cas traiter le chantier avec les techniques appliquées en travaux neufs.

### 6.3.3 Synthèse complexe d'étanchéité pour réfection

<table>
<tr><th>Elément porteur</th><th>Support direct du complexe</th><th colspan="2">Complexe</th></tr>
<tr><td rowspan="2">Tôles d'Acier Nervurées (TAN)<br>Bois et panneaux à base de bois – Maçonnerie – Béton cellulaire de pente ≤ 10%</td><td>Isolant conforme au §6.2</td><td colspan="2">– FLAGON SR<br>– FLAGON SR FR M2<br>– FLAGON SR SC<br>– FLAGON EP/PR<br>– FLAGON EP/PR SC</td></tr>
<tr><td>Ancien revêtement conservé :<br>– Asphalte sans protection<br>– Revêtement bitumineux<br>– Membrane synthétique</td><td>FLAG GEOTEXTILE PET 300</td><td>– FLAGON SR<br>– FLAGON SR FR M2<br>– FLAGON SR SC<br>– FLAGON EP/PR<br>– FLAGON EP/PR SC</td></tr>
</table>

# 7 Prescriptions relatives aux revêtements en partie courante

## 7.1 Composition des revêtements d'étanchéité

Le revêtement d'étanchéité synthétique sera obligatoirement fixé mécaniquement, le choix du type de revêtement est opéré dans le tableau du chapitre 7.2.1 (exemples donnés au chapitre 15.2).

Dans les zones de toitures équipées avec des modules photovoltaïques, les limites d'entraxe entre les fixations de la membrane d'étanchéité **PVC** ou **TPO**, tout en restant conforme aux ETN de DEKRA sur les procédés FLAGON TPO Toiture (Edition 5 de février 2019) et FLAGON PVC toiture de SOPREMA FLAG (DT 19_006_FR Edition 5 de juin 2019), ne pourront pas être supérieures à :

- 95 cm dans le sens transversal de la feuille d'étanchéité **FLAGON**
- 35 cm dans le sens longitudinal de la feuille d'étanchéité **FLAGON**

**Cela équivaut à une densité de fixation de 3 par m² de toiture minimum.**

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

**Quelle que soit la zone de vent d'implantation du projet, la densité de fixations de la feuille FLAGON, sera définie conformément aux** ETN de DEKRA sur les procédés FLAGON TPO Toiture (Edition 5 de février 2019) et FLAGON PVC toiture de SOPREMA SRL (DT 19_006_FR Edition 5 de juin 2019) 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 35 cm et inférieure à 18 cm.**

## 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:

| REFERENCE (1) | PROCEDE D'ETANCHEITE |
|---|---|
| DTA 5/15-2473<br>CCP Procédé FLAGON PVC Toitures – DT-19-006_FR - DEKRA | **FLAGON SR-FLAGON SR FR M2-FLAGON SR SC** |
| DTA 5.2/17-2557_V1<br>CCP Procédé FLAGON TPO Toitures – Edition 5 de février 2019 - DEKRA | **FLAGON EP/PR – FLAGON EP/PR SC** |

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

Toutes les membranes citées ci-dessus se déclinent dans les couleurs suivantes :

| Couleur | PVC | TPO |
|---|---|---|
| Gris clair | RAL 7047 | Non disponible |
| Gris sable | Non disponible | RAL 9002 (FGF) |
| Gris foncé | RAL 7012 | RAL 7012 |
| Energy + | RAL 9016 (teinté dans la masse) | RAL 9016 (teinté dans la masse) |
| Blanc | RAL 9016 (FBI) | RAL 9016 (FBI) |

Les couleurs n'influent pas sur les caractéristiques mécaniques des membranes.

### 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).

### 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 du procédé SOPRASOLAR FIX EVO TILT PVC/TPO

Une notice de pose est disponible sur le site www.soprasolar.com, il conviendra de remplir également avant chaque démarrage chantier la fiche d'autocontrôle présente en annexe de ce document ou dans la notice de pose.

### 7.3.1 Calepinage et préparation de la toiture

Le calepinage des plots avec rehausse du procédé **SOPRASOLAR FIX EVO TILT PVC/TPO** 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 1 m 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.

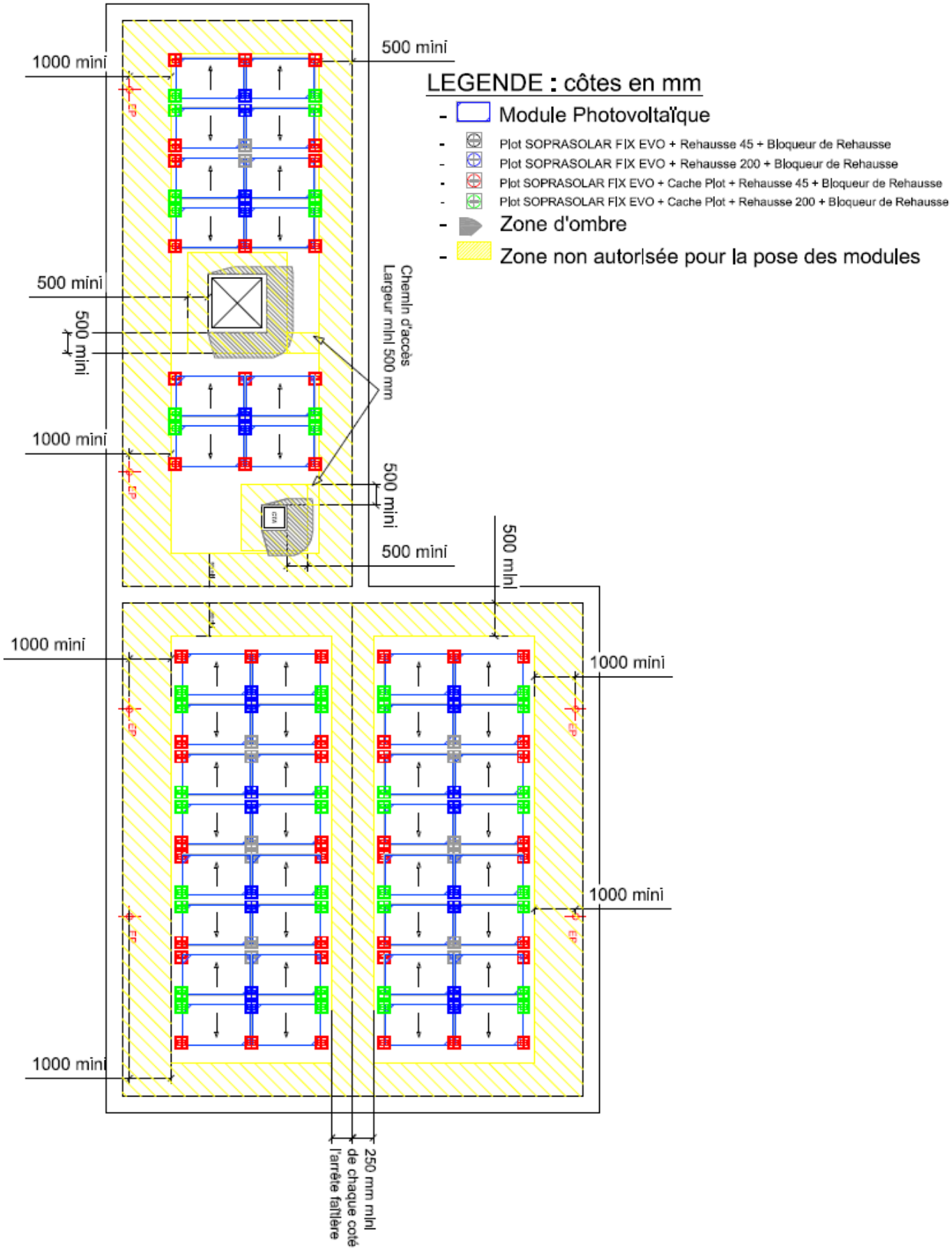



*Figure 18 : Calepinage et préparation de la toiture : modules photovoltaïques en mode paysage « EST/OUEST »*

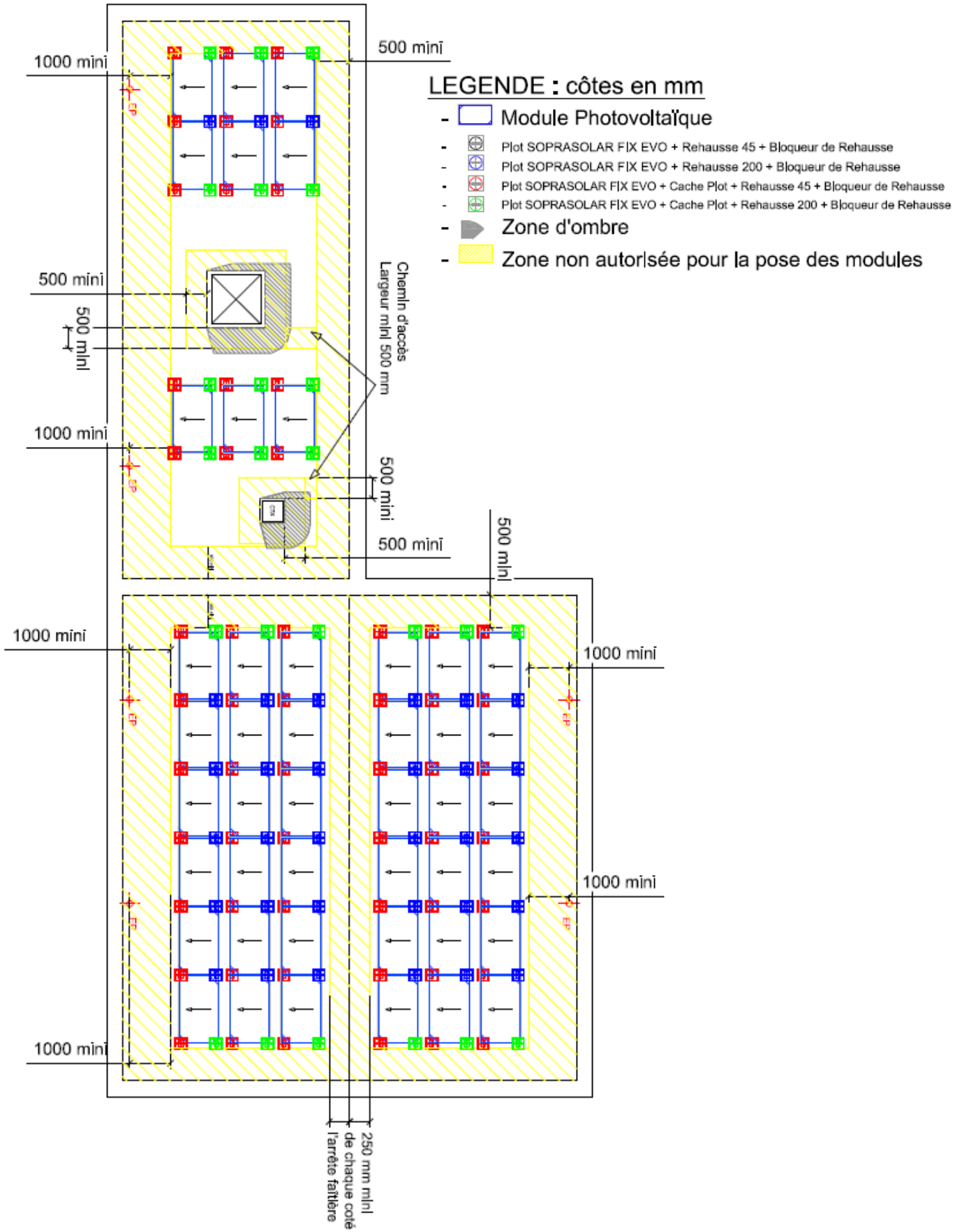



*Figure 19 : Calepinage et préparation de la toiture : modules photovoltaïques en mode paysage « SUD »)*

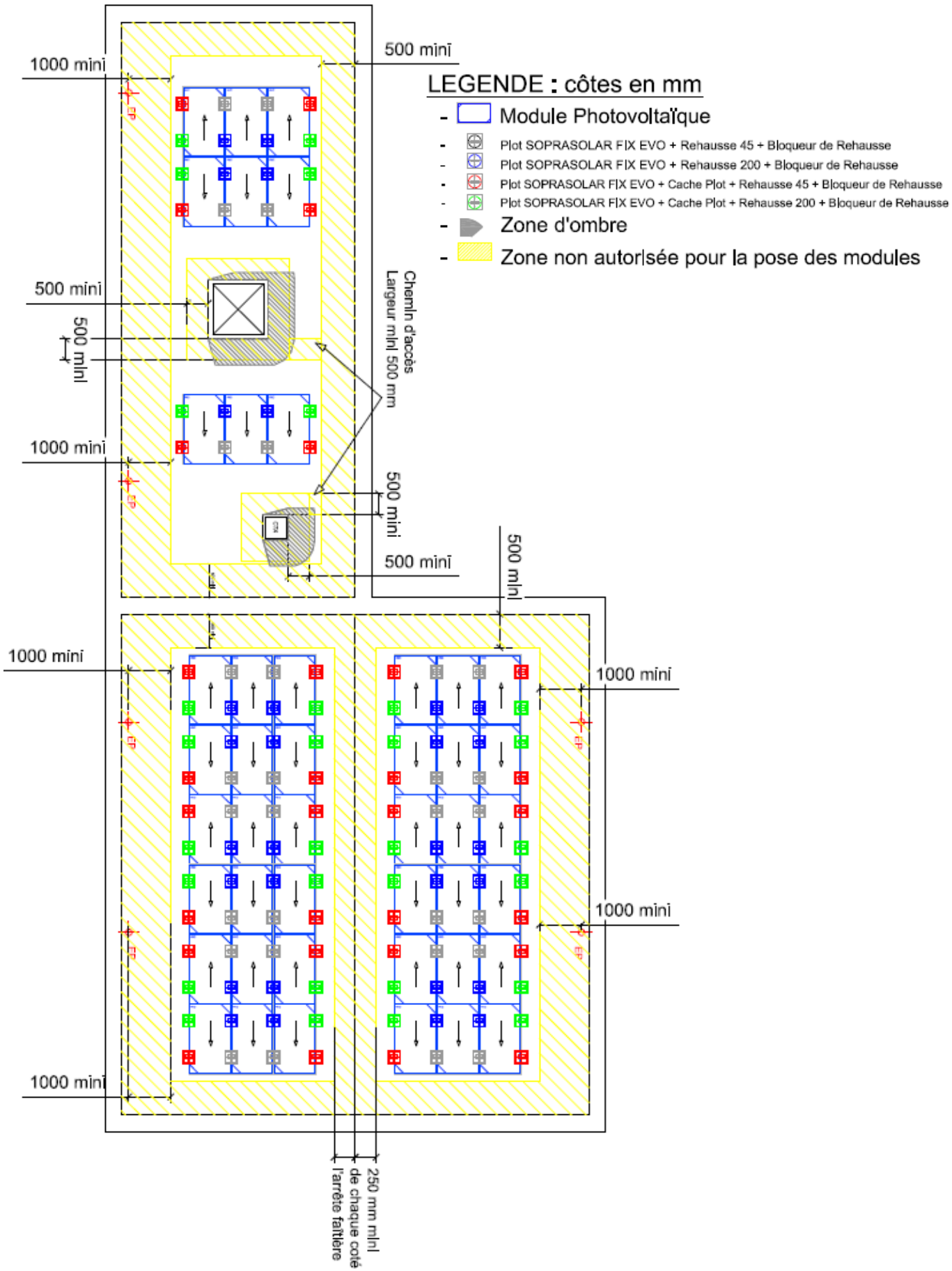



*Figure 20 : Calepinage et préparation de la toiture : modules photovoltaïques en mode portrait « EST/OUEST »*

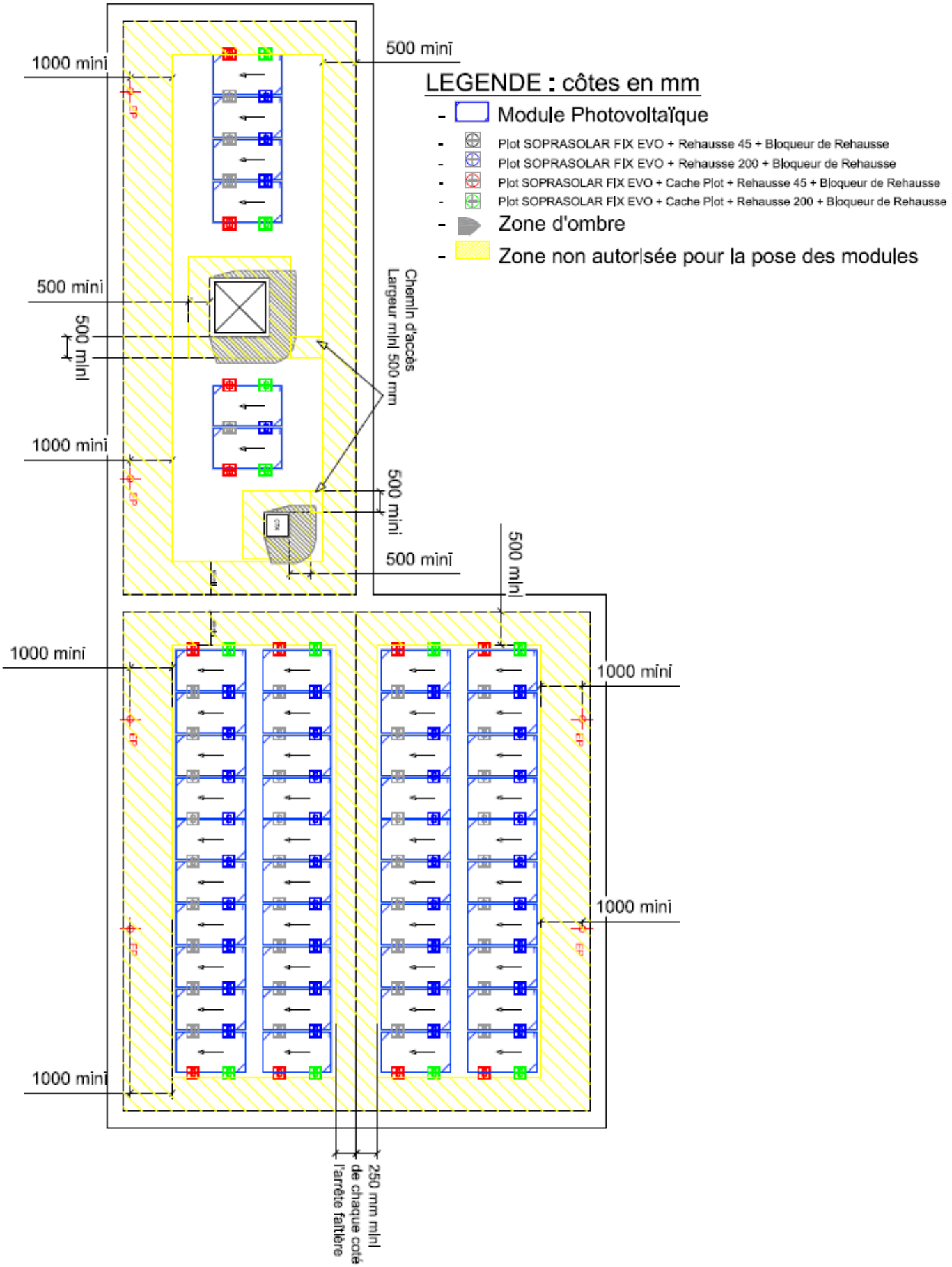



*Figure 21 : Calepinage et préparation de la toiture : modules photovoltaïques en mode portrait « SUD »*

### 7.3.2 Soudage des plots

- **Descriptif des plots**

Le plot du procédé **SOPRASOLAR FIX EVO TILT PVC/TPO** 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 PVC/TPO** (voir chapitre 10.2) et permettent un réglage en hauteur par un système de filetage.

Le plot **SOPRASOLAR FIX EVO PVC/TPO** 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 PVC/TPO**, sont mis en œuvre sur le plot un **BLOQUEUR DE REHAUSSE** et soit une **REHAUSSE 45** soit une **REHAUSSE 200** définis au chapitre 10.2.3.

- **Traçage**

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

**Les entraxes entre les plots SOPRASOLAR FIX EVO PVC/TPO et la densité en plots SOPRASOLAR FIX EVO PVC/TPO sous chaque module sont définis sur les figures 1 à 5 du chapitre 2 ainsi que sur les figures ci-dessous :**

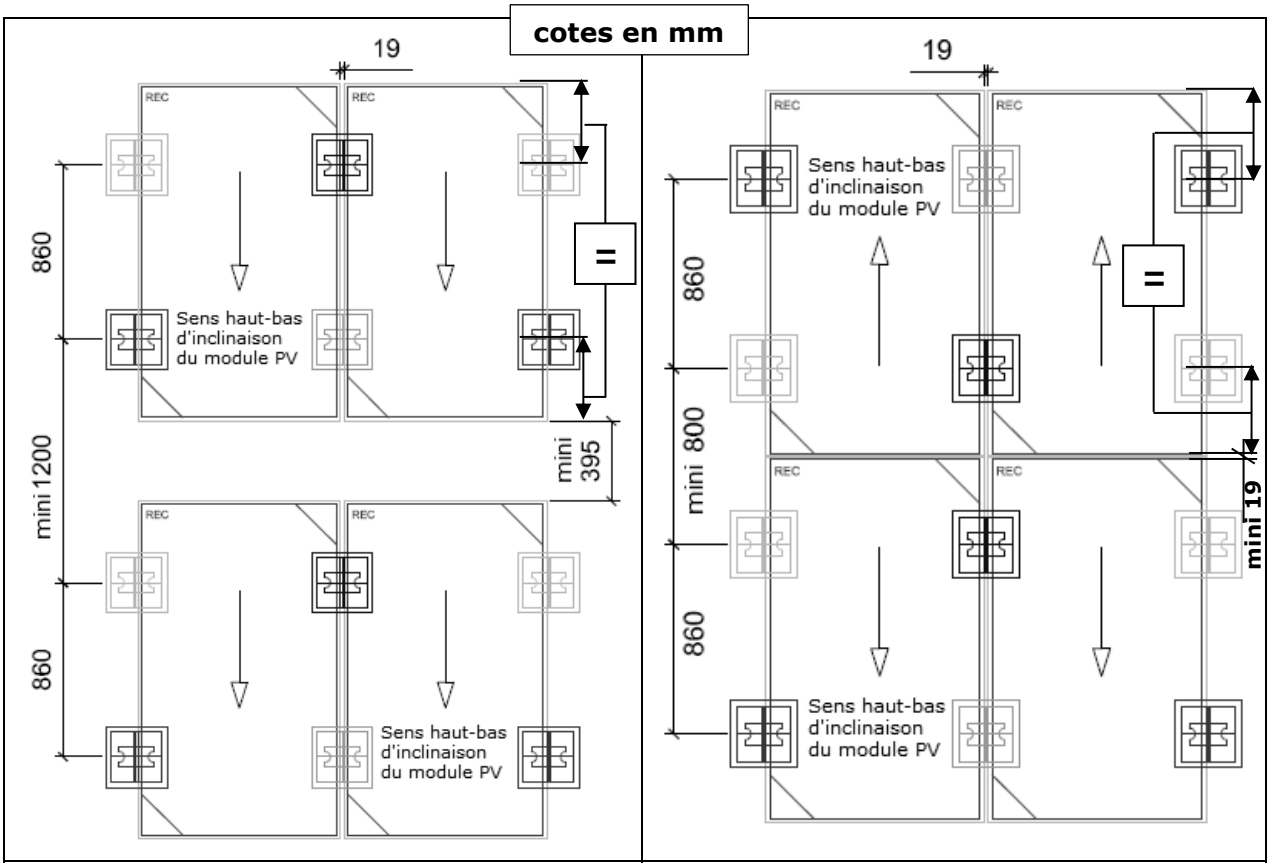



*Figure 22 : Implantation des plots SOPRASOLAR FIX EVO TILT PVC/TPO avec modules photovoltaïques en mode portrait « SUD » pour* $S_{module} \leq 1{,}67m^2$

*Figure 22bis : Implantation des plots SOPRASOLAR FIX EVO TILT PVC/TPO avec modules photovoltaïques en mode portrait « EST/OUEST » pour* $S_{module} \leq 1{,}67m^2$

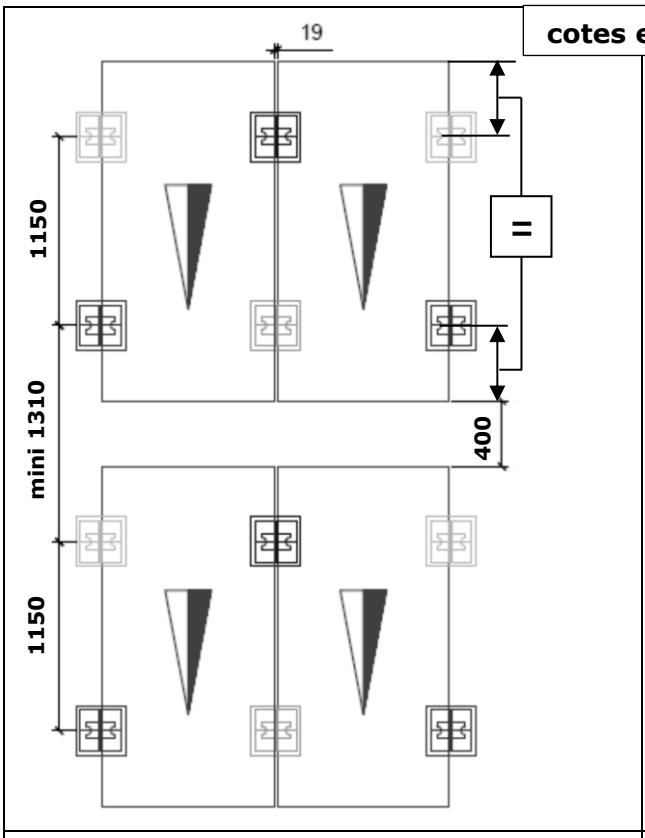



*Figure 23 : Implantation des plots SOPRASOLAR FIX EVO TILT PVC/TPO avec modules photovoltaïques en mode portrait « SUD » pour les modules > 2m²*

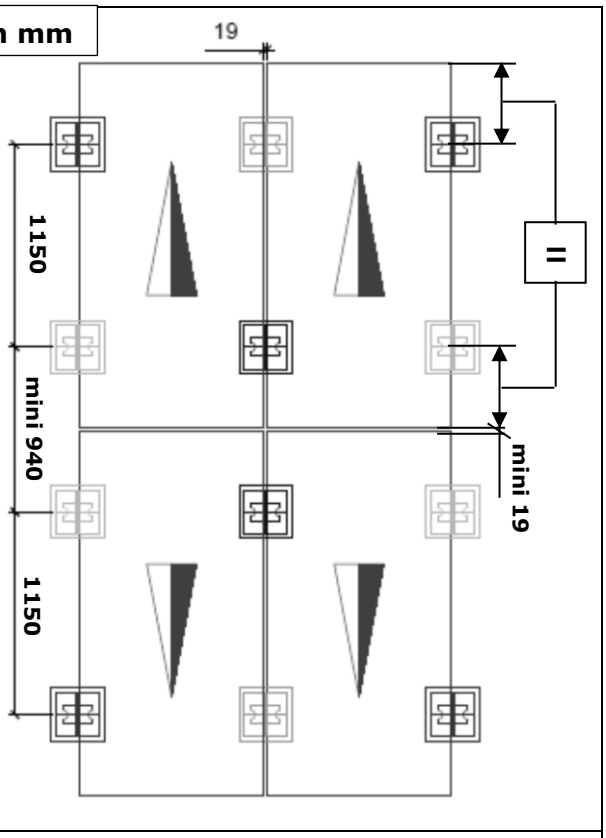



*Figure 23bis : Implantation des plots SOPRASOLAR FIX EVO TILT PVC/TPO avec modules photovoltaïques en mode portrait « EST/OUEST » pour les modules > 2m²*

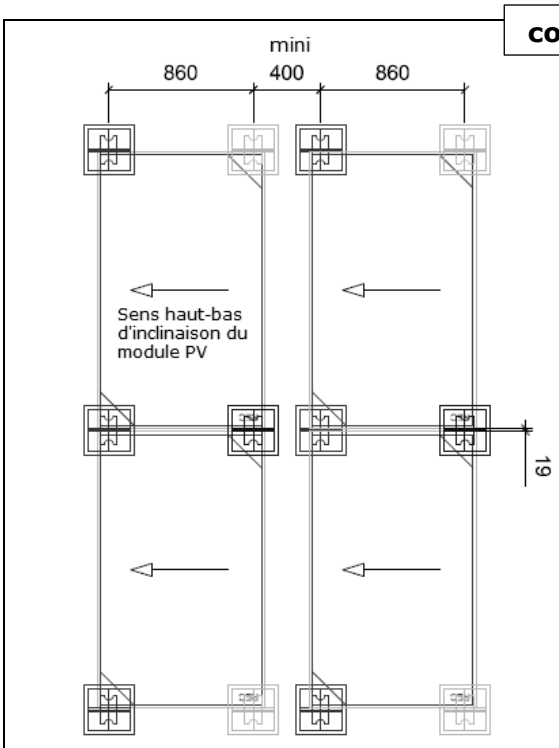



*Figure 24 : Implantation des plots SOPRASOLAR FIX EVO TILT PVC/TPO avec modules photovoltaïques en mode paysage « SUD » pour* ***$S_{module}$ ≤1,67m²***

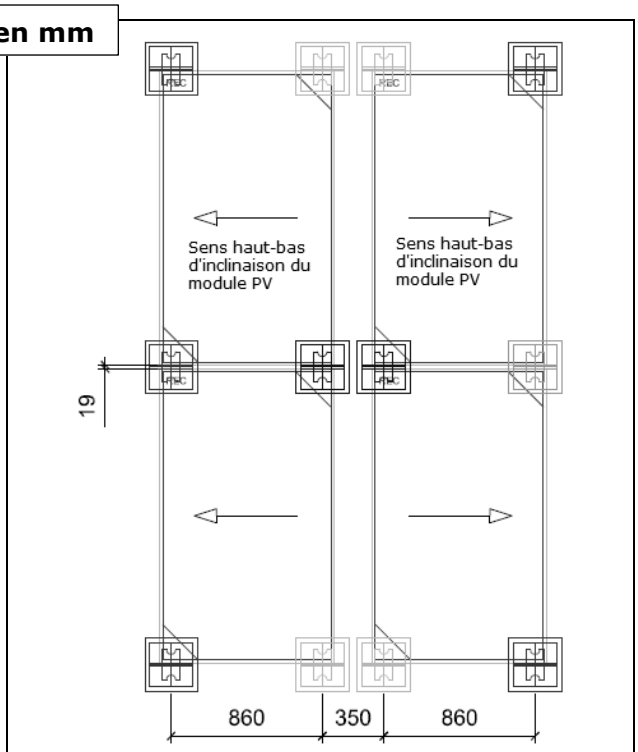



*Figure 24bis : Implantation des plots SOPRASOLAR FIX EVO TILT PVC/TPO avec modules photovoltaïques en mode paysage « EST/OUEST » pour* ***$S_{module}$ ≤1,67m²***

- **Préparation de la surface de soudure**

Sur un revêtement synthétique, une fois les emplacements des plastrons des plots repérés, il est impératif de préparer l'adhésion des plastrons au revêtement d'étanchéité.

Il faut passer un chiffon imprégné de FLAG TPO CLEANER ou FLAG PVC CLEANER pour obtenir une soudure pérenne, uniquement sur les zones à souder (plastron et revêtement).

Ne pas appliquer le FLAG TPO CLEANER ou FLAG PCV CLEANER directement sur la membrane ou le plastron du plot.

- **Température de soudure**

Les plots **SOPRASOLAR FIX EVO PVC/TPO** avec plastron en membrane synthétique se soudent avec un chalumeau à air chaud (communément appelé LEISTER).

**Avant chaque reprise de chantier il est impératif de procéder à un essai de soudure avec contrôle destructif par pelage manuel sur échantillon afin de déterminer les bons réglages du matériel de soudure.**

L'essai sera fait avec les membranes tests se trouvant dans les cartons des plots (1 membrane par carton de 20 plots).

Les plages de température de soudure sont résumées dans le tableau ci-dessous :

| Membrane synthétique | TEMPERATURE |
|---|---|
| PVC | 350°C à 550°C |
| TPO | 250°C à 450°C |

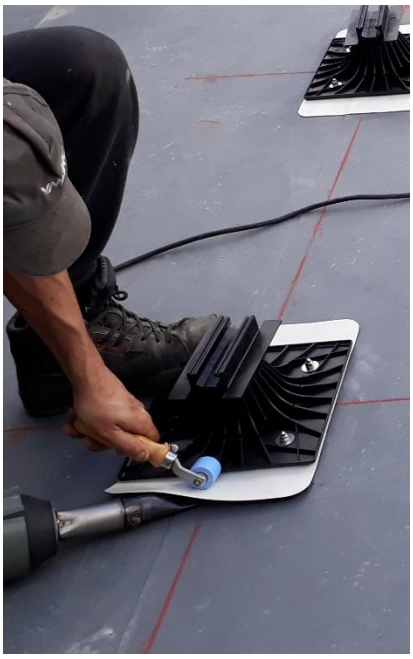
- **Outillage nécessaire**
  - Chalumeau à air chaud (Leister)
  - Buse de 40mm et/ou 20mm
  - Brosse métallique, il est impératif de maintenir les buses propres et correctement ouvertes (non pincées)
  - Rouleau de pression en silicone (mou) pour le PVC et en téflon (dur) pour le TPO
  - Testeur, sert à contrôler mécaniquement les soudures. **Celui-ci est systématique pour chaque soudure réalisée.**

| | | |
|---|---|---|
| | | |
| Chalumeau à air chaud | Buse de 40mm et 20mm | Brosse métallique |
| | | |
| Rouleau de pression en silicone (mou) pour le PVC | Rouleau de pression en téflon (dur) pour le TPO | Testeur (welding tester) |

- **Soudage du plastron des plots sur la membrane d'étanchéité**

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

Nettoyage de la zone au FLAG PVC CLEANER ou FLAG TPO CLEANER en fonction du type de membrane



Soudure d'un côté du plastron sur 3cm de large minimum

Soudure de l'autre côté du plastron sur 3cm de large minimum

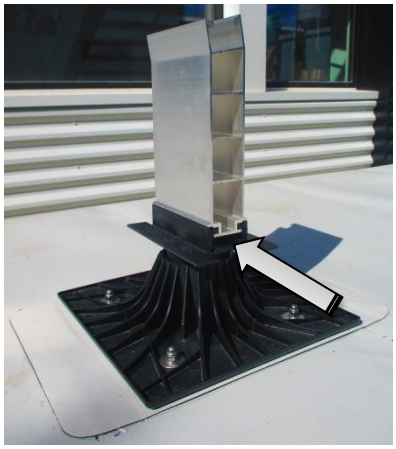
Vérification de la qualité des soudures à l'aide du testeur après refroidissement

*Photos 4 : Technique de soudage des plots sur revêtement d'étanchéité synthétique*

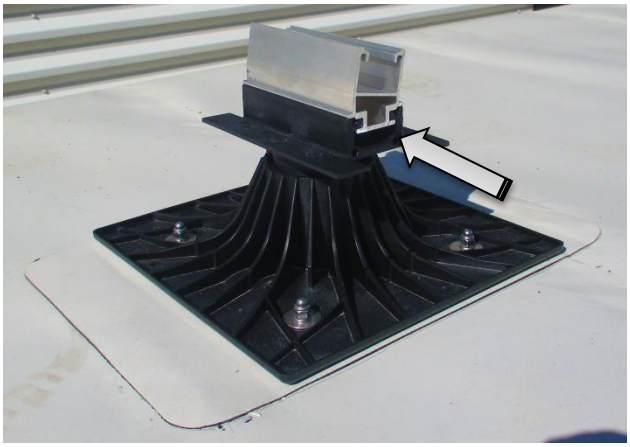
Il est d'usage de considérer qu'au-delà de 16 à 18 mois après la mise en place du complexe d'étanchéité, il n'est plus possible de venir souder un plot Soprasolar Fix Evo Tilt PVC/TPO en raison du vieillissement naturel du revêtement d'étanchéité.

## 7.4 Mise en œuvre des REHAUSSES, caches plots et BLOQUEURS DE REHAUSSE

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



rehausse 200

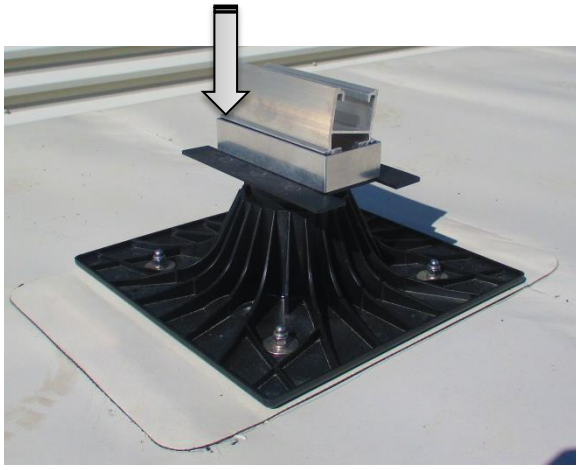


rehausse 45

*Photos 5 : 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.

rehausse 200 + bloqueur



rehausse 45 + bloqueur

*Photos 7 : Technique de mise en œuvre du BLOQUEUR DE REHAUSSE sur les plots SOPRASOLAR FIX EVO PVC/TPO équipés de REHAUSSE*

## 7.5 Mise en œuvre des modules photovoltaïques

Le procédé **SOPRASOLAR FIX EVO TILT PVC/TPO** permet l'utilisation de modules photovoltaïques rigides (voir chapitre 10.3) 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**, des caches plots **SOPRASOLAR FIX EVO TILT PVC/TPO** 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 PVC/TPO** équipés de **REHAUSSE 45** ou **200** et de **BLOQUEUR DE REHAUSSE** en respectant les portes à faux définis sur les Figures 22, 22bis, 23 et 23bis dans le cas d'un calepinage des modules photovoltaïques en portrait et les Figures 24 et 24bis dans le cas d'un calepinage des modules photovoltaïques en paysage. Suivant ces schémas, le jeu entre rangées de modules photovoltaïques sera **de 1,9cm au minimum**.

Au besoin régler les plots **SOPRASOLAR FIX EVO PVC/TPO** 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 10.2.5):

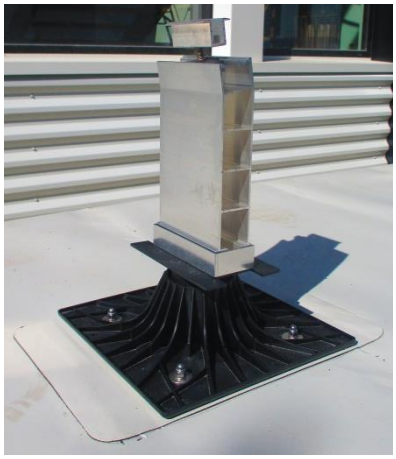
- finaux dans le cas de fixation des modules en extrémités de rangées de modules photovoltaïques
- intermédiaires dans le cas où ils sont mis en œuvre entre 2 modules photovoltaïques
- universels : étriers adaptés à la mise en œuvre en extrémité de rangées de modules photovoltaïques et entre 2 modules photovoltaïques.

Les étriers finaux et intermédiaires, ainsi que les étriers universels, se glissent dans la partie en forme de rail des **REHAUSSES 45** ou **200.**

**Ils devront être à au-moins 25mm du bord du rail et** 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 PVC/TPO** (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.**

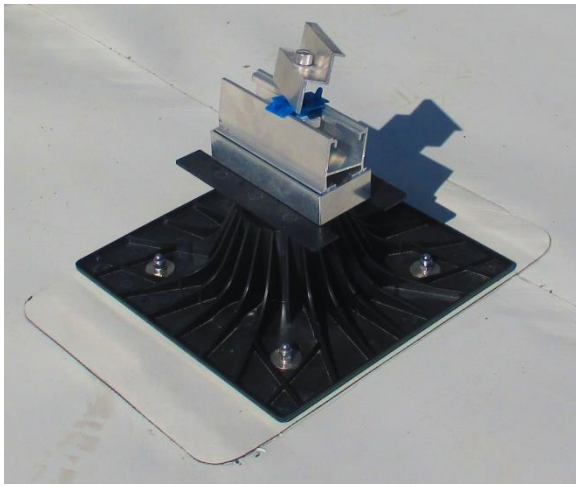
**IMPORTANT: IL EST INTERDIT DE MARCHER SUR LES MODULES PHOTOVOLTAIQUES**



rehausse 200 + bloqueur + étrier intermédiaire

rehausse 45 + bloqueur + étrier intermédiaire

rehausse 200 + bloqueur + étrier final



rehausse 45 + bloqueur + étrier final

*Photo 8 : Mise en œuvre des étriers intermédiaires et finaux sur REHAUSSE 200 et 45*

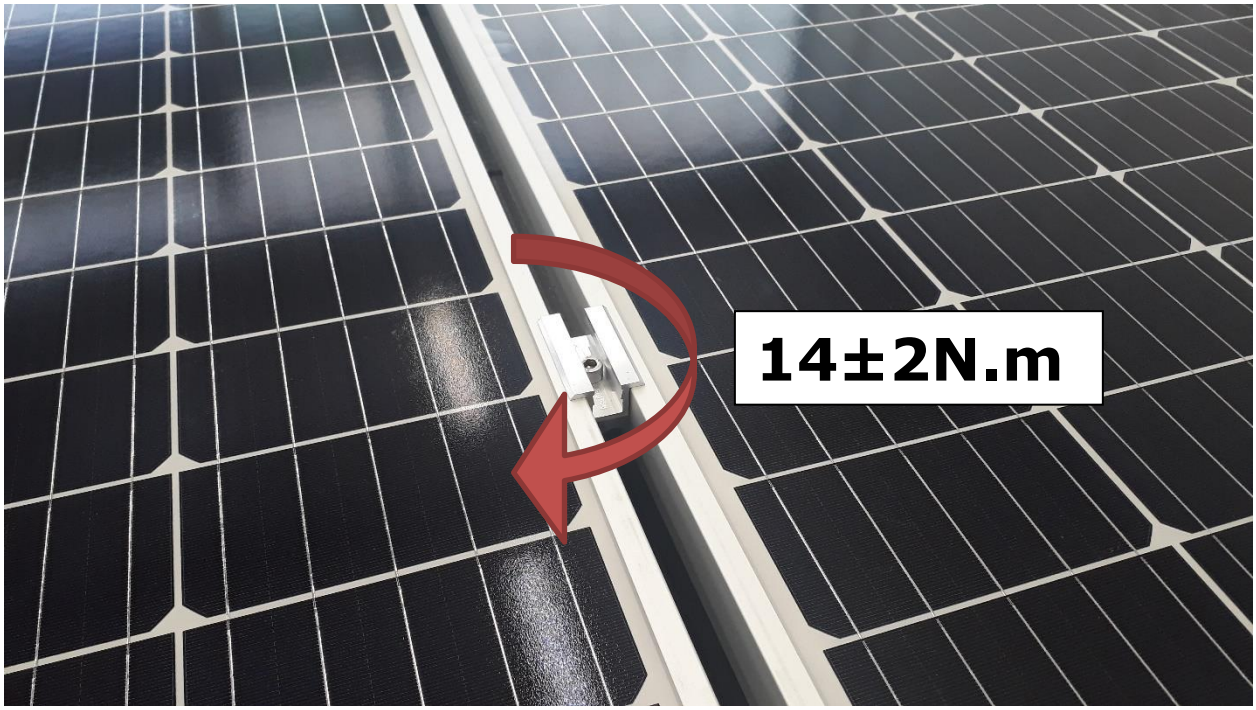



*Photo 9 : Serrage des étriers*

# 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 **FLAGON WALKWAY TPO ou FLAGON WALKWAY PVC**. Celles-ci sont déroulées et soudées à l'air chaud en périphérie sur les membranes FLAGON de partie courante.

# 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 Prescription de Pose **SOPRASOLAR FIX EVO TILT PVC/TPO**.

# 10 Matériaux

## 10.1 Feuilles d'étanchéité en partie courante

Les membranes d'étanchéité PVC mises en œuvre dans le procédé **SOPRASOLAR FIX EVO TILT PVC/TPO** ont une épaisseur minimale de 1,8 mm.
Les membranes d'étanchéité TPO mises en œuvre dans le procédé **SOPRASOLAR FIX EVO TILT PVC/TPO** ont une épaisseur minimale de 1,5 mm.

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 du présent Cahier de Prescription de Pose **SOPRASOLAR FIX EVO TILT PVC/TPO** ou aux éléments ci-après pour les membranes d'étanchéités **FLAGON SR, FLAGON SR/FR M2, FLAGON SR SC** et **FLAGON EP/PR, FLAGON EP/PR SC** :

***Tableau 2 : Composition des feuilles* FLAGON SR, FLAGON SR/FR M2 et FLAGON SR SC**

| **Composition** | **Membrane PVC** | |
|---|---|---|
| Armature | Grille polyester | |
| Masse surfacique | 2.10 kg/m² | 2.4 kg/m² |
| Composition | Polychlorure de vinyle (PVC) plastifié | |
| Epaisseur | 1.8mm | 2.0mm |
| Dimensions des rouleaux | 20 m x 1.05 m | |
| Masse des rouleaux | 45.15 kg | 50.40 kg |

***Tableau 3 : Composition des feuilles* FLAGON EP/PR et FLAGON EP/PR SC**

| **Composition** | **FLAGON EP/PR** | | | **FLAGON EP/PR SC** | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Armature | Grille polyester | | | | | |
| Masse surfacique | 1.40 kg/m² | 1.68 kg/m² | 1.85 kg/m² | 1.90 kg/m² | 2.28 kg/m² | 2.54 kg/m² |
| Composition | Polyoléfine Thermoplastique (TPO) | | | | | |
| Epaisseur | 1.5mm | 1.8mm | 2.0mm | 1.5mm | 1.8mm | 2.0mm |
| Dimensions des rouleaux | 20 m x 1.05 m | | | | | |
| Masse des rouleaux | 29.4 kg | 35.3 kg | 38.9 kg | 39.9 kg | 47.9 kg | 53.4 kg |

***Tableau 4: DOP des feuilles FLAGON SR et* FLAGON *SR/FR M2 et FLAGON SR/FR SC***

# DÉCLARATION DES PERFORMANCES

N° **WPSIT0051**

| | |
|---|---|
| Code d'identification unique du produit type: | **FLAGON SR**<br>**FLAGON SR Energy Plus (version blanche)** |
| Usage(s) prévu(s): | **- Feuilles plastiques et élastomères pour l'étanchéité de toiture (EN 13956:2012)**<br>**- Etanchéité des réservoirs, barrages et canaux (EN 13361:2013 – 13362:2013)** |
| Fabricant: | **SOPREMA srl**<br>**Via Industriale dell'Isola, 3**<br>**24040 CHIGNOLO D'ISOLA (BG) – Italia**<br>**www.soprema.it** |
| Mandataire: | **Non applicable** |
| Système(s) d'évaluation et de vérification de la constance des performances: | **AVCP 2+** |
| Norme harmonisée: | **EN 13956:2012**<br>**EN 13361:2013 – 13362:2013** |
| Organisme(s) notifié(s): | **Organisme Notifié No. 1085**<br>**OFI Technologie & Innovation GmbH** |

Performances déclarées:

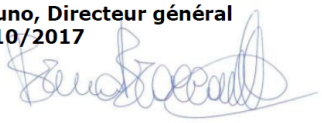
| Caractéristiques essentielles | Méthode d'essais | Performances | Spécification Technique Harmonisée |
|---|---|---|---|
| Résistance à un feu extérieur | EN 13501-5 | $F_{ROOF}(t_1, t_2, t_3)$ | **EN 13956:2012** |
| Réaction au feu | EN ISO 11925-2<br>EN 13501-1 | **E** | |
| Etanchéité à l'eau | EN 1928 met. B | **Conforme** | |
| Propriétés en traction<br>Résistance en traction (N/50 mm)<br>Allongement (%) | <br>EN 12311-2 met.A<br>EN 12311-2 met.A | <br>**≥ 1100**<br>**≥ 15** | |
| Résistance au choc (mm)<br>épaisseur 1,5 mm<br>épaisseur 1,8 mm<br>épaisseur 2,0 mm<br>épaisseur 2,4 mm | <br><br>EN 12691 met. A | <br>**≥ 800**<br>**≥ 900**<br>**≥ 1250**<br>**≥ 1500** | |
| Résistance au poinçonnement statique (kg) | EN 12730 | **≥ 20** | |
| Résistance à la déchirure (N) | EN 12310-2 | **≥ 200** | |
| Résistance des joints<br>Résistance au pelage (N/50 mm)<br>Résistance au cisaillement (N/50 mm) | <br>EN 12316-2<br>EN 12317-2 | <br>**≥ 200**<br>**> 600** | |
| Souplesse | EN 495-5 | **-25°C** | |
| Résistance aux racines | EN 13948 | **Conforme** | |
| Durabilité<br>Exposition aux UV | <br>EN 1297 | <br>**Grade 0** | |
| Substances dangereuses | - | **Conforme** | |

| Caractéristiques essentielles | Méthode d'essais | Performances | Spécification Technique Harmonisée |
|---|---|---|---|
| Propriétés en traction<br>- Longitudinale (MD) (N/5cm)<br>- Transversale (CMD) (N/5cm) | EN ISO 527-4 | **> 1200** (-100 N/5cm)<br>**> 1200** (-100 N/5cm) | **EN 13361:2013**<br>**EN 13362:2013** |
| Résistance au poinçonnement statique (kN)<br>épaisseur 1,5 mm<br>épaisseur 1,8 mm<br>épaisseur 2,0 mm<br>épaisseur 2,5 mm | EN ISO 12236 | **> 1,91** (-0,11 kN)<br>**> 2,30** (-0,14 kN)<br>**> 2,60** (-0,15 kN)<br>**> 2,75** (-0,15 kN) | |
| Etanchéité à l'eau | EN 14150 | **< $10^{-6}m^3m^{-2}d^{-1}$** | |
| Durabilté<br>- Oxydation, variation de la résistance à la traction (%)<br>- Fissuration aux conditions climatiques<br>- Vieillissement aux conditions climatiques après 10500 heures, variation de la résistance à la traction (%) | EN 14575<br>ASTM D 5397<br>EN 12224 | **≤ 25**<br>**non applicable**<br>**≤ 25** | |
| Substances dangereuses | - | **conforme** | |

Les performances du produit identifié ci-dessus sont conformes aux performances déclarées. Conformément au règlement (UE) n° 305/2011, la présente déclaration des performances est établie sous la seule responsabilité du fabricant mentionné ci-dessus.

Signé pour le fabricant et en son nom par:

**Mr. BROCCANELLO Bruno, Directeur général**
**Chignolo d'Isola, 01/10/2017**



# DÉCLARATION DES PERFORMANCES

N° **WPSIT0054**

| | |
|---|---|
| Code d'identification unique du produit type: | **FLAGON SR FR M2** |
| Usage(s) prévu(s): | **Feuilles plastiques et élastomères pour l'étanchéité de toiture (EN 13956:2012)** |
| Fabricant: | **SOPREMA srl**<br>**Via Industriale dell'Isola, 3**<br>**24040 CHIGNOLO D'ISOLA (BG) – Italia**<br>**www.soprema.it** |
| Mandataire: | **Non applicable** |
| Système(s) d'évaluation et de vérification de la constance des performances: | **AVCP 2+** |
| Norme harmonisée: | **EN 13956:2012** |
| Organisme(s) notifié(s): | **Organisme Notifié No. 1085**<br>**OFI Technologie & Innovation GmbH** |

Performances déclarées:

| Caractéristiques essentielles | Méthode d'essais | Performances | Spécification Technique Harmonisée |
|---|---|---|---|
| Résistance à un feu extérieur | EN 13501-5 | $F_{ROOF}$ | **EN 13956:2012** |
| Réaction au feu | EN ISO 11925-2<br>EN 13501-1 | **E** | |
| Etanchéité à l'eau | EN 1928 met. B | **Conforme** | |
| Propriétés en traction<br>Résistance en traction (N/50 mm)<br>Allongement (%) | EN 12311-2 met.A | <br>**≥ 1100**<br>**≥ 15** | |
| Résistance au choc (mm)<br>épaisseur 1,5 mm<br>épaisseur 1,8 mm<br>épaisseur 2,0 mm<br>épaisseur 2,4 mm | EN 12691 met. A | <br>**≥ 800**<br>**≥ 900**<br>**≥ 1250**<br>**≥ 1500** | |
| Résistance au poinçonnement statique (kg) | EN 12730 | **≥ 20** | |
| Résistance à la déchirure (N) | EN 12310-2 | **≥ 200** | |
| Résistance des joints<br>Résistance au pelage (N/50 mm)<br>Résistance au cisaillement (N/50 mm) | <br>EN 12316-2<br>EN 12317-2 | <br>**≥ 200**<br>**> 600** | |
| Souplesse | EN 495-5 | **-25°C** | |
| Résistance aux racines | EN 13948 | **Conforme** | |
| Durabilité<br>Exposition aux UV | EN 1297 | <br>**Grade 0** | |
| Substances dangereuses | - | **Conforme** | |

Les performances du produit identifié ci-dessus sont conformes aux performances déclarées. Conformément au règlement (UE) n° 305/2011, la présente déclaration des performances est établie sous la seule responsabilité du fabricant mentionné ci-dessus.

Signé pour le fabricant et en son nom par: **Mr. BROCCANELLO Bruno, Directeur général**
**Chignolo d'Isola, 15/04/2019**

# DÉCLARATION DES PERFORMANCES

N° **WPSIT0053**

| | |
|---|---|
| Code d'identification unique du produit type: | **FLAGON SR SC**<br>**FLAGON SR SC Energy Plus (version blanche)** |
| Usage(s) prévu(s): | **Feuilles plastiques et élastomères pour l'étanchéité de toiture (EN 13956:2012)** |
| Fabricant: | **SOPREMA srl**<br>**Via Industriale dell'Isola, 3**<br>**24040 CHIGNOLO D'ISOLA (BG) – Italia**<br>**www.soprema.it** |
| Mandataire: | **Non applicable** |
| Système(s) d'évaluation et de vérification de la constance des performances: | **AVCP 2+** |
| Norme harmonisée: | **EN 13956:2012** |
| Organisme(s) notifié(s): | **Organisme Notifié No. 1085**<br>**OFI Technologie & Innovation GmbH** |

Performances déclarées:

| Caractéristiques essentielles | Méthode d'essais | Performances | Spécification Technique Harmonisée |
|---|---|---|---|
| Résistance à un feu extérieur | EN 13501-5 | $F_{ROOF}(t_1, t_2, t_3)$ | EN 13956:2012 |
| Réaction au feu | EN ISO 11925-2<br>EN 13501-1 | E | |
| Etanchéité à l'eau | EN 1928 met. B | Conforme | |
| Propriétés en traction<br>Résistance en traction (N/5 cm)<br>Allongement (%) | <br>EN 12311-2 met.A<br>EN 12311-2 met.A | <br>≥ 1100<br>≥ 15 | |
| Résistance au choc (mm)<br>épaisseur 1,5 mm<br>épaisseur 1,8 mm<br>épaisseur 2,0 mm<br>épaisseur 2,4 mm | <br><br>EN 12691 met. A | <br>≥ 800<br>≥ 900<br>≥ 1250<br>≥ 1500 | |
| Résistance au poinçonnement statique (kg) | EN 12730 | ≥ 20 | |
| Résistance à la déchirure (N) | EN 12310-2 | ≥ 200 | |
| Résistance des joints<br>Résistance au pelage (N/50 mm)<br>Résistance au cisaillement (N/5 cm) | <br>EN 12316-2<br>EN 12317-2 | <br>≥ 200<br>> 600 | |
| Souplesse | EN 495-5 | -25°C | |
| Résistance aux racines | EN 13948 | Conforme | |
| Durabilité<br>Exposition aux UV | <br>EN 1297 | <br>Grade 0 | |
| Substances dangereuses | - | Conforme | |

Les performances du produit identifié ci-dessus sont conformes aux performances déclarées. Conformément au règlement (UE) n° 305/2011, la présente déclaration des performances est établie sous la seule responsabilité du fabricant mentionné ci-dessus.

Signé pour le fabricant et en son nom par: **Mr. BROCCANELLO Bruno, Directeur général**

**Chignolo d'Isola, 01/10/2017**

***Tableau 5: DOP des feuilles FLAGON EP/PR et* FLAGON *EP/PR SC***

# DÉCLARATION DES PERFORMANCES

[redacted] N° **WPSIT0028**

| | |
|---|---|
| Code d'identification unique du produit type: | **FLAGON EP/PR**<br>**FLAGON EP/PR Energy Plus (version blanche)** |
| Usage(s) prévu(s): | **Feuilles plastiques et élastomères pour l'étanchéité de toiture (EN 13956:2012)** |
| Fabricant: | **SOPREMA srl**<br>**Via Industriale dell'Isola, 3**<br>**24040 CHIGNOLO D'ISOLA (BG) – Italia**<br>**www.soprema.it** |
| Mandataire: | **Non applicable** |
| Système(s) d'évaluation et de vérification de la constance des performances: | **AVCP 2+** |
| Norme harmonisée: | **EN 13956:2012** |
| Organisme(s) notifié(s): | **Organisme Notifié No. 1085**<br>**OFI Technologie & Innovation GmbH** |

Performances déclarées:

| Caractéristiques essentielles | Méthode d'essais | Performances | Spécification Technique Harmonisée |
|---|---|---|---|
| Résistance à un feu extérieur | EN 13501-5 | $F_{ROOF}$ | EN 13956:2012 |
| Réaction au feu | EN ISO 11925-2<br>EN 13501-1 | E | |
| Etanchéité à l'eau | EN 1928 met. B | Conforme | |
| Propriétés en traction<br>Résistance en traction (N/50 mm)<br>Allongement (%) | <br>EN 12311-2 met.A<br>EN 12311-2 met.A | <br>≥ 1100<br>≥ 15 | |
| Résistance au choc (mm)<br>épaisseur 1,5 mm<br>épaisseur 1,6 mm<br>épaisseur 1,8 mm<br>épaisseur 2,0 mm<br>épaisseur 2,2 mm<br>épaisseur 2,4 mm | <br><br><br><br>EN 12691 met. A<br><br><br> | <br>≥ 800<br>≥ 800<br>≥ 900<br>≥ 1250<br>≥ 1250<br>≥ 1500 | |
| Résistance au poinçonnement statique (kg) | EN 12730 | ≥ 20 | |
| Résistance à la déchirure (N) | EN 12310-2 | ≥ 300 | |
| Résistance des joints<br>Résistance au pelage (N/50 mm)<br>Résistance au cisaillement (N/50 mm) | <br>EN 12316-2<br>EN 12317-2 | <br>≥ 200<br>> 600 | |
| Souplesse | EN 495-5 | -40°C | |
| Résistance aux racines | EN 13948 | Conforme | |
| Durabilité<br>Exposition aux UV | <br>EN 1297 | <br>Grade 0 | |
| Substances dangereuses | - | Conforme | |

Les performances du produit identifié ci-dessus sont conformes aux performances déclarées. Conformément au règlement (UE) n° 305/2011, la présente déclaration des performances est établie sous la seule responsabilité du fabricant mentionné ci-dessus.

Signé pour le fabricant et en son nom par: **Mr. BROCCANELLO Bruno, Directeur général**
**Chignolo d'Isola, 01/10/2017**

028 d/FR

# DÉCLARATION DES PERFORMANCES

[redacted] N° **WPSIT0096**

| | |
|---|---|
| Code d'identification unique du produit type: | **FLAGON EP/PR SC**<br>**FLAGON EP/PR SC Energy Plus (version blanche)** |
| Usage(s) prévu(s): | **Feuilles plastiques et élastomères pour l'étanchéité de toiture (EN 13956:2012)** |
| Fabricant: | **SOPREMA srl**<br>**Via Industriale dell'Isola, 3**<br>**24040 CHIGNOLO D'ISOLA (BG) – Italia**<br>**www.soprema.it** |
| Mandataire: | **Non applicable** |
| Système(s) d'évaluation et de vérification de la constance des performances: | **AVCP 2+** |
| Norme harmonisée: | **EN 13956:2012** |
| Organisme(s) notifié(s): | **Organisme Notifié No. 1085**<br>**OFI Technologie & Innovation GmbH** |

Performances déclarées:

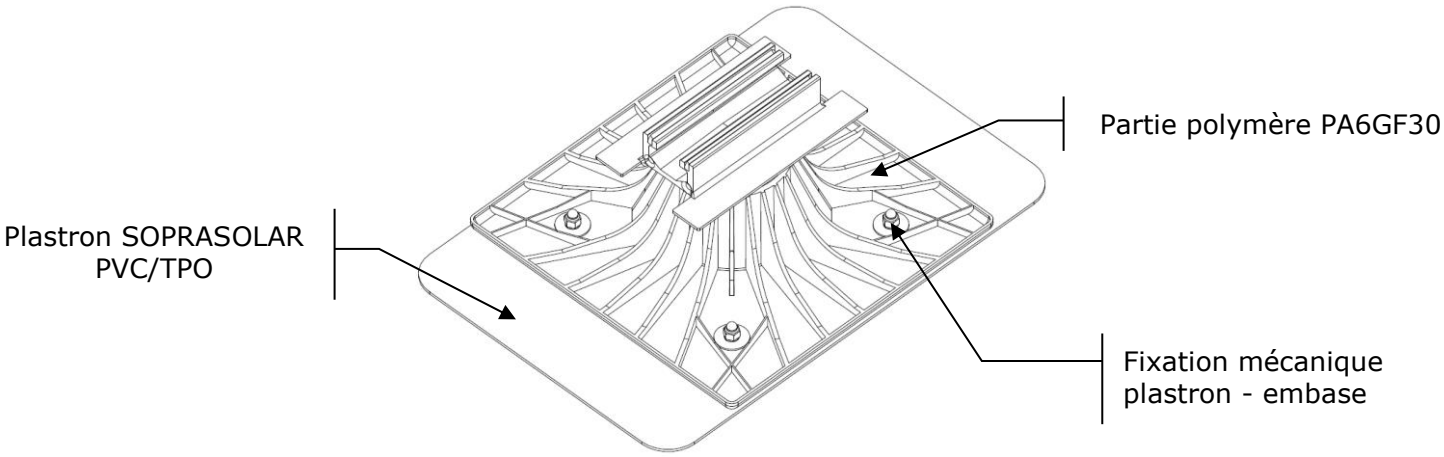
| Caractéristiques essentielles | Méthode d'essais | Performances | Spécification Technique Harmonisée |
|---|---|---|---|
| Résistance à un feu extérieur | EN 13501-5 | $F_{ROOF}(t_1, t_2, t_3)$ | EN 13956:2012 |
| Réaction au feu | EN ISO 11925-2<br>EN 13501-1 | E | |
| Etanchéité à l'eau | EN 1928 met. B | Conforme | |
| Propriétés en traction<br>Résistance en traction (N/50 mm)<br>Allongement (%) | <br>EN 12311-2 met.A<br>EN 12311-2 met.A | <br>≥ 1100<br>≥ 15 | |
| Résistance au choc (mm)<br>épaisseur 1,5 mm<br>épaisseur 1,6 mm<br>épaisseur 1,8 mm<br>épaisseur 2,0 mm<br>épaisseur 2,2 mm<br>épaisseur 2,4 mm | <br><br><br>EN 12691 met. A<br><br><br> | <br>≥ 800<br>≥ 800<br>≥ 900<br>≥ 1250<br>≥ 1250<br>≥ 1500 | |
| Résistance au poinçonnement statique (kg) | EN 12730 | ≥ 20 | |
| Résistance à la déchirure (N) | EN 12310-2 | ≥ 300 | |
| Résistance des joints<br>Résistance au pelage (N/50 mm)<br>Résistance au cisaillement (N/50 mm) | <br>EN 12316-2<br>EN 12317-2 | <br>≥ 200<br>> 600 | |
| Souplesse | EN 495-5 | ≤ -25°C | |
| Résistance aux racines | EN 13948 | Conforme | |
| Durabilité<br>Exposition aux UV | <br>EN 1297 | <br>Grade 0 | |
| Substances dangereuses | - | Conforme | |

Les performances du produit identifié ci-dessus sont conformes aux performances déclarées. Conformément au règlement (UE) n° 305/2011, la présente déclaration des performances est établie sous la seule responsabilité du fabricant mentionné ci-dessus.

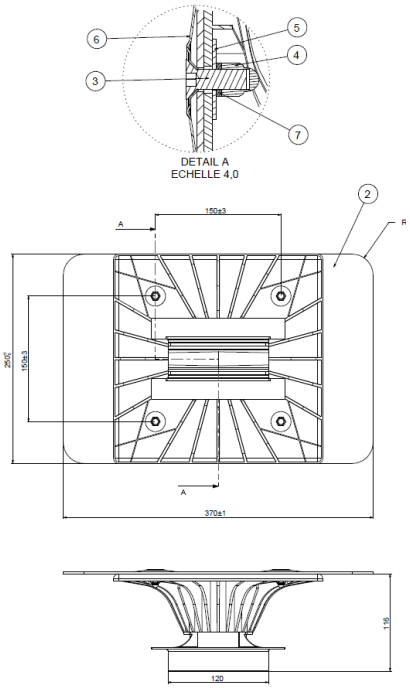
Signé pour le fabricant et en son nom par: **Mr. BROCCANELLO Bruno, Directeur général**
**Chignolo d'Isola, 01/10/2017**

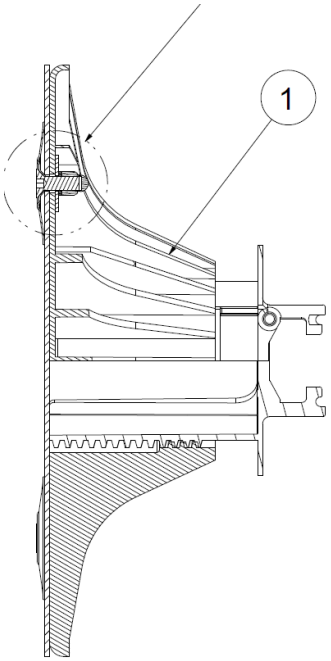
## 10.2 Le plot SOPRASOLAR FIX EVO PVC/TPO

Les plots **SOPRASOLAR FIX EVO PVC/TPO** 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 PVC/TPO. 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 PVC/TPO | 1 | SEBS avec armature polyester non-tissé |
| 3 | Vis métaux M6×16 TX30 | 4 | inox A2 |
| 4 | Écrou borgne frein M6 | 4 | inox A2 |
| 5 | Rondelle 24×6,4×1,2 | 4 | inox A2 |
| 6 | Rondelle ISOLAGRI dia.52 x 6.1 x 0.6 | 4 | inox A2 |
| 7 | Rondelle GROWER M6 | 4 | inox A2 |

*Figure 27 – Plot SOPRASOLAR FIX EVO PVC/TPO*

### 10.2.1 Plastron SOPRASOLAR PVC 20/10 et Plastron SOPRASOLAR TPO 18/10

De dimensions 370×250 mm, ce plastron est découpé dans une membrane synthétique de FLAGON EP/PR d'épaisseur 1.8mm (TPO) ou FLAGON SR d'épaisseur 2.0mm (PVC) de la société SOPREMA constituée d'une armature en polyester et de TPO ou PVC.

Les caractéristiques des plastrons SOPRASOLAR PVC 20/10 et SOPRASOLAR TPO 18/10 sont identiques à celles du tableau 4 et 5.

**ATTENTION : IL N'EST PAS POSSIBLE DE SOUDER UN PLASTRON SOPRASOLAR PVC SUR UNE MEMBRANE D'ETANCHEITE TPO COMME IL N'EST PAS POSSIBLE DE SOUDER UN PLASTRON SOPRASOLAR TPO SUR UNE MEMBRANE D'ETANCHEITE PVC.**

| Composition | | |
|---|---|---|
| | **PLASTRON SOPRASOLAR PVC 20/10** | **PLASTRON SOPRASOLAR TPO 18/10** |
| Armature | Grille polyester | Grille polyester |
| Liant | PVC plastifié | TPO |
| Dimensions | 370±1 mm x 250+1/-0 mm | 370±1 mm x 250+1/-0 mm |
| Epaisseur minimale | 2.0 mm | 1.8 mm |
| Masse (indicative) | 0,20 kg | 0.16 kg |

### 10.2.2 Partie réglable du plot SOPRASOLAR FIX EVO PVC/TPO

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

| 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 × 16 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 52 x 6,1 x 0,6 en acier inox A2 et d'écrous borgnes frein M6 en acier inox A2, cette partie permet de liaisonner la tête du plot et le **plastron SOPRASOLAR PVC ou plastron SOPRASOLAR TPO** 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 PVC ou plastron SOPRASOLAR TPO**. La liaison entre la partie horizontale et la partie verticale est renforcée par 20 nervures principales et 4 nervures intermédiaires.

La résistance caractéristique à l'arrachement de la vis M6 x 16 TX30 en acier inox A2 dans l'embase en polyamide et le plastron est supérieure à 125 daN.

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

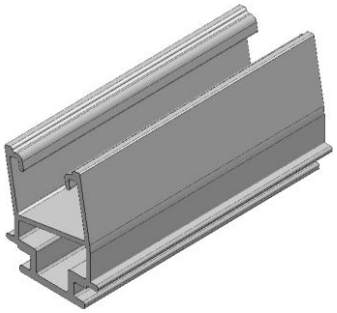
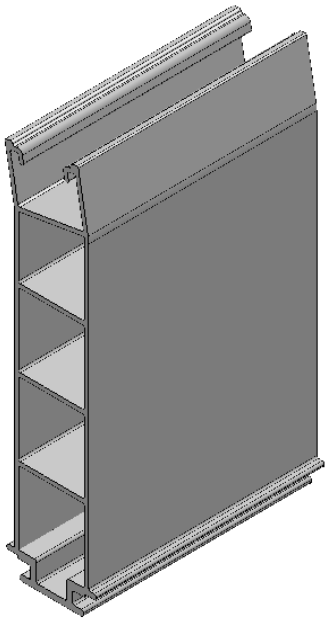
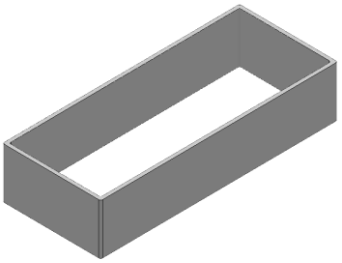
De hauteur totale 116mm, elle comprend une partie inférieure cylindrique de diamètre 73mm et une partie supérieure en forme de rail de longueur 120mm et de largeur 46mm pouvant accueillir les fixations de maintien du module photovoltaïque et présente 2 ailettes latérales

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.

### 10.2.3 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 4 au chapitre 14.1, 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 PVC/TPO** 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 d'une pièce | 0.17 kg | 0.43 kg | 0.04 kg |
| Visuel |  |  |  |

### 10.2.4 Fixations des modules photovoltaïques : les étriers

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

- La première famille nécessite deux références (en fonction de leurs position 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)

#### 10.2.4.1 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.

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.

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 ci-dessous).

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.

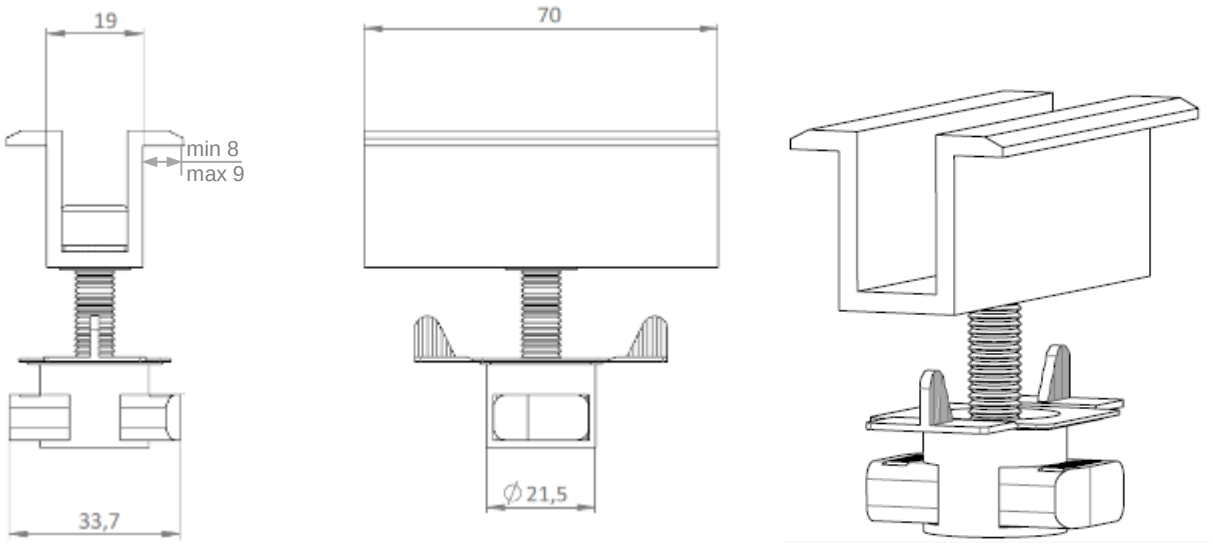



*Figure 29 : Etrier intermédiaire*

- 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.

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 20 en acier inox A2 dans l'étrier final et l'écrou prisonnier est supérieure à 530 daN.

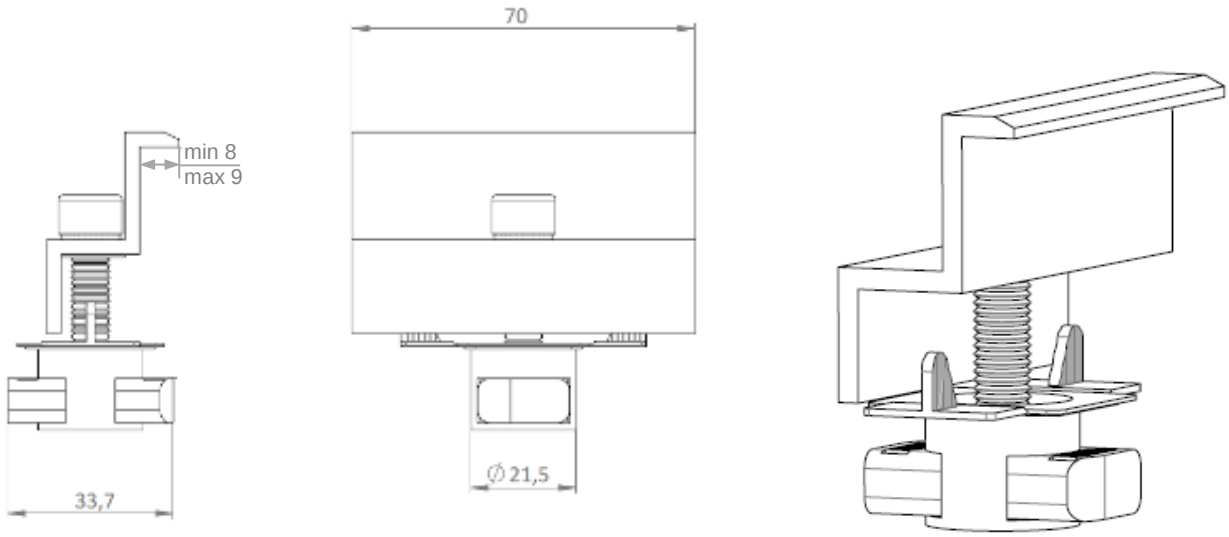



*Figure 30 : Etrier final*

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 :

| 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 |

### 10.2.4.2 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 30mm à 42mm 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 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.

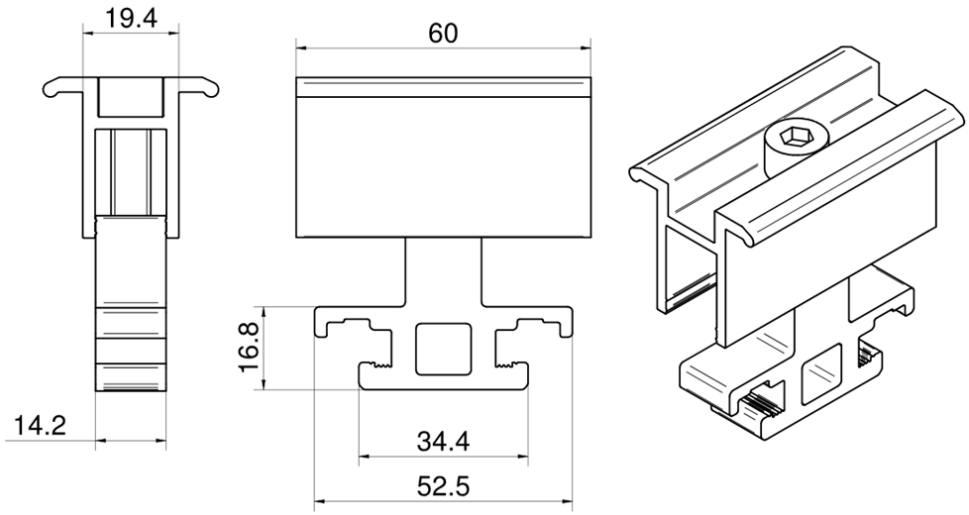



*Figure 31 : Etrier universel*

## 10.3 Les modules photovoltaïques

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

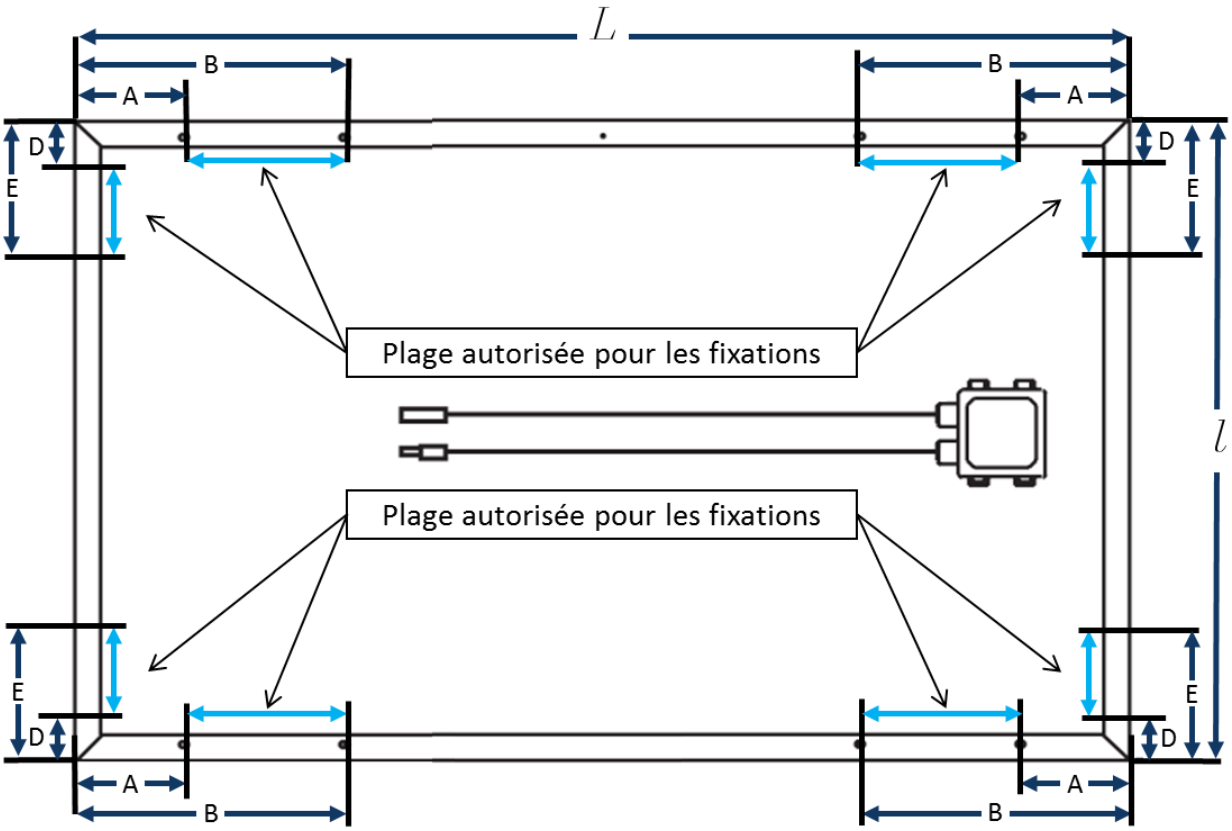
- IEC 61646, IEC 61730 et comme étant de classe de sécurité électrique II pour les modules couches minces
- IEC 61215, IEC 61730 et comme étant de classe de sécurité électrique II pour les modules au silicium cristallin.

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 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 Prescription de Pose (chapitre 7.3.2 et figures 22, 22bis, 23, 23bis, 24 et 24bis).

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

Pour le procédé **SOPRASOLAR FIX EVO TILT PVC/TPO**, **SOPRASOLAR** peut fournir les modules validés dans le présent CPP. La mise en œuvre doit respecter les préconisations du chapitre 7.5 et les plages de fixations conformément à la figure et au tableau suivant :



| Référence module | Plage de Puissance | Certificats IEC 61215 et 61730 | Certificat IEC 61701 Salt Mist | Certificats IEC 62716 Ammoniac |
|---|---|---|---|---|
| RECxxxTP2M | 300 à 330 Wc | VDE 40039383 | VDE 40045147 Rev4 | VDE 40045143 Rev4 |
| VOLTEC SOLAR Biva 60 VSPB | 260 à 270 Wc | ELIOSYS ELIOCERT ID20161012 | / | / |
| SUNPOWER SPR-MAX3-xxx-COM | 370 à 400 Wc | TÜV RHEINLAND 60137848 | TÜV RHEINLAND 60134812 | TÜV RHEINLAND 60134813 |
| SUNPOWER SPR-E20-435-COM | 435 Wc | TÜV 60137848 | TÜV RHEINLAND 60134812 | TÜV RHEINLAND 60134813 |
| PEIMAR SMxxxM(FB) | 325 Wc | KIWA 15565 Rev.5 | / | / |
| PEIMAR SMxxxM(BF) | 330 Wc | KIWA 15565 Rev.5 | / | / |
| LONGI LR4-60HPH-xxxM | 350-375 Wc | TÜV Z2 099333 0045 Rev. 09 | TÜV Z2 099333 0055 Rev. 03 | TÜV Z2 099333 0054 Rev. 03 |
| LONGI LR4-60HBD-xxxM | 350-375 Wc | TÜV Z2 099333 0039 Rev. 10 | TÜV Z2 099333 0044 Rev. 05 | TÜV Z2 099333 0043 Rev. 05 |
| LONGI LR4-60HIH-xxxM | 350-370 Wc | TÜV SUD Z2 099333 0045 Rev. 09 | TÜV SUD Z2 099333 0055 Rev. 03 | TÜV SUD Z2 099333 0054 Rev. 03 |
| Certificats IEC 61701 : résistance au brouillard salin<br>Certificats IEC 62716: résistance à la corrosion ammoniaque | | | | |

| | | | | | | | Mode portrait | | Mode paysage | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Référence module | Longueur (mm) | Largeur (mm) | Hauteur (mm) | Surface ($m^2$) | Masse (kg) | Poids propre ($daN/m^2$) | Charge ascendantes* (Pa) | Charge descendantes* (Pa) | Charge ascendantes* (Pa) | Charge descendantes* (Pa) |
| RECxxxTP2M | 1675 | 997 | 38 | 1.67 | 18.5 | 11.1 | 2400 | 2400 | 2400 | 2400 |
| VOLTEC SOLAR Biva 60 VSPB | 1 680 | 998 | 42 | 1.68 | 21,2 | 12.6 | 2400 | 5400 | 2400 | 2400 |
| SUNPOWER SPR-MAX3-xxx-COM | 1690 | 1046 | 40 | 1.77 | 19 | 10.7 | 2400 | 5400 | 2400 | 2400 |
| SUNPOWER SPR-E20-435-COM | 2067 | 1046 | 46 | 2.16 | 25.4 | 11.7 | 2400 | 3600 | N.C. | |
| PEIMAR SMxxxM(FB) | 1665 | 1002 | 40 | 1.67 | 18.6 | 11.1 | 2400 | 5400 | 2400 | 2400 |
| PEIMAR SMxxxM(BF) | 1665 | 1002 | 40 | 1.67 | 18.6 | 11.1 | 2400 | 5400 | 2400 | 2400 |
| LONGI LR4-60HPH-xxxM | 1755 | 1038 | 35 | 1.82 | 19.5 | 10.7 | 2400 | 5400 | 2400 | 2400 |
| LONGI LR4-60HBD-xxxM | 1755 | 1038 | 30 | 1.82 | 23.3 | 12.8 | 2400 | 5400 | N.C. | |
| LONGI LR4-60HIH-xxxM | 1755 | 1038 | 35 | 1.82 | 19.5 | 10.7 | 2400 | 5400 | 2400 | 2400 |
| *Note : Les charges ascendantes et descendantes correspondent aux valeurs d'essai IEC 61215. Un coefficient de sécurité de 1,5 sur cette valeur peut être demandé par le fabricant de modules pour obtenir la valeur de calcul (design load). | | | | | | | | | | |

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

## 10.4 Autres matériaux

### 10.4.1 Ecran de séparation ou d'indépendance

- **SOPRAVOILE 100** : constitué d'un voile de verre obtenu par répartition régulière de fibre de verre sans direction préférentielle, encollées entre elles pour former une feuille de masse surface de 100g/m² - conforme aux normes - DTU série 43
- **FLAG GEOTEXTILE PET 300**: Feutre non tissé en polyester (PET) 300g/m²

### 10.4.2 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) mis en œuvre dans le cadre du procédé **SOPRASOLAR FIX EVO TILT PVC/TPO**.

### 10.4.3 Autres matériaux en feuilles

Il convient de se référer aux Documents Technique d'Application **« FLAGON SR – FLAGON SR/FR M2»** et **«FLAGON EP/PR - FLAGON EP/PR SC »** de SOPREMA SAS.

# 11 Fabrication - contrôle en usine – assurance qualité

## 11.1 Le plastron SOPRASOLAR PVC/TPO

Les membranes synthétiques sont produites par la société **SOPREMA** dans son usine Chignolo d'Isola et Villa Santo Stefano en ITALIE certifiée ISO 9001 et ISO 14001.

Les feuilles sous forme de rouleau sont ensuite découpées en bobinots et les bobinots en plastron de 370mm x 250mm 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 :

| Type de contrôle | Fréquence |
|---|---|
| **Sur matières premières**<br><br>Les contrôles sont réalisés conformément aux prescriptions du e-Cahier du CSTB 3541 de 2006 et 3539 de 2006. | |
| **Sur produits finis (Selon EN 13956 et Guide UEAtc de 2001 TPO et PVC-P)** | |
| Défaut aspect | 1/lot |
| Epaisseur ou masse surfacique | 1/jour ou si changement de lot |
| Largeur des rouleaux | 1/jour ou si changement de lot |
| Rectitude – planéité – résistance à la traction et allongement | 1/mois |
| Résistance au clou | 2/an |
| Pliage à basse température | 2/an |
| Adhérence interlaminaire | 1/semaine |
| Stabilité dimensionnelle | 1/semaine |
| Pliage à froid :<br><br>Après 4 semaines à 80°C à l'air (en se référant au vieillissement ITT de 24 semaines à 70°C ou 12 semaines à 80°C) | 2/an |
| Joints :<br><br>résistance au cisaillement :<br>- Initiale<br>- Après vieillissement à l'eau<br>résistance au pelage :<br>- Initiale<br>- Après vieillissement à l'eau | 1/an |

## 11.2 Le système de montage

- Les parties en polyamide 6 chargé 30% fibre de verre des plots **SOPRASOLAR FIX EVO PVC/TPO** (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 PVC/TPO** 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 fabriquées par la société HYDRO 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 HYDRO.
- 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.
- 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.
- La Terragrif est fabriquée par Mobasolar.

## 11.3 Les membranes synthétiques (pare-vapeur et revêtement d'étanchéité)

Les revêtements d'étanchéité synthétiques 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).

# 12 Points singuliers

## 12.1 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 SOPRASOLAR FIX EVO PVC/TPO y compris les plastrons doivent être exclus d'une zone minimale de 50cm de rayon en périphérie de la crosse.

Les traversées de câbles sont habillées par des manchons préfabriqués en usine ou par membrane non armée d'épaisseur minimale 15/10mm (voir tableau ci-dessous pour référence) collée en plein à la colle (voir tableau ci-dessous pour référence) en double encollage à raison de 300g/m2 (150g par face). La finition en tête sera réalisée au mastic élastomère SNJF 25E et collier de serrage.

Ces émergences sont ensuite étanchées par habillage avec une membrane souple homogène non armé de même composition que l'étanchéité en partie courante et d'épaisseur minimale 15/10mm. La membrane est collée en plein en double encollage.

| Matière étanchéité partie courante | Membrane associée non armée | Colle associée |
|---|---|---|
| TPO | FLAGON EP/S | FLEXOCOL TPO |
| PVC | FLAGON CSL ou FLAGON S | FLEXOCOL V |

Couper une bande de membrane souple non armée de **FLAGON®** (**FLAGON® EP/S** en **TPO** ou **FLAGON® CSL** en **PVC**) avec un excédent de 3 cm pour la soudure verticale, comme indiqué sur la photo.

La hauteur de la bande doit être identique à la hauteur du corps cylindrique, avec un excédent de 3 cm pour la soudure sur la partie courante. Réaliser le pontage, la pré-soudure et la soudure de la ligne de superposition verticale.

Ôter le cylindre ainsi obtenu et étirer manuellement l'excédent pour la soudure sur la partie courante.

Réintroduire le cylindre et souder à la surface horizontale.

Note : Nettoyer les surfaces à souder en utilisant toujours un chiffon imbibé de **FLAGON® TPO CLEANER** ou **FLAGON® PVC CLEANER**.

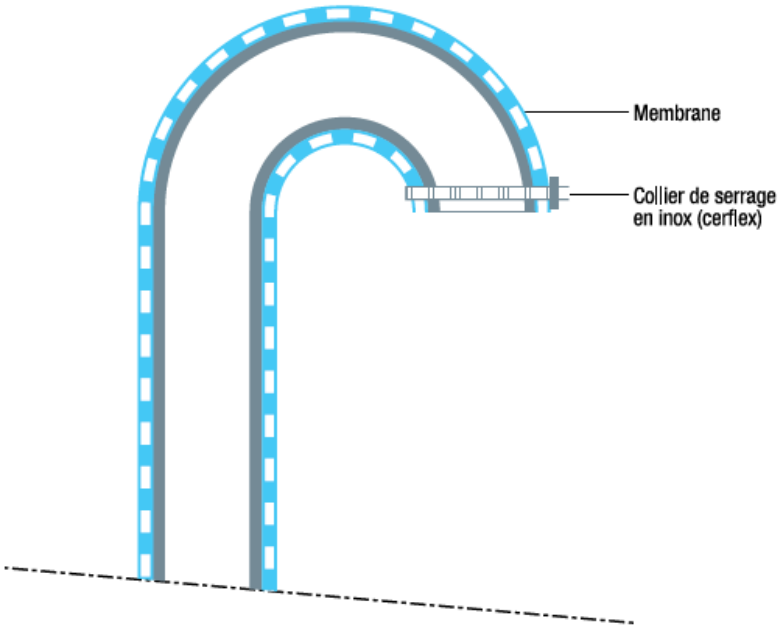



*Figure 31 : Crosse pour passage des câbles à travers la toiture*

## 12.2 Support de chemin de câble

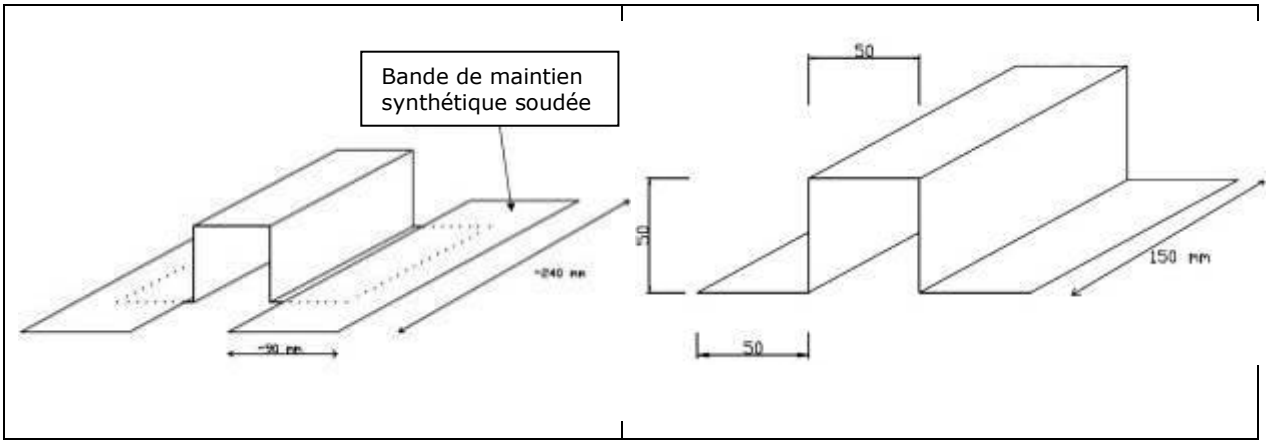



*Figure 32 : Exemple de support de chemin de câble en tôle pliée*

# 13 Références

Le procédé **SOPRASOLAR FIX EVO TILT PVC/TPO** a été mis en œuvre en novembre 2018 sur une maison individuelle à Auray dans le Morbihan.

# 14 Résultats expérimentaux

- Essais de résistance à neuf en compression/traction réalisés sur des plots SOPRASOLAR FIX EVO soudés au revêtement SOPRALENE FLAM 180 AR par le CETIM-CERMAT (rapports MAT0005063-4, MAT0005063-2 PV_MAT0000851-2, PV_MAT0000851-4, PV_MAT0000851-6,) et MECASEM (rapport n° OS/14/2214).
- Essais de résistance en compression après vieillissement des plots SOPRASOLAR FIX EVO soudés au revêtement SOPRALENE FLAM 180 AR par le CETIM CETIM CERMAT (rapport MAT0006291-2).
- Essais de résistance, après vieillissement thermique et UV accéléré sur les plots SOPRASOLAR FIX EVO, en traction réalisés par le CETIM-CERMAT (rapports PV_MAT0004239_2 et PV_MAT0006239_3).
- Caractérisation de la matière des plots SOPRASOLAR FIX EVO après vieillissement accélérés 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 résistance à neuf et vieilli en traction réalisés sur des plots du procédé SOPRASOLAR FIX EVO TILT PVC/TPO (plots SOPRASOLAR FIX EVO PVC/TPO équipés de REHAUSSE 200 et BLOQUEUR DE REHAUSSE) soudés au revêtement FLAGON SR FR ou FLAGON EP/PR par le CETIM-CERMAT (rapport d'essai PV_MAT0013523-1, MAT0013727-2).
- Essai de résistance en cisaillement réalisé sur des plots du procédé SOPRASOLAR FIX EVO TILT PVC/TPO (plots SOPRASOLAR FIX EVO PVC/TPO équipés de REHAUSSE 200 et BLOQUEUR DE REHAUSSE) soudés au revêtement FLAGON SR FR ou FLAGON EP/PR par le CETIM-CERMAT (rapport d'orientation PV_MAT0013715 ; rapport essai PV_MAT0013727-1, MAT0013523-2).
- Le procédé photovoltaïque SOPRASOLAR FIX EVO TILT PVC/TPO a été testé par le CEBTP selon la norme NF EN 12179 pour un essai de résistance à la pression du vent (rapports d'essais n° BEB1.J.4026-1 & n° BEB1.J.4026-2).
- Note justificative du domaine d'emploi selon les règles NV65 modifiées 2009 & AL76 PROCEDE SOPRASOLAR FIX EVO TILT PVC/TPO indice B

# 15 Tableaux et figures

## 15.1 Guide de choix des matériaux

| **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 PVC/TPO | X | X | (1) | X | X | (1) | (1) | (1) |
| REHAUSSE 200 & 45 BLOQUEUR DE REHAUSSE | X | X | (3) | X | X | (3) | (3) | (1) |
| Etriers de fixation en aluminium 6106 T6 | X | X | (3) | X | X | (3) | (3) | (1) |
| Etriers de fixation en acier inoxydable A2 | X | X | NA | X | X | NA | NA | (1) |
| Etriers de fixation en acier inoxydable A4 | X | X | (1) | X | X | (1) | (1) | (1) |
| VOLTEC BIVA 60 VSPB | X | X | (2) | NA | NA | NA | NA | NA |
| REC TwinPeak 2 Mono Série | X | X | (2) | X | (2) | (2) | (2) | (2) |
| SUNPOWER Maxeon 3 | X | X | (2) | X | (2) | (2) | (2) | (2) |
| SUNPOWER E20 | X | X | (2) | X | (2) | (2) | (2) | (2) |
| PEIMAR SMxxxM(FB) | X | X | NA | NA | NA | NA | NA | NA |
| PERIMAR SMxxxM(BF) | X | X | NA | NA | NA | NA | NA | NA |
| LONGI LR4-60HPH-xxxM | X | X | (2) | X | (2) | (2) | (2) | (2) |
| LONGI LR4-60HBD-xxxM | X | X | (2) | X | (2) | (2) | (2) | (2) |
| LONGI LR4-60HIH-xxxM | X | X | (2) | X | (2) | (2) | (2) | (2) |

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

***Tableau 4: Expositions atmosphériques autorisées pour le procédé SOPRASOLAR FIX EVO PVC/TPO en fonction du module photovoltaïque***

## 15.2 Revêtement d'étanchéité en partie courante

| ÉLÉMENT PORTEUR | SUPPORT DIRECT | TOITURE INACCESSIBLE TECHNIQUE OU À ZONES TECHNIQUES |
|---|---|---|
| Maçonnerie<br>Pente conforme au DTU 20.12<br><br>Dalles de béton cellulaire autoclavé armé sous Avis Technique, pente ≥ 1 % | Maçonnerie<br>Dalles de béton cellulaire autoclavé armé | Écran de Régularisation FLAG GEOTEXTILE PET 300<br>Membrane FLAGON |
| | Isolants Thermiques :<br>PUR – PIR parementé sans bitume<br>Laine de roche nue ou parementée sans bitume<br>Laine de verre nue ou parementée sans bitume (3) | Écran pare-vapeur (1)<br>Isolant<br>Membrane FLAGON |
| | Isolants thermiques :<br>Perlite fibrée (2)<br>PSE<br>Laine de roche parementée bitume<br>Laine de verre parementée bitume (3) | Écran pare-vapeur (1)<br>Isolant<br>Écran de séparation (SOPRAVOILE 100 ou FLAG GEOTEXTILE PET 300)<br>Membrane FLAGON |
| Bois et Panneaux à base de bois | Bois et Panneaux à base de bois | Écran de Régularisation ou de séparation (SOPRAVOILE 100 ou FLAG GEOTEXTILE PET 300)<br>Membrane FLAGON |
| Bois et Panneaux à base de bois,<br>Pente conforme au NF DTU 43.4 | Isolants Thermiques :<br>PUR – PIR parementé sans bitume<br>Laine de roche nue ou parementée sans bitume<br>Laine de verre nue ou parementée sans bitume (3) | Écran pare-vapeur (1)<br>Isolant<br>Membrane FLAGON |
| | Isolants thermiques :<br>Perlite fibrée (2)<br>PSE<br>Laine de roche parementée bitume<br>Laine de verre parementée bitume (3) | Écran pare-vapeur (1)<br>Isolant<br>Écran de séparation (SOPRAVOILE 100 ou FLAG GEOTEXTILE PET 300)<br>Membrane FLAGON |
| Tôles d'Acier Nervurées<br>Pente conforme au NF DTU 43.3<br>à l'e-Cahier *du CSTB* 3537_V2 de janvier 2009 et aux Avis Techniques pour les tôles caissons | Isolants thermiques :<br>Laine de roche nue ou parementée sans bitume<br>Laine de verre nue ou parementée sans bitume (3)<br>PIR parementé sans bitume | Écran pare-vapeur (1)<br>Isolant<br>Membrane FLAGON |
| | Isolants thermiques :<br>Perlite fibrée (2)<br>Laine de roche parementée bitume<br>Laine de verre parementée bitume (3)<br>PSE | Écran pare-vapeur (1)<br>Isolant<br>Écran de séparation (SOPRAVOILE 100 ou FLAG GEOTEXTILE PET 300)<br>Membrane FLAGON |
| Tous<br>Pente conforme à la NF P 84-208<br>(DTU 43.5) | Ancien revêtement conservé :<br>Asphalte sans protection<br>Revêtement bitumineux<br>membrane synthétique (4) | Écran de séparation FLAG GEOTEXTILE PET 300<br>Membrane FLAGON |
| | Ciment volcanique | |

*Les cases grisées correspondent à des exclusions d'emploi.*

(1) Pare-vapeur selon définition du DTU concerné de la série 43 → Tableau ci-dessous.

(2) Sur l'isolant Perlite fibrée : dans le cas de panneaux de perlite, un dispositif anti-poussière doit être prévu, soit sous forme d'un écran de séparation (FLAG GEOTEXTILE PET 300 ou SOPRAVOILE 100), lors de la mise en œuvre permettant d'éviter un contact direct entre les zones de membrane à souder et le panneau isolant, soit par nettoyage préalable avant de procéder à la soudure des recouvrements entre lés.

(3) Uniquement en toitures inaccessibles.

(4) Sauf dans le cas d'une ancienne membrane synthétique autre que PVC/TPO sur isolant avec pare-vapeur polyéthylène (cf. *tableau 1 de la norme NF P 84-208, DTU 43.5*).

Tous les isolants devront faire l'objet d'un Document Technique d'Application visant favorablement son emploi notamment en zones techniques en association avec une membrane PVC/TPO.

***Tableau 5 : Revêtement d'étanchéité en partie courante***

| Élément porteur | Hygrométrie et chauffage des locaux | Pare-vapeur sans EAC (2) |
|---|---|---|
| Maçonnerie (1) | Cas courant | EIF + ELASTOVAP (ou ELASTOPHENE 25) soudé<br>EIF + SOPRAVAP STICK ALU S16 |
| | Locaux à forte hygrométrie | EIF + SOPRALAST 50 TV ALU ou<br>EIF + SOPRAVAP STICK ALU S16 |
| Béton cellulaire autoclavé | Faible et moyenne hygrométrie | EIF + AÉRISOL FLAM (3) + ELASTOVAP<br>(ou ELASTOPHENE 25) soudé |
| Bois et panneaux à base de bois (1) | Faible et Moyenne | ELASTOVAP cloué, joints soudés (4)<br>Ou<br>ELASTOVAP (ou ELASTOPHENE 25) soudé sur panneaux uniquement, après pontage des joints |
| Tôles d'acier nervurées | Faible et Moyenne | Se reporter au NF DTU 43.3 (5) |
| | Forte hygrométrie | |

(1) Pontage des joints selon si besoin selon les normes – DTU ou Avis techniques et Documents Techniques d'Application.

(2) Les pare-vapeur sans EAC sont jointoyés soudés sur 6 cm au moins.

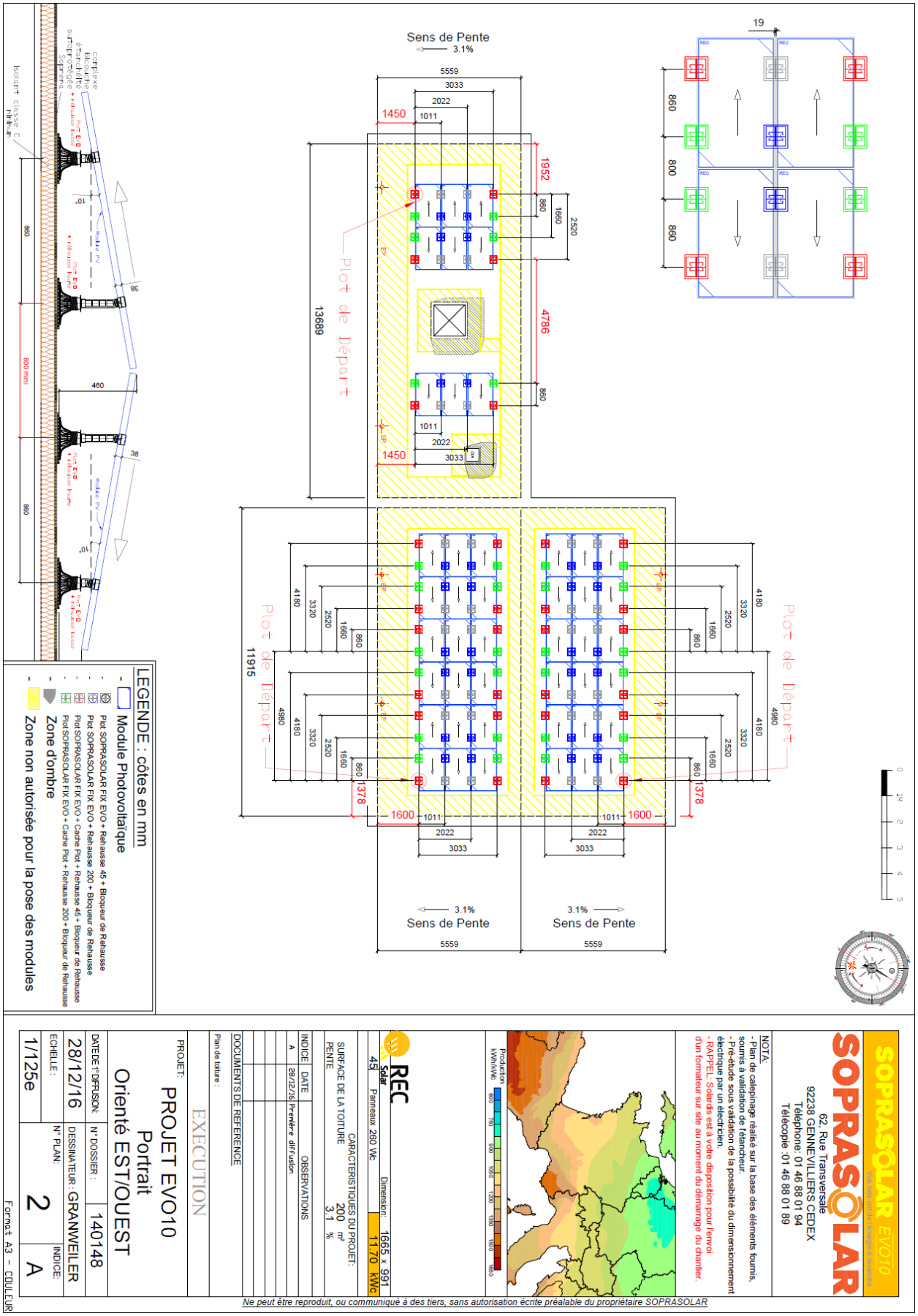
(3) L'écran perforé AERISOL FLAM est déroulé à recouvrements de 5 à 10 cm.

(4) Le pare-vapeur est cloué conformément au NF DTU 43.4. Toutefois sur des pentes < 5%, ce clouage n'est pas nécessaire si l'isolant et le revêtement sont posés à l'avancement.

(5) ou par SOPRAVAP STICK ALU S 16, appliqué directement sur les TAN, à recouvrement de 8 cm.

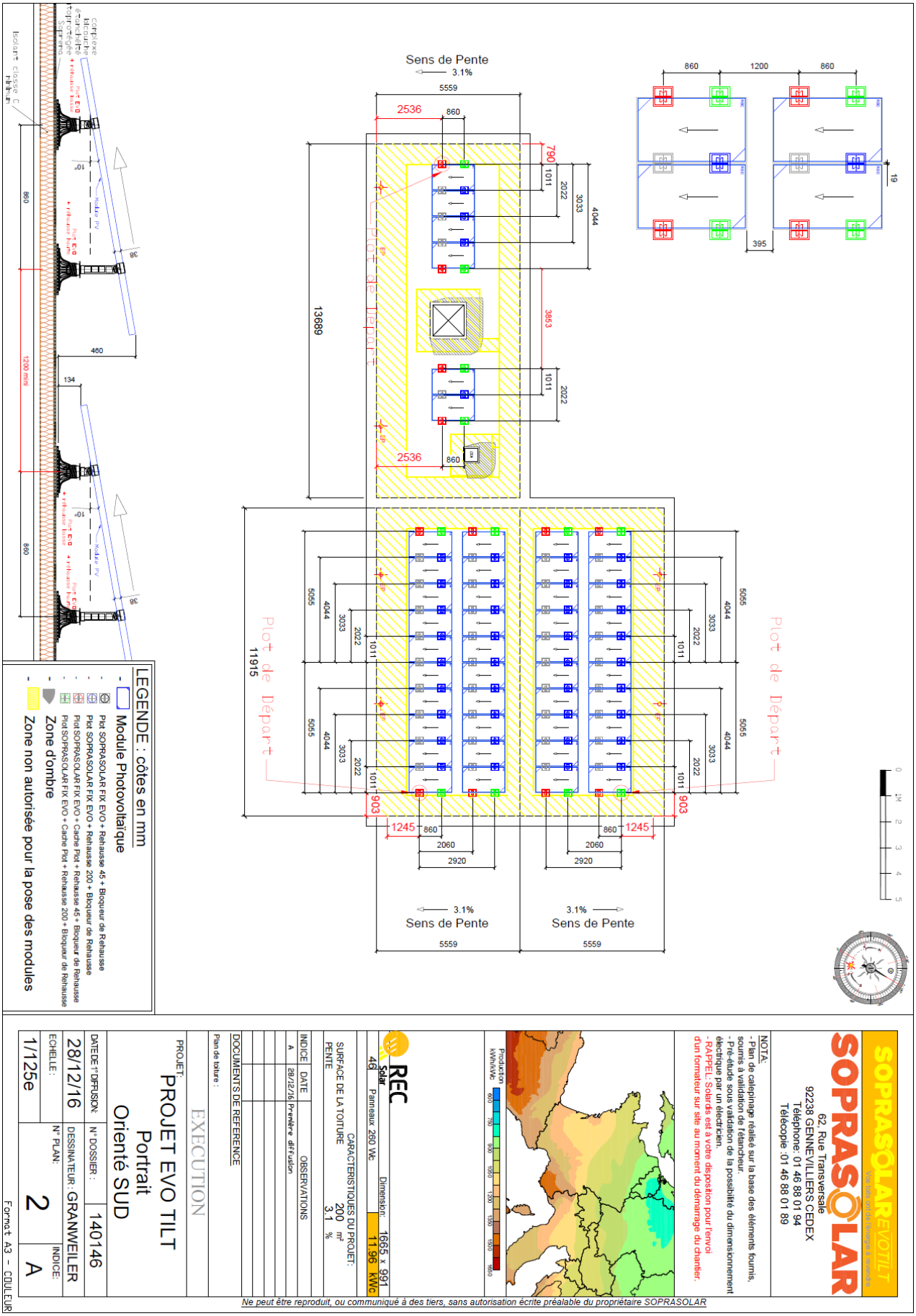
***Tableau 6 : Composition et mise en œuvre d'un part vapeur***

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



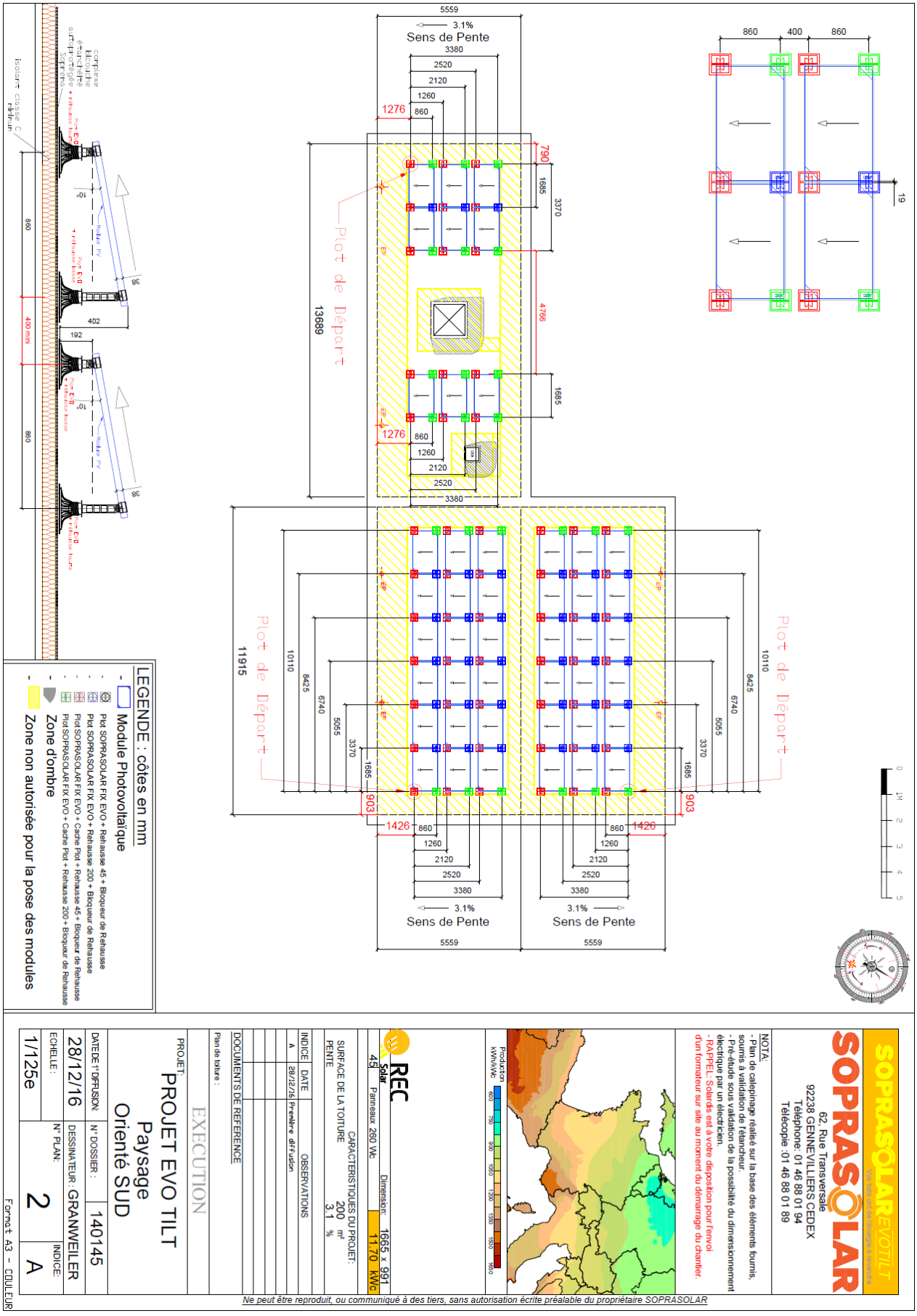

Ne peut être reproduit, ou communiqué à des tiers, sans autorisation écrite préalable du propriétaire SOPRASOLAR

## 15.4 Exemple de plan d'exécution avec modules photovoltaïques REC en mode portrait « SUD »

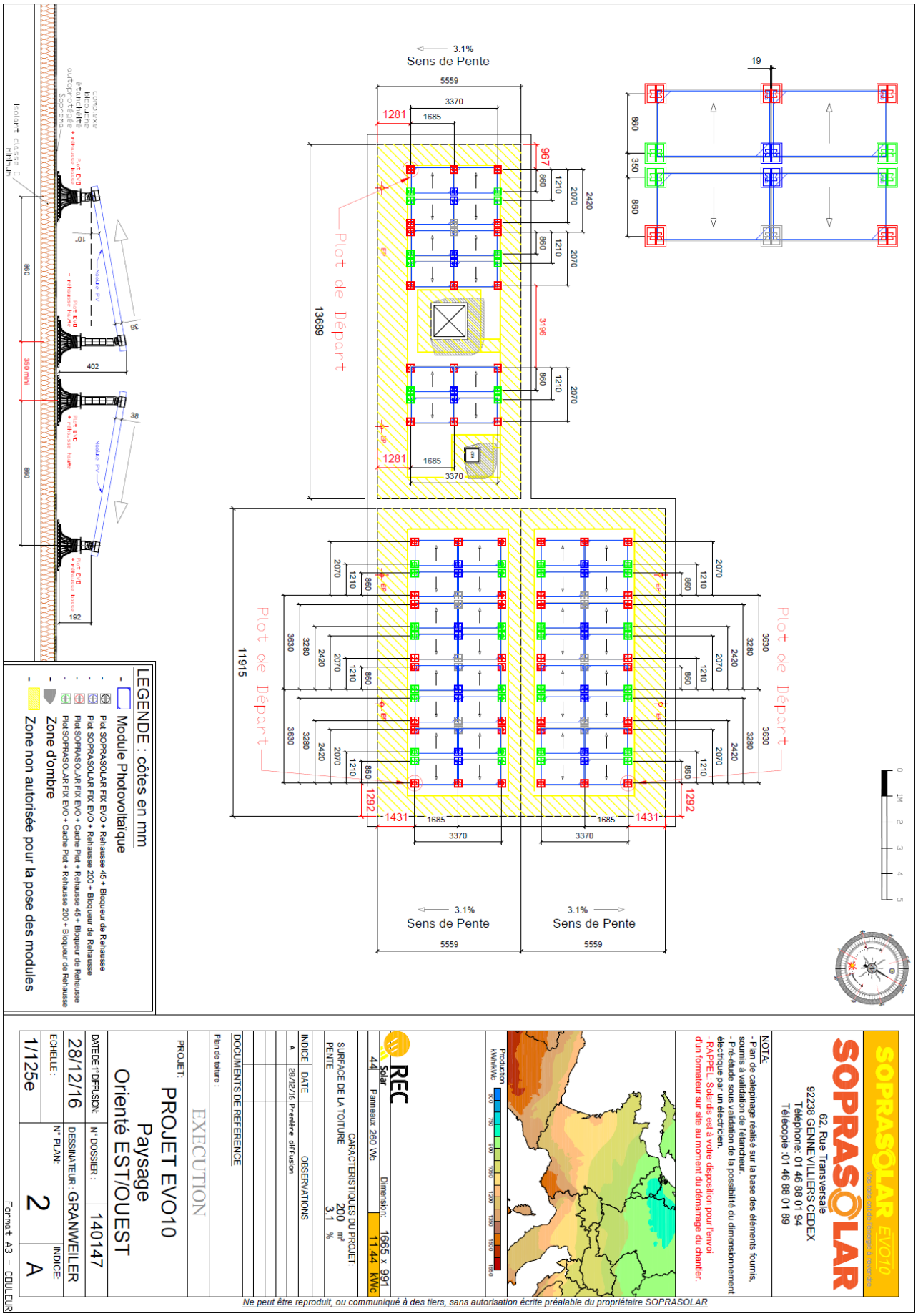



Ne peut être reproduit, ou communiqué à des tiers, sans autorisation écrite préalable du propriétaire SOPRASOLAR

## 15.5 Exemple de plan d'exécution avec modules photovoltaïques REC en mode paysage « SUD »

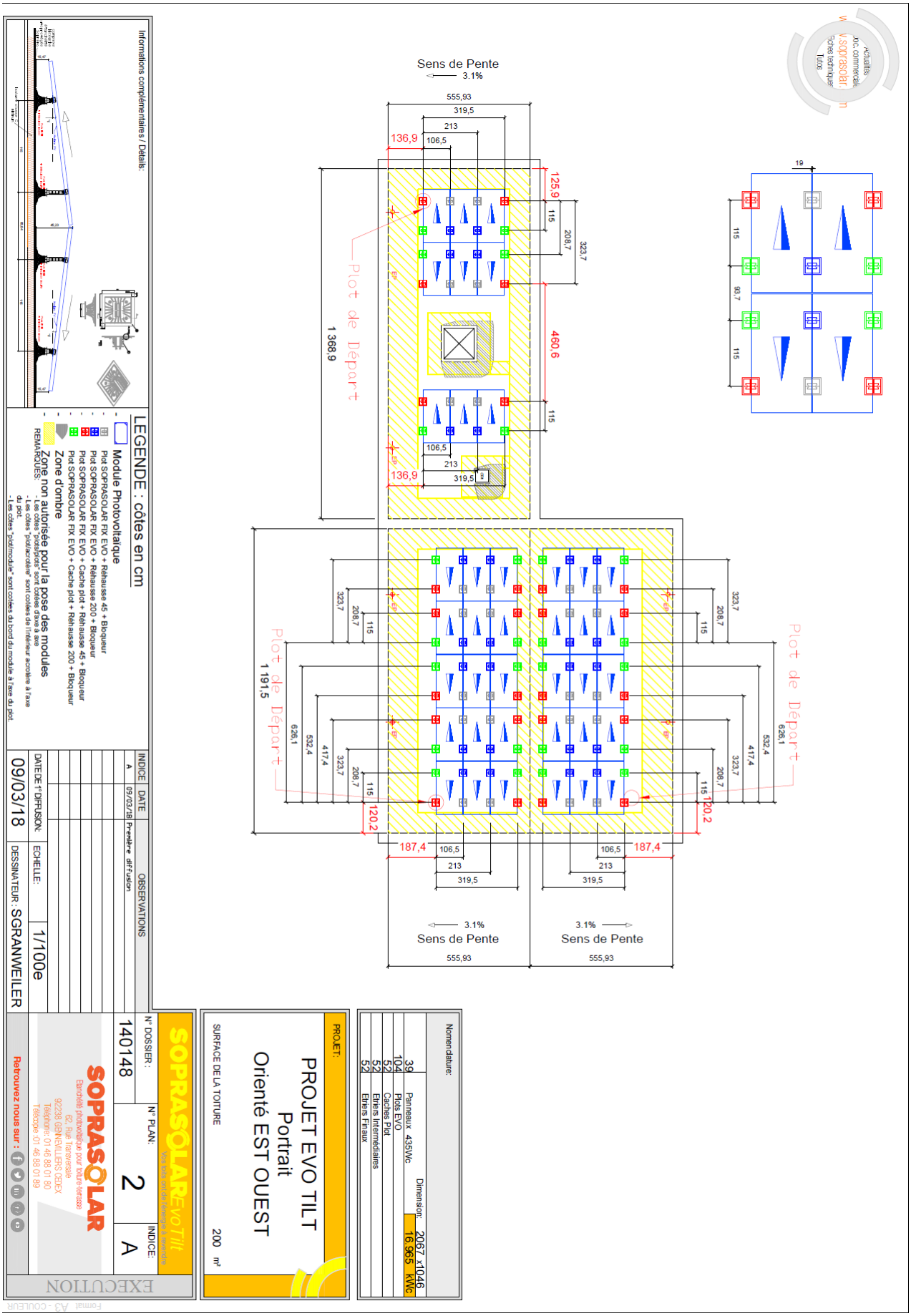


## 15.6 Exemple de plan d'exécution avec modules photovoltaïques REC en mode paysage « EST/OUEST »

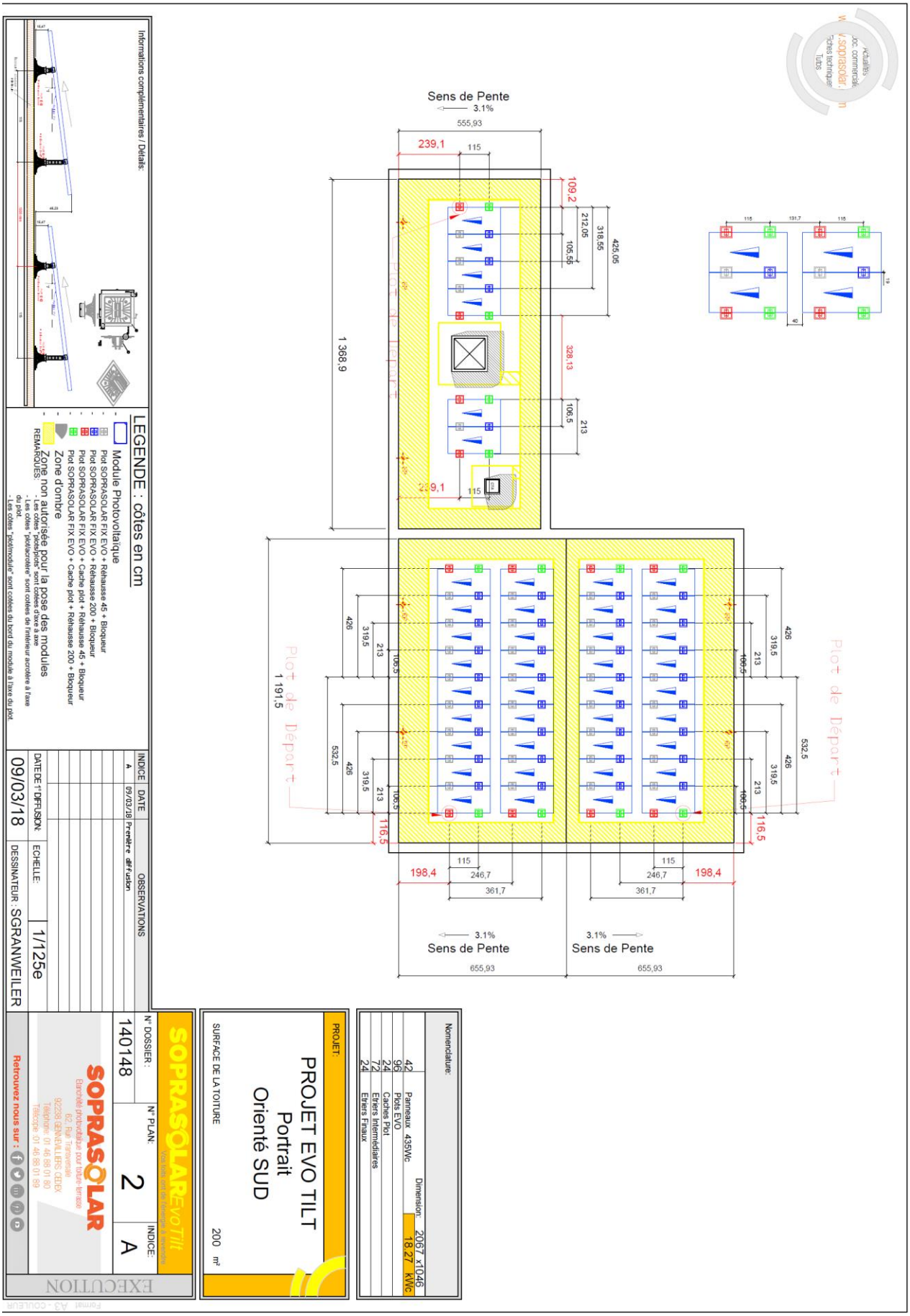



Ne peut être reproduit, ou communiqué à des tiers, sans autorisation écrite préalable du propriétaire SOPRASOLAR

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



## 15.8 Exemple de plan d'exécution avec modules photovoltaïques SUNPOWER en mode portrait « SUD »



# ANNEXE

# FICHE AUTOCONTROLE

# PROCEDE SOPRASOLAR FIX EVO TILT PVC-TPO

| | | |
|---|---|---|
| Nom du Chantier : | | |
| Localisation : | | |
| Date de la mise en œuvre du procédé : | | |
| Responsable de l'exécution des travaux : | | Signature : |

**Points à vérifier pour s'assurer de la bonne mise en œuvre des plots Soprasolar Fix Evo PVC-TPO :**

- Réception membrane support des plots :
  - Age du support < 18 mois ☐
  - Nettoyage de la zone à souder au FLAG TPO CLEANER ou FLAG PVC CLEANER ☐
- Alimentation électrique
  - Doit être conforme aux exigences des appareils de soudure (puissance délivrée suffisante et constante) ☐
- Essai de pelage
  - A réaliser entre les échantillons de plastrons se trouvant dans les cartons de plots et les restes de membrane du support. Chaque matin et chaque après-midi. ☐
- Plan de calepinage
  - Être en possession du plan de calepinage Soprasolar du projet ☐
- Mise en œuvre des plots Soprasolar Fix Evo PVC-TPO
  - Mise en œuvre doit être conforme au §7.3.2 du CPP Soprasolar Fix Evo Tilt PVC-TPO :
    - Soudure de largeur 3cm minimum ☐
    - Température de soudure dans les plages suivantes : ☐

| Membrane synthétique | TEMPERATURE |
|---|---|
| PVC | 350°C à 550°C |
| TPO | 250°C à 450°C |

  - Contrôle visuel des soudures (reflux de matière en lisière et absence de zone surchauffée, jaunissement ou amorce de carbonisation) ☐
  - Contrôle mécanique avec une pointe sèche après refroidissement ☐