

Sur le procédé

## Sunstyle Acier

**Famille de produit/Procédé :** Module photovoltaïque rigide intégré en couverture sans écran métallique en sous-face

**Titulaire(s) :** Société **SUNSTYLE INTERNATIONAL SAS**

### AVANT-PROPOS

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

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

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

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

**Groupe Spécialisé n° 21 - Procédés photovoltaïques**

## Versions du document

Version	Description	Rapporteur	Président
V3	<p>Cette version annule et remplace l'Avis Technique 21/21-77_V2.</p> <p>La version V3 est une révision complète qui tient compte de :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>la diminution de la pente minimale de la couverture à 18% (10°),</li> <li>l'augmentation de la longueur de rampant à 11,80 m en projection horizontale,</li> <li>l'ajout de lattes de fixation métalliques à profil ouvert (munies d'écrou à sertir),</li> <li>l'ajout d'une disposition renforcée avec crochets vent,</li> <li>l'ajout d'une disposition renforcée avec lattes neige,</li> <li>l'ajout d'un appui toléré sur les modules,</li> <li>la modification du guide de choix des matériaux selon l'exposition atmosphérique.</li> <li>la modification de l'usine de fabrication des modules,</li> <li>la mise à jour de la charge normale de neige au regard de la pression d'essai MQT16 de la conformité IEC,</li> <li>la mise en forme de l'Avis Technique selon l'Art. 4 du Règlement intérieur de la CCFAT d'octobre 2020.</li> </ul> <p>Le Groupe Spécialisé n°21 a examiné ce dossier le 4 juillet 2024.</p>	LE BELLAC David	RAFFALLI Franc
V2	<p>Cette version annule et remplace l'Avis Technique n° 21/21-77_V1.</p> <p>La version V2 est une révision d'office qui tient compte de la jurisprudence limitant à des charges admissibles pour la sécurité électrique des modules photovoltaïques, fixées au regard des pressions d'essais MQT 16 de la conformité IEC.</p> <p>La charge de vent normal, selon les règles NV 65 modifiées, admissible est limitée à 1 333 Pa.</p>	LE BELLAC David	RAFFALLI Franc

### Descripteur :

Procédé photovoltaïque, mis en œuvre en toiture complète, sur pannes métalliques ou en bois (recevant traditionnellement de grands éléments de couverture - tout type de plaques métalliques ou plaques fibres-ciment).

Il est destiné à la réalisation d'installations productrices d'électricité solaire.

Il intègre :

- des modules photovoltaïques dont les références et les puissances sont indiquées dans la grille de vérification des modules en cours de validité, téléchargeable sur le site de la CCFAT à la page Batipédia de l'Avis Technique 21/21-77\_V3,
- un système de montage permettant une mise en œuvre en toiture des modules carrés par chevauchement des diagonales.

La mise en œuvre est associée à un écran de sous-toiture souple.

Les charges climatiques admissibles sont définies au §1.1.1.

La toiture d'implantation doit présenter une pente de toiture comprise entre les valeurs définies au §1.1.2.

Les modules photovoltaïques doivent être installés sur des longueurs de rampants projetées de 11,8 m.

## Table des matières

1.	Avis du Groupe Spécialisé .....	5
1.1.	Domaine d'emploi accepté .....	5
1.1.1.	Zone géographique .....	5
1.1.2.	Ouvrages visés .....	5
1.2.	Appréciation .....	6
1.2.1.	Liminaire .....	6
1.2.2.	Conformité normative des modules .....	6
1.2.3.	Aptitude à l'emploi du procédé .....	6
1.2.4.	Aspects sanitaires .....	7
1.2.5.	Durabilité - Entretien .....	7
1.2.6.	Impact environnemental .....	8
1.2.7.	Fabrication et contrôle .....	8
1.2.8.	Mise en œuvre .....	8
1.2.9.	Modules photovoltaïques .....	8
1.3.	Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé .....	8
2.	Dossier Technique .....	9
2.1.	Mode de commercialisation .....	9
2.1.1.	Coordonnées .....	9
2.1.2.	Identification .....	9
2.1.3.	Approvisionnement des composants .....	9
2.1.4.	Livraison .....	9
2.2.	Description .....	9
2.2.1.	Principe .....	9
2.2.2.	Modules photovoltaïques .....	10
2.2.3.	Modules factices (dummy) .....	11
2.2.4.	Système de montage .....	12
2.2.5.	Autres éléments .....	16
2.3.	Dispositions de conception .....	17
2.3.1.	Généralités .....	17
2.3.2.	Caractéristiques dimensionnelles .....	18
2.3.3.	Caractéristiques électriques .....	18
2.3.4.	Spécifications électriques .....	18
2.4.	Dispositions de mise en œuvre .....	19
2.4.1.	Conditions préalables à la pose .....	19
2.4.2.	Compétences des installateurs .....	19
2.4.3.	Sécurité des intervenants .....	20
2.4.4.	Mise en œuvre en toiture .....	20
2.5.	Utilisation, entretien et réparation .....	24
2.5.1.	Généralités .....	24
2.5.2.	Maintenance du champ photovoltaïque .....	24
2.5.3.	Maintenance électrique .....	25
2.5.4.	Remplacement d'un module .....	25
2.6.	Traitement en fin de vie .....	25
2.7.	Fabrication et contrôles .....	25
2.7.1.	Modules photovoltaïques .....	25
2.7.2.	Modules factices (dummy) .....	25
2.7.3.	Composants du système de montage .....	25

2.8.	Conditionnement, étiquetage, stockage .....	26
2.8.1.	Modules photovoltaïques.....	26
2.8.2.	Ensemble "support" .....	26
2.9.	Formation.....	26
2.10.	Assistance technique.....	26
2.11.	Mention des justificatifs .....	26
2.11.1.	Résultats expérimentaux .....	26
2.11.2.	Références chantiers .....	27
2.12.	Annexe du Dossier Technique – Tableaux .....	28
3.	Annexes graphiques .....	29

# 1. Avis du Groupe Spécialisé

Le procédé décrit au chapitre 2 « Dossier Technique » ci-après a été examiné par le Groupe Spécialisé qui a conclu favorablement à son aptitude à l'emploi dans les conditions définies ci-après :

## 1.1. Domaine d'emploi accepté

### 1.1.1. Zone géographique

- Utilisation en France métropolitaine sauf en climat de montagne caractérisé par une altitude supérieure à 900 m
- Les modules photovoltaïques doivent obligatoirement être installés :
  - sur des toitures soumises à des charges climatiques sous neige normale (selon les règles NV 65 modifiées) n'excédant pas :

Mise en œuvre	Charge de neige normale maximum admise (selon les règles NV65 modifiées)
Sans disposition renforcée	1 333 Pa
Disposition renforcée avec crochets vent	2 295 Pa
Disposition renforcée avec lattes neige	4 450 Pa

- - sur des toitures soumises à des charges climatiques sous vent normal (selon les règles NV 65 modifiées) n'excédant pas :

Mise en œuvre	Charge de vent normal maximum admise (selon les règles NV65 modifiées)
Sans disposition renforcée	1 333 Pa
Disposition renforcée avec crochets vent	2 164 Pa
Disposition renforcée avec lattes neige	1 333 Pa

- Le calcul des charges climatiques appliquées sur la toiture s'effectue conformément au Cahier du CSTB n°3803\_V2.
- En fonction des matériaux constitutifs du procédé, les Tableau 1 et Tableau 2 précisent les atmosphères extérieures permises.

### 1.1.2. Ouvrages visés

- Mise en œuvre :
  - uniquement au-dessus de locaux à faible ou moyenne hygrométrie (au sens de l'annexe B3 du DTU 40.36), sans agression chimique ou biologique.
  - sur toitures inclinées de bâtiment neuf ou existant, ne présentant aucune pénétration (cheminées, sorties de toiture, fenêtres de toit...) sur la surface d'implantation des modules photovoltaïques,
  - exclusivement sur pannes métalliques ou bois recevant traditionnellement de grands éléments de couverture (tout type de plaques métalliques ou plaques fibres-ciment), disposant des caractéristiques minimales suivantes :
    - pannes d'acier S235 laminées : épaisseur 3 mm minimum, largeur d'appui 40 mm minimum,
    - pannes d'acier S235 minces profilées à froid de type « Z », « C » ou autre : épaisseur 2 mm minimum, largeur d'appui 120 mm minimum, largeur d'aile supérieure à 56 mm,
    - pannes bois : hauteur 80 mm minimum, largeur d'appui 60 mm minimum,
  - au-dessus d'un écran souple de sous-toiture.
- La toiture d'implantation doit présenter les caractéristiques suivantes :
  - un entraxe maximum entre pannes de 2,10 m en partie courante,
  - un entraxe maximum entre la panne sablière et la première panne courante de 1,8 m,
  - un débord de toiture maximum de 0,3 m,
  - une seule pente, imposée par la toiture, supérieure à 18% (10°) et inférieure à 173% (60°).
- Les modules photovoltaïques doivent obligatoirement être installés :
  - en mode "chevauchement des diagonales",
  - en toiture complète sur un même pan de couverture,
  - sur des longueurs maximales de rampants de toiture de 11,8 m en projection horizontale.

## 1.2. Appréciation

### 1.2.1. Liminaire

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

### 1.2.2. Conformité normative des modules

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

### 1.2.3. Aptitude à l'emploi du procédé

#### 1.2.3.1. Fonction génie électrique

##### 1.2.3.1.1. Sécurité électrique du champ photovoltaïque

- Conducteurs électriques  
Les boîtes de connexion, les câbles et les connecteurs sont conformes respectivement aux normes IEC 62790, NF EN 50518 ou IEC 62930, et IEC 62852, et peuvent être mis en œuvre jusqu'à une tension en courant continu indiquée dans la grille de vérification des modules, ce qui permet d'assurer une bonne aptitude à l'emploi des câbles électriques de l'installation.
- Protection des personnes contre les chocs électriques  
Les modules photovoltaïques non cadrés sont certifiés d'une classe II de sécurité électrique selon la norme NF EN 61730, jusqu'à une tension maximum de 1 000 à 1 500 V DC (cf. grille de vérification des modules).  
À ce titre, ils sont marqués CE selon la Directive 2014/35/UE (dite « Directive Basse Tension ») du Parlement Européen et du Conseil du 26 février 2014 relative à l'harmonisation des législations des États Membres concernant la mise à disposition sur le marché du matériel électrique destiné à être employé dans certaines limites de tension.  
Les connecteurs électriques utilisés sont des connecteurs avec système de verrouillage, conformes à la norme IEC 62852 permettant un bon contact électrique entre chacune des polarités et assurant également une protection de l'installateur contre les risques de chocs électriques.  
L'utilisation de rallonges électriques (pour les connexions éventuelles entre modules, entre séries de modules et vers l'onduleur, ...) équipées de connecteurs de même fabricant, même type et même marque, permet d'assurer la fiabilité du contact électrique entre les connecteurs.  
La réalisation de l'installation photovoltaïque conformément aux guides UTE C 15-712 en vigueur permet d'assurer la protection des biens et des personnes.

##### 1.2.3.1.2. Sécurité par rapport aux ombrages partiels

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

##### 1.2.3.1.3. Puissance crête des modules utilisés

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

#### 1.2.3.2. Fonction Couverture

##### 1.2.3.2.1. Stabilité

La stabilité du procédé est convenablement assurée sous réserve :

- d'un calcul (selon les règles NV65 modifiées) au cas par cas des charges climatiques appliquées sur la couverture, en tenant compte lorsque nécessaire des actions locales (au sens des NV65 modifiées), pour vérifier que :
  - La charge sous neige normale n'excède pas les valeurs du tableau suivant :

Mise en œuvre	Charge de neige normale maximum admise (selon les règles NV65 modifiées)
Sans disposition renforcée	1 333 Pa
Disposition renforcée avec crochets vent	2 295 Pa
Disposition renforcée avec lattes neige	4 450 Pa

•

- La charge sous vent normal n'excède pas les valeurs du tableau suivant :

Mise en œuvre	Charge de vent normal maximum admise (selon les règles NV65 modifiées)
Sans disposition renforcée	1 333 Pa
Disposition renforcée avec crochets vent	2 164 Pa
Disposition renforcée avec lattes neige	1 333 Pa

- - Le calcul des charges climatiques appliquées sur la toiture s'effectue conformément au Cahier du CSTB n°3803\_V2.
- d'une reconnaissance préalable de la charpente support vis-à-vis de sa capacité à accueillir le procédé photovoltaïque,
- que la toiture d'implantation présente les caractéristiques suivantes :
  - entraxe maximum entre pannes de 2,10 m en partie courante,
  - entraxe maximum entre la panne sablière et la première panne courante de 1,8 m,
  - débord de toiture maximum de 0,3 m.

#### 1.2.3.2.2. Sécurité en cas de séisme

Les applications du procédé ne sont pas limitées compte tenu de la conception, du rapport de calcul cité au §2.11.1, et de l'utilisation du procédé en France métropolitaine. Elles sont donc applicables pour toutes les zones et catégories de bâtiments, au sens de l'arrêté du 22 octobre 2010 modifié, relatif à la classification et aux règles de construction parasismique applicables aux bâtiments de la classe dite "à risque normal".

L'objectif de bon fonctionnement dans le cadre des bâtiments de catégorie d'importance IV n'est pas visé dans ce paragraphe.

#### 1.2.3.2.3. Étanchéité à l'eau

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

#### 1.2.3.2.4. Risques de condensation

Les mises en œuvre, telles que décrites dans le Dossier Technique, permettent de gérer les risques de condensation de façon satisfaisante grâce à l'utilisation d'un écran souple de sous-toiture sous le procédé et débouchant à l'égout.

#### 1.2.3.2.5. Ventilation de la toiture

La mise en œuvre du procédé photovoltaïque telle que décrite dans le Dossier Technique et dans la notice de pose ne vient pas perturber la ventilation naturelle de la toiture qui doit être conforme au(x) DTU concerné(s).

#### 1.2.3.2.6. Sécurité au feu

Les modules photovoltaïques ne sont pas destinés à constituer la face plafond de locaux occupés.

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

##### Vis-à-vis du feu venant de l'extérieur :

Un classement de résistance au feu extérieur  $B_{ROOF}(t_3)$  a été déterminé sur le procédé équipé des modules photovoltaïques Sunstyle et d'un écran souple de sous-toiture, pour les pentes considérées dans le domaine d'emploi et dans les conditions du procès-verbal n°RA19-0209 en date du 29 octobre 2019 et son extension 24/1 du 12 juin 2024. L'entreprise de pose doit se procurer ce procès-verbal auprès du titulaire de l'Avis Technique et vérifier que le procédé à mettre en œuvre (composé des modules photovoltaïques, du système de montage et des composants de couverture) est pris en compte par ce procès-verbal.

#### 1.2.3.2.7. Sécurité des usagers

La sécurité des usagers au bris de glace des modules est assurée grâce à une sous-face constituée d'éléments filants dans le sens de la pente surmontée d'un écran de sous-toiture. Le procédé a été soumis à un essai de choc qui s'est révélé satisfaisant.

#### 1.2.3.2.8. Sécurité des intervenants

La sécurité des intervenants lors de la pose, de l'entretien et de la maintenance est normalement assurée grâce à la mise en place de dispositifs antichute selon la réglementation en vigueur pour éviter les chutes depuis la toiture.

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

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

### 1.2.4. Aspects sanitaires

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

### 1.2.5. Durabilité - Entretien

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

Dans les conditions de pose prévues par le domaine d'emploi accepté par l'Avis, en respectant le guide de choix des matériaux (voir les Tableau 1 et Tableau 2) et moyennant un entretien conforme aux indications portées dans la notice de montage et dans le Dossier Technique, la durabilité de cette couverture peut être estimée comme satisfaisante.

### 1.2.6. Impact environnemental

Le traitement en fin de vie peut être assimilé à celui de produits traditionnels.

La grille de vérification associée à cet Avis Technique indique en fonction des gammes de module indiquées si le procédé Sunstyle Acier associé à chaque gamme de module dispose ou non d'une Déclaration Environnementale (DE) individuelle ou collective vérifiée par tierce partie indépendante.

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

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

### 1.2.7. Fabrication et contrôle

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

### 1.2.8. Mise en œuvre

La mise en œuvre du procédé photovoltaïque effectuée par des installateurs agréés (*avertis des particularités de pose de ce procédé grâce à une formation obligatoire, disposant de compétences en couverture pour la pose du procédé en toiture et de compétences électriques pour la connexion électrique de l'installation photovoltaïque, complétées par une qualification et/ou certification professionnelle pour la pose de procédés photovoltaïques*) et systématiquement accompagnés par la société Sunstyle lors de leur premier chantier permet d'assurer une bonne réalisation des installations.

Le mode constructif et les dispositions de mise en œuvre relèvent de techniques classiques de mise en œuvre en couverture. Il est néanmoins nécessaire d'apporter une attention et une précision certaine concernant le calepinage des lattes.

### 1.2.9. Modules photovoltaïques

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

La grille de vérification à utiliser doit être la version la plus récente se rapportant à cet Avis Technique. La grille porte alors un n° du type 21/Gn/21-77\_V3 indiquant qu'il s'agit de la n<sup>ème</sup> version de la grille. La version Gn la plus récente de la grille de vérification est celle publiée sur le site de la CCFAT.

## 1.3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

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

Comme pour l'ensemble des procédés de ce domaine :

- Chaque mise en œuvre requiert :
  - une vérification des charges climatiques appliquées sur la toiture considérée, en tenant compte le cas échéant des actions locales (au sens des NV65 modifiées), au regard des contraintes maximales admissibles du procédé,
  - une reconnaissance préalable de la charpente support vis-à-vis de sa capacité à accueillir le procédé photovoltaïque et de la présence ou non d'un écran de sous-toiture.
- Une attention particulière doit être apportée à la mise en œuvre afin de ne pas perturber la ventilation naturelle de la toiture.

L'appui toléré sur la partie centrale des modules a été justifié par des essais spécifiques de charges mécaniques simulant l'appui avec essais électriques des normes IEC (rapport CERTISOLIS n°20230238-001). Le Groupe Spécialisé précise que cette disposition n'est pas extrapolable à d'autres procédés sans justification.

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

Cet Avis Technique est assujéti à une vérification des modules photovoltaïques acceptés pour cet Avis Technique. Les modules photovoltaïques qui peuvent être associés à cet Avis Technique sont listés dans la grille de vérification des modules en cours de validité, téléchargeable sur le site de la CCFAT via le lien Batipédia de l'Avis Technique 21/21-77\_V3.

## 2. Dossier Technique

Issu des éléments fournis par le titulaire et des prescriptions du Groupe Spécialisé acceptées par le titulaire

---

### 2.1. Mode de commercialisation

---

#### 2.1.1. Coordonnées

Titulaire :  
 Société Sunstyle International SAS  
 140 Avenue des Champs Elysées  
 FR - 75008 PARIS  
 Tél. : +33 (0)1 47 66 09 90  
 Fax : +33 (0)1 47 66 10 51  
 E-mail : contact@sunstyle.fr  
 Internet : www.sunstyle.com

#### 2.1.2. Identification

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

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

#### 2.1.3. Approvisionnement des composants

Le titulaire assure la traçabilité jusqu'au chantier de l'ensemble des composants du procédé en commercialisant un système complet. L'approvisionnement des composants via un seul fournisseur permet de s'assurer d'une maîtrise des risques notamment électriques, suffisante pour éviter la fourniture de composants incompatibles.

#### 2.1.4. Livraison

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

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

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

L'installateur doit prévoir :

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

---

### 2.2. Description

---

#### 2.2.1. Principe

Le procédé photovoltaïque « Sunstyle Acier » est mis en œuvre en toiture complète, exclusivement sur pannes métalliques ou bois recevant traditionnellement de grands éléments de couverture (tout type de plaques métalliques ou plaques fibres-ciment). Il est destiné à la réalisation d'installations productrices d'électricité solaire.

Il intègre :

- un (des) module(s) photovoltaïque(s) carré(s) non cadré(s), dont les puissances sont indiquées dans la grille de vérification des modules en cours de validité, téléchargeable sur le site de la CCFAT via le lien Batipédia de l'Avis Technique 21/21-77\_V3,
- un système de montage permettant une mise en œuvre en toiture des modules carrés par chevauchement des diagonales.

La mise en œuvre est associée à un écran souple de sous-toiture.

Sa dénomination commerciale "Sunstyle Acier" se décline en modèles de différentes couleurs.

Tous les éléments décrits dans les paragraphes 2.2.2, 2.2.3 et 2.2.4 font partie de la livraison du procédé assurée par la société Sunstyle International.

## 2.2.2. Modules photovoltaïques

### 2.2.2.1. Généralités

Cet Avis Technique est assujéti à une vérification des modules photovoltaïques acceptés pour cet Avis Technique. Les modules photovoltaïques qui peuvent être associés à cet Avis Technique sont listés dans la grille de vérification des modules en cours de validité, téléchargeable sur le site de la CCFAT via le lien Batipédia de l'Avis Technique 21/21-77\_V3.

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

Les gammes de modules valides sont indiquées dans la grille de vérification associée à cet Avis Technique (cf. § 1.2.9).

Les caractéristiques génériques des modules photovoltaïques inclus dans cet Avis Technique sont définies dans les paragraphes suivants du § 2.2.2.

### 2.2.2.2. Caractéristiques dimensionnelles

- Longueur de : 870 mm,
- Largeur de : 870 mm,
- Masse du module : 12,9 kg.

### 2.2.2.3. Face arrière

Face arrière faite d'un film de sous-face ou bien module bi-verre faisant partie de la BOM des modules validés.

### 2.2.2.4. Cellules photovoltaïques

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

### 2.2.2.5. Intercalaire encapsulant

Référence faisant partie de la BOM des modules validés.

### 2.2.2.6. Vitrage

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

### 2.2.2.7. Constituants électriques

#### 2.2.2.7.1. Boîte de connexion

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

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

Elle possède les caractéristiques minimales suivantes :

- Indice de protection : IP65 connecté,
- Tension de système maximum : 1 000 à 1 500 V DC entre polarités et avec la terre (cf. grille de vérification des modules),
- Certificat de conformité valide selon la norme IEC 62790:2014.
- La référence fait partie de la BOM des modules validés.

#### 2.2.2.7.2. Câbles électriques

Les modules sont équipés de deux câbles DC électriques de 800 mm chacun dont la section est de 4 mm<sup>2</sup>. Ces câbles se trouvent à l'arrière du module, en sortie de la boîte de connexion, et sont équipés de connecteurs adaptés.

Ces câbles ont les spécifications minimales suivantes :

- Tension assignée : 1 000 à 1 500 V (cf. grille de vérification des modules),
- Certificat de conformité valide à la norme EN 50618:2014 ou IEC 62930:2017.
- La référence fait partie de la BOM des modules validés.

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

### **2.2.2.7.3. Connecteurs électriques**

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

- Indice de protection (connecté) : IP 65 minimum,
- Tension assignée de 1 000 à 1 500 V (cf. grille de vérification des modules),
- Certificat de conformité valide à la norme IEC EN 62852:2015,
- La référence fait partie de la BOM des modules validés.

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

### **2.2.3. Modules factices (dummy)**

#### **2.2.3.1. Éléments non photovoltaïques**

Afin de parachever la couverture, le procédé "Sunstyle" comporte 15 modules factices (appelés aussi "dummy"). Ces éléments (cf. § 2.2.3.2 et Figure 1) sont réalisés avec les mêmes composants (verre et éléments laminés) que le module photovoltaïque mais sans incorporation des cellules. Ils sont fabriqués dans la même usine que les modules photovoltaïques.

#### **2.2.3.2. Description des 15 éléments verriers standards non photovoltaïques**

##### **2.2.3.2.1. Dummy entier sans cellules photovoltaïques**

Dummy à 4 côtés de même format que le module photovoltaïque soit 87 cm x 87 cm. Il comporte un trou de 16 mm dans son coin inférieur et un trou de 24 mm en partie supérieure (sur la diagonale joignant les coins haut et bas). Il est muni de 2 joints sur ses bords supérieurs. Il se substitue au module photovoltaïque en cas d'ombrage ou pour compléter la couverture à des fins d'homogénéité entre différents pans de toiture.

##### **2.2.3.2.2. Dummy bas petit**

Dummy triangulaire de 40 cm de côté et 29 cm de haut avec un trou de 24 mm et des joints sur les côtés hauts. Il est mis en place sur la rive d'égout donc en partie basse de la couverture.

##### **2.2.3.2.3. Dummy haut petit**

Dummy triangulaire de 40 cm de côté et 29 cm de haut avec un trou de 16 mm au niveau de l'angle rectangle du module sans joints sur les côtés. Il est mis en place sur le faitage donc en partie haute de la couverture.

##### **2.2.3.2.4. Coin bas grand gauche**

Dummy à 5 côtés de format global triangulaire de 67 cm de large et 76 cm de haut avec un trou de 16 mm au niveau de l'angle rectangle (en partie basse) et un trou de 24 mm (en partie haute). Il est muni de 2 joints sur les côtés hauts. Il est mis en place dans l'angle en bas à gauche de la couverture quand on fait face à celle-ci.

##### **2.2.3.2.5. Coin bas grand droit**

Dummy à 5 côtés de format global triangulaire de 67 cm de large et 76 cm de haut avec un trou de 16 mm au niveau de l'angle rectangle (en partie basse) et un trou de 24 mm (en partie haute). Il est muni de 2 joints sur les côtés hauts. Il est mis en place dans l'angle en bas à droite de la couverture quand on fait face à celle-ci.

##### **2.2.3.2.6. Coin haut grand gauche**

Dummy à 5 côtés de format global triangulaire de 67 cm de large hors tout et 76 cm de haut avec deux trous de 16 mm le long du bord de 76 cm. Le premier est au niveau de l'angle inférieur et le deuxième est situé 476 mm au-dessus le long du bord gauche. Ce coin est muni d'un joint sur un petit côté haut (21 cm). Il est mis en place dans l'angle en haut à gauche de la couverture quand on fait face à celle-ci.

##### **2.2.3.2.7. Coin haut grand droit**

Dummy à 5 côtés de format global triangulaire de 67 cm de large hors tout et 76 cm de haut avec deux trous de 16 mm le long du bord de 76 cm. Le premier est au niveau de l'angle inférieur et le deuxième est situé 476 mm au-dessus le long du bord droit. Ce coin est muni d'un joint sur un petit côté haut (21 cm). Il est mis en place dans l'angle en haut à gauche de la couverture quand on fait face à celle-ci.

##### **2.2.3.2.8. Coin bas petit gauche**

Dummy à 4 côtés de format global triangulaire de 35 cm de large et 29 cm de haut hors tout avec un trou de 24 mm dans l'angle droit (en bas à gauche). Ce coin est muni de 2 joints sur ses bords supérieurs. Il est mis en place dans l'angle en bas à gauche de la couverture quand on fait face à celle-ci.

### **2.2.3.2.9. Coin bas petit droit**

Dummy à 4 côtés de format global triangulaire de 35 cm de large et 29 cm de haut hors tout avec un trou de 24 mm dans l'angle droit (en bas à droite). Ce coin est muni de 2 joints sur ses bords supérieurs. Il est mis en place dans l'angle en bas à droite de la couverture quand on fait face à celle-ci.

### **2.2.3.2.10. Coin haut petit gauche**

Dummy à 4 côtés de format global triangulaire de 35 cm de large et 29 cm de haut hors tout avec un trou de 16 mm dans sa pointe inférieure. Ce coin n'est pas muni de joint. Il est mis en place dans l'angle en haut à gauche de la couverture quand on fait face à celle-ci.

### **2.2.3.2.11. Coin haut petit droit**

Dummy à 4 côtés de format global triangulaire de 35 cm de large et 29 cm de haut hors tout avec un trou de 16 mm dans sa pointe inférieure. Ce coin n'est pas muni de joint. Il est mis en place dans l'angle en haut à droite de la couverture quand on fait face à celle-ci.

### **2.2.3.2.12. Dummy bas**

Dummy à 5 côtés de format global triangulaire de 87 cm de large et 76 cm de haut avec un trou de 16 mm au milieu du côté bas et un trou de 24 mm (en partie haute). Il est muni de 2 joints sur les côtés hauts.

Il s'agit d'un dummy entier dont l'angle inférieur a été supprimé.

Il est mis en place sur la rive d'égout donc en partie basse de la couverture.

### **2.2.3.2.13. Dummy haut**

Dummy à 5 côtés de format global triangulaire de 87 cm de large et 76 cm de haut avec 2 trous de 16 mm. Le premier est au milieu du côté haut et le deuxième se trouve dans l'angle inférieur (en partie basse). Il est muni de 2 joints (21 cm chacun) sur les côtés hauts.

Il s'agit d'une dummy entier dont l'angle supérieur a été supprimé.

Il est mis en place sur le faîtage donc en partie haute de la couverture.

### **2.2.3.2.14. Dummy gauche**

Dummy à 5 côtés de format global triangulaire de 87 cm de côté et 123 cm de haut avec un trou de 16 mm dans le coin bas et un trou de 24 mm (en partie haute). Il est muni de 2 joints sur les côtés hauts.

Il s'agit d'un dummy entier dont la partie gauche a été en supprimée.

Il est mis en place sur la rive gauche de la couverture quand on fait face à celle-ci.

### **2.2.3.2.15. Dummy droite**

Dummy à 5 côtés de format global triangulaire de 87 cm de côté et 123 cm de haut avec un trou de 16 mm dans le coin bas et un trou de 24 mm (en partie haute). Il est muni de 2 joints sur les côtés hauts.

Il s'agit d'un dummy entier dont la partie droite a été en supprimée.

Il est mis en place sur la rive droite de la couverture quand on fait face à celle-ci.

## **2.2.4. Système de montage**

### **2.2.4.1. Fourniture**

Les éléments de ce système de montage sont commercialisés par projet suite au dimensionnement de la société Sunstyle International ou des installateurs agréés par Sunstyle International. Tout dimensionnement réalisé par un installateur agréé sera revu pour validation par Sunstyle International avant livraison.

Tous les éléments décrits dans le paragraphe 2.2.4 font partie de la livraison du procédé assurée par la société Sunstyle International.

### **2.2.4.2. Éléments constitutifs de l'ensemble support**

#### **2.2.4.2.1. Généralités**

L'ensemble "support" qui permet le soutien de l'ensemble de l'installation est constituée des éléments décrits dans les paragraphes suivants (cf. Figure 1 et Figure 2).

#### **2.2.4.2.2. Lattes de fixation métalliques à profil carré**

Ces lattes métalliques sont destinées à constituer en majeure partie la structure support sur laquelle viennent reposer les modules photovoltaïques ou éléments non énergisés.

Les lattes métalliques à profil carré sont des tubes, en acier inoxydable A2 ou A4 (cf. Tableau 2), de sections 40 x 40 mm et d'épaisseur 2 mm.

Ces lattes métalliques peuvent être de différentes longueurs en fonction du nombre de modules sur le rampant. Elles peuvent atteindre une longueur maximale de 8 m sur commande spéciale et sont ordinairement limitées à 6 m de longueur. Elles sont

munies d'emplacements filetés réalisés en usine par flowdrill. La précision d'implantation de ces emplacements filetés et du 1/10<sup>ème</sup> de mm.

Le premier emplacement fileté en partant du bas des lattes métalliques est au minimum à 40 mm de l'extrémité de la latte.

Le deuxième est situé à 954 mm du premier emplacement fileté si le calepinage prévoit la mise en place d'un dummy gauche, d'un dummy droite, d'un module photovoltaïque ou à 477 mm si le calepinage prévoit la mise en place d'un grand dummy bas, d'un coin bas grand gauche ou droit.

Les emplacements filetés suivants sont espacés de 954 mm.

Le dernier emplacement fileté (en partie haute des dernières lattes métalliques du rampant de la couverture) est à 477 mm de l'avant dernier dans le cas de la pose d'un coin haut grand droit ou gauche, à 954 mm dans le cas d'un dummy haut petit, d'un coin haut petit droit ou gauche et à 570 mm dans le cas d'un dummy haut.

En fonction de la longueur du rampant un aboutage de deux lattes métalliques peut être nécessaire. Dans ce cas la latte métallique en partie basse du rampant sera munie en usine d'une éclisse à son extrémité haute.

Les lattes métalliques sont fixées à chaque intersection de panne. Le maintien des lattes métalliques se fait par un point fixe (un seul par latte) et des cavaliers partout ailleurs. Le point fixe est réalisé par un perçage de 25 mm de diamètre en partie supérieure et un avant trou, à l'aplomb en partie inférieure, adapté au diamètre de la vis utilisée pour la fixation sur la panne. Lorsqu'aucun aboutage de lattes métalliques n'est nécessaire, le point fixe est effectué en partie haute de la latte. En cas d'aboutage de deux lattes métalliques, les points fixes seront positionnés de part et d'autre de l'éclisse.

Dans le cas de pannes métalliques, la fixation des lattes métalliques à profil carré peut également être réalisée par des boulons-crochets de diamètre 6 mm minimum munis d'un filetage de 7 mm minimum (cf. §2.2.5.2 et Figure 4). Un point fixe unique doit également être mis en œuvre pour ce type de fixation.

Le plan de calepinage de la couverture avec le repérage des lattes métalliques est fourni à l'installateur par Sunstyle International. Les lattes métalliques sont marquées au moment de leur fabrication en accord avec le plan de calepinage afin de permettre leur identification sur le chantier.

#### **2.2.4.2.3. Éclisse**

Pour permettre l'aboutage de deux lattes métalliques à profil carré entre elles, une éclisse en forme de U, en acier inoxydable A2 ou A4 (cf. Tableau 2), est utilisée. Elle est fixée en usine par 2 rivets en acier inoxydable A4 dans l'extrémité haute de la latte métallique inférieure. L'aboutage des deux lattes métalliques doit être réalisé au 1/5<sup>ème</sup> de la portée entre pannes.

#### **2.2.4.2.4. Cavalier**

Les cavaliers, en acier inoxydable A2 ou A4 (cf. Tableau 2), sont utilisés pour maintenir les lattes métalliques à profil carré sur les pannes à chaque intersection lorsque la fixation à travers la latte n'est pas utilisée. Néanmoins, une latte sera toujours fixée par une vis traversante à un endroit afin d'assurer un point fixe et un seul.

#### **2.2.4.2.5. Lattes de fixation métalliques à profil ouvert**

Ces lattes métalliques sont une alternative aux lattes métalliques à profil carré et viennent en remplacement de celles-ci.

Les lattes métalliques sont des profilés ouverts en acier S350GD avec un revêtement métallique Magnelis® ZM310 (cf. ETPM n°22/0081 et Tableau 2) et d'épaisseur 2 mm. (cf. Figure 1, Figure 3 et Figure 4). Ces lattes ont une hauteur de 55 mm permettant d'avoir un espace suffisant sous les modules pour la ventilation et l'installation de micro-onduleurs ou optimiseurs.

Ces lattes métalliques peuvent être de différentes longueurs en fonction du nombre de modules sur le rampant. La longueur de ces lattes standardisées est adaptée en usine en fonction du projet et peut aller jusqu'à 6 m. Elles sont munies de perçages hexagonaux également réalisés en usine afin de pouvoir y poser des écrous à sertir. La précision d'implantation de ces perçages et du 1/10<sup>ème</sup> de mm. Les lattes métalliques comportent deux séries de perçages hexagonaux.

En ce qui concerne la première série, le premier perçage est situé à 40 mm de l'extrémité basse de la latte. Les perçages suivants sont espacés de 477 mm à partir du premier.

Les perçages de la deuxième série sont quant à eux situés à 93 mm au-dessus de chaque perçage de la première série et sont donc également espacés de 477 mm les uns des autres.

En fonction de la longueur du rampant un aboutage de deux lattes métalliques peut être nécessaire. Dans ce cas, la longueur des lattes métalliques sera ajustée sur site de telle manière que le plan d'aboutage corresponde à la position d'une panne. Si nécessaire, cette panne sera doublée pour permettre la fixation correcte des deux extrémités de lattes.

#### **2.2.4.2.6. Écrou à sertir**

Les écrous à sertir en acier inoxydable (cf. Figure 1) sont mis en place dans les lattes métalliques à profil ouvert munies de perçages hexagonaux par l'installateur sur site suivant le plan de calepinage.

Ces écrous à sertir ont un fût semi-hexagonal permettant de se loger dans les perçages hexagonaux des lattes métalliques correspondantes et de réaliser une fonction anti-rotation pour garantir le démontage et le remontage multiples des vis à tête hexagonale. Ils sont munis d'un filetage M6.

Ils sont fournis par la société DEGOMETAL sous la référence GOFIX M6 INPSH 30.

#### **2.2.4.2.7. Brides de fixation**

Les brides (cf. Figure 1), en acier S350GD avec un revêtement métallique Magnelis® ZM310 (cf. Tableau 2), sont utilisées pour maintenir les lattes métalliques à profil ouvert sur les pannes à chaque intersection autre que celle retenue pour assurer un point fixe. En effet, une latte sera toujours fixée par 2 vis traversantes à une intersection afin d'assurer un point fixe et un seul. Le diamètre du trou de fixation de la bride est adapté au diamètre de la fixation.

Une cale (non fournie) avec perçage M6 ou M8 en acier inoxydable A2 ou A4 d'épaisseur maximale 1,8 mm et de largeur maximale 16 mm est positionnée entre chaque bride et la panne au niveau du trou de fixation (cf. Figure 6 et Figure 7).

#### **2.2.4.2.8. Pièces de distance**

Les pièces de distance, en acier inoxydable 1.4305, sont vissées dans les inserts filetés des lattes en appliquant un couple de serrage de 10 N.m.

Ces pièces de distance existent en deux longueurs suivant le type de module (photovoltaïque ou dummy) à fixer en début et fin de rampant.

Les pièces de distance courtes sont utilisées pour les dummy hauts et bas ainsi que pour les coins dans les angles. Elles ont une longueur totale de 28 mm avec un filetage M6 de 10 mm de long pour leur vissage dans les inserts.

Les pièces de distance (« normales ») sont utilisées à tous les endroits où il y a deux modules (photovoltaïque ou dummy) superposés à fixer. Elles ont une longueur totale de 38 mm avec un filetage M6 de 10 mm de long pour leur vissage dans les inserts.

Elles sont munies d'une empreinte hexagonale mâle SW8 et ont un corps cylindrique de diamètre extérieur de 10 mm.

#### **2.2.4.2.9. Pièces d'appui**

Ces pièces, en EPDM (dureté 60 degrés Shore), permettent un appui souple des modules en évitant un contact direct entre le module et sa latte de fixation qui ne sont pas dans le même plan du fait de la pose en écaille des modules. Elles assurent une liberté de mouvement toute relative mais indispensable pour absorber les déformations des différents composants de la couverture. Enfin elles sont destinées à établir une étanchéité totale du canal de fixation.

Comme les pièces de distance, les rondelles sont de 2 types.

Les premières, dénommées « rondelles d'appui », sont de forme annulaire simple. Elles sont mises autour des pièces de distance courtes. Elles ont un diamètre intérieur de 10 mm pour parfaitement s'ajuster au diamètre des pièces de distance courtes, un diamètre extérieur de 30 mm et une hauteur de 18 mm.

Les secondes, dénommées « anneaux d'appui », disposent d'une collerette qui s'insère dans le perçage haut du module et en dépasse légèrement. Le module est ainsi empêché de glisser et un contact verre (tranche du module) / acier (génératrice externe de la douille longue) est également évité. Ces anneaux d'appui ont une hauteur totale de 30 mm, une base de 10 mm de haut et un diamètre de 34 mm. La partie s'insérant dans le module a un diamètre de 25 mm avec un chanfrein sur les 5 mm supérieur afin de faciliter sa mise en place dans le trou de 24 mm du module.

#### **2.2.4.2.10. Pièce de protection du trou de 16 mm**

Lorsque la longueur du rampant de la toiture nécessite d'aboutir des lattes de fixation et qu'un module (photovoltaïque ou tout dummy comportant 2 trous) est fixé sur deux lattes de fixation différentes, une pièce de protection doit être mise en place.

Cette pièce, en EPDM (dureté 85 degrés Shore), permet alors d'éviter un contact direct entre les bords du trou de 16 mm du module (photovoltaïque ou tout dummy comportant 2 trous) et le métal de la pièce de distance. Elle est installée en même temps que l'anneau d'appui précédemment décrit. Ses dimensions sont 10 mm de haut au total, un diamètre intérieur de 14 mm, un diamètre extérieur de 16 mm et elle comporte une collerette de 22 mm de diamètre et 1 mm d'épaisseur.

Dans les autres cas, cette pièce n'est pas utilisée : les pièces de distance étant vissées dans les inserts filetés qui sont positionnés en usine dans les lattes de fixation, leur écartement est défini de manière à éviter ce contact direct.

#### **2.2.4.2.11. « Ancres » d'étanchéité**

Ce joint à lèvres en EPDM de forme particulière rappelant une ancre de marine est destiné à assurer une étanchéité parfaite entre l'empilage en trois épaisseurs de quatre modules.

Elles se positionnent sur les rondelles d'appui longues et viennent se caler entre les différentes surfaces des modules formant ainsi une barrière contre la pression et la succion à l'endroit de la jonction des quatre modules concernés.

Elle a une hauteur de 196 mm et une largeur hors tout au niveau de la forme en ancre de 258 mm. La partie haute de l'ancre est percée d'un trou de diamètre 24 mm permettant sa mise en place et sa tenue lors du montage sur la rondelle d'appui haute.

#### **2.2.4.2.12. Joint d'étanchéité (EPDM) sur les bords hauts des modules**

Ce joint à 4 lèvres en EPDM de dureté 85 shore A est collé en usine sur les 2 bords supérieurs des modules (photovoltaïque ou dummy, avec une colle dont les références ont été fournies au secrétariat de la Commission Chargée de formuler des Avis Techniques). Il permet d'assurer l'étanchéité de la couverture entre 2 modules se recouvrant directement.

Ce joint fait 12 mm de large hors tout et 4 mm au niveau des lèvres externes. Les deux lèvres intérieures font 2,5 mm de haut et la partie plane fait 1,2 mm de haut.

#### **2.2.4.2.13. Vis à tête hexagonale**

Cette vis à tête hexagonale SW8 à collerette (Acier inoxydable A4, filetage M6, classe 8.8) est munie d'une rondelle (Acier inoxydable) avec joint d'écrasement (EPDM). Elle a une longueur sous la collerette de 30 mm et une longueur hors tout de 34 mm.

Cette vis vient fermer l'assemblage de fixation et le rend étanche. Elle est serrée suivant un couple de 2 N.m ( $\pm 0,5$  N.m) qui permet un écrasement léger du joint EPDM.

#### **2.2.4.2.14. Profils d'étanchéité faitage (EPDM) et pince de maintien Solar Clip (Acier inoxydable)**

Ce profil d'étanchéité est clipsé sur le dernier rang de modules avant la mise en place d'un faitage ventilé. Il permet d'assurer une barrière contre la remontée de l'eau entre ce dernier rang haut et l'ouvrage de faitage de la même manière que les ancres forment une barrière contre la remontée de l'eau entre les modules.

Le profil d'étanchéité comporte une partie en U pour le clipser sur le bord du dummy haut et une partie tubulaire qui est comprimée par les petits dummy hauts ou la bavette de faitage mise en œuvre par le couvreur zingueur. Le U a une dimension de 15 mm x 15 mm et la partie tubulaire mesure également 15 mm de diamètre.

Les pinces Solar Clip en inox viennent pincer l'ensemble dummy haut petit, profil d'étanchéité et dummy haut. Elles sont mises en place manuellement.

#### **2.2.4.2.15. Patte de fixation faitage (cf. Figure 1 et Figure 19)**

Les pattes de fixation faitage sont utilisées en alternative aux profils d'étanchéité faitage et aux pinces de maintien Solar Clip.

Les pattes de fixation viennent plaquer les dummy hauts petits sur les dummy hauts adjacents et créer un point de reprise d'effort supplémentaire sur ces éléments qui ne sont fixés que par une seule vis à tête hexagonale.

Les pattes de fixation sont en acier inoxydable A4. Elles sont fixées sur la latte par une vis au-dessus des dummy hauts petits.

#### **2.2.4.3. Éléments optionnels pour disposition renforcée avec crochets vent (cf. Figure 17)**

##### **2.2.4.3.1. Lattes de fixation métalliques**

La mise en œuvre de la disposition renforcée avec crochets vent impose l'utilisation de lattes de fixation métalliques à profil ouvert.

##### **2.2.4.3.2. Crochets vent**

Les crochets vent permettent de créer des points supplémentaires de reprise d'effort sur les modules photovoltaïques et éléments non énergisés en complément des vis à tête hexagonale.

Les crochets vents en acier inoxydable A4 sont réalisés à partir de tôle de 2 mm d'épaisseur. Ils sont fixés sur des lattes métalliques additionnelles à l'aide de vis à tête hexagonale (Cf. §2.2.4.2.13) et de rondelle pour vis M6 avec diamètre extérieur de 18 mm.

Il existe 3 versions des crochets vent : les crochets vent gauche, les crochets vent droit et les crochets vent bas.

Les crochets vent gauche (respectivement droit) viennent créer un point d'appui supplémentaire sur la diagonale basse gauche (respectivement droite) du module concerné.

Les crochets vent bas viennent créer un point d'appui supplémentaire sur l'arête basse du module concerné.

##### **2.2.4.3.3. Lattes métalliques « additionnelles »**

Ces lattes servent de support de fixation aux crochets vent. Elles sont destinées à reprendre les charges climatiques reprises par les crochets vent.

Les lattes sont identiques aux lattes de fixation à profil ouvert. Elles sont munies d'écrous à sertir dans chaque perçage de la première série de perçages hexagonaux pour y fixer les crochets vent.

##### **2.2.4.3.4. Joint d'étanchéité en mousse imprégnée**

Le joint d'étanchéité en mousse imprégnée est constitué d'une mousse polyuréthane à cellules ouvertes et imprégnée d'une résine à base acrylique résistante aux UV.

Une face est adhésive et permet son maintien en position lors de la mise en œuvre. Une fois comprimé entre deux modules, ou entre un module et un dummy bas, le joint est maintenu par compression.

La largeur du joint est de 15 mm et l'épaisseur minimale de sa plage d'utilisation doit être de 3 mm. Ces dimensions permettent, d'une part, d'avoir un retrait entre le bord du module et le joint protégeant ainsi le joint d'une action directe du soleil et de la pluie sur ce dernier et, d'autre part, d'assurer une compression suffisante du joint.

En cas de présence d'un crochet vent entre deux modules se recouvrant directement, le joint d'étanchéité en mousse imprégnée permet d'assurer l'étanchéité de la couverture, en complément du joint d'étanchéité en EPDM collé sur les bords de modules ou dummy.

#### **2.2.4.4. Éléments optionnels pour disposition renforcée avec lattes neige (cf. Figure 18) : Lattes de renfort métalliques**

##### **2.2.4.4.1. Lattes de renfort métallique**

La mise en œuvre de la disposition renforcée avec lattes neige impose l'utilisation de lattes de fixation métallique à profil ouvert.

Ces lattes permettent de reprendre des charges plus importantes de neige. Les modules photovoltaïques ou éléments non énergisés viennent simplement reposer sur ces lattes sous le poids de la neige. Il n'y a pas de fixation mécanique entre les modules et ces lattes.

Les lattes sont identiques aux lattes de fixation à profil ouvert et des cales de 10 mm sont positionnées entre ces lattes et les panes.

##### **2.2.4.4.2. Cales en bois**

Les cales, disposées sous les lattes de renfort au niveau des points d'appui, sont en bois résineux (classe d'emploi 2 suivant le fascicule de documentation FD P20-651 et classement visuel ST II suivant la norme NF B 52-001-1) avec une humidité inférieure à 20%.

Ces cales ont une épaisseur de 10 mm, une largeur minimum de 180 mm et une longueur, dans le sens de la pente, équivalente à la largeur des pannes.

## 2.2.5. Autres éléments

### 2.2.5.1. Liminaire

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

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

### 2.2.5.2. Visserie

Pour la fixation des lattes métalliques du procédé Sunstyle Acier, chaque latte dispose d'un seul appui fixe. Tous les autres appuis sont glissants pour gérer le phénomène de dilatation et ne reprennent que les efforts de soulèvement. Plusieurs lattes peuvent être aboutées pour couvrir le rampant.

Différentes fixations sont prévues en fonction du type de lattes et du type de pannes :

- Pannes bois
- Pannes métalliques :
  - Pannes à chaud S235 d'épaisseur minimum 3 mm
  - Pannes à froid S235 d'épaisseur 2 mm minimum et largeur d'aile supérieure à 56 mm : pannes minces type « Z », « C » ou autre. La largeur d'appui sur ces pannes minces est de 12 cm minimum

Le tableau suivant fournit les fixations nécessaires selon les différents cas et précise les spécifications techniques minimum de la visserie.

Pente de 18% (10°) à 173% (60°)		Lattes à profil carré	Lattes à profil ouvert
Pannes bois	Appui glissant	1 cavalier avec 2 fixations	2 brides avec 1 fixation par bride
	Appui fixe	1 fixation à travers la latte + 1 cavalier	2 fixations à travers la latte
	Fixations	- Tirefond de diamètre 8 mm en acier inoxydable A2 et de longueur d'ancrage minimal de 50 mm ayant une résistance à l'arrachement Pk de 685 daN minimum selon la norme NF P 30-310 Longueur maximum de latte : 5 m	
		- Vis à bois en acier inoxydable A2 Ø6 mm et de longueur d'ancrage minimal de 45 mm ayant une résistance à l'arrachement Pk de 405 daN minimum selon la norme NF P 30-310 - Tirefond de diamètre 6 mm en acier inoxydable A2 et de longueur d'ancrage minimal de 40 mm ayant une résistance à l'arrachement Pk de 372 daN minimum selon la norme NF P 30-310 Longueur maximum de latte : 3,9 m	
Pannes à chaud S235	Appui glissant	1 cavalier avec 2 fixations	2 brides avec 1 fixation par bride
	Appui fixe	1 fixation à travers la latte + 1 cavalier	2 fixations à travers la latte
	Fixations	- Vis autoperceuse en acier inoxydable A4 Ø5.5 mm ayant une résistance à l'arrachement Pk de 452 daN minimum selon la norme NF P 30-310 Longueur maximum de latte : 12 m      Longueur maximum de latte : 6 m	
Pannes à froid S235	Appui glissant	1 cavalier avec 2 fixations ou boulon crochet	2 brides avec 1 fixation par bride
	Appui fixe	1 fixation à travers la latte + 1 cavalier	2 fixations à travers la latte
	Fixations	- vis autoperceuse en acier inoxydable A4 Ø5.5 mm ayant une résistance à l'arrachement Pk de 255 daN minimum selon la norme NF P 30-310 Longueur maximum de latte : 12 m      Longueur maximum de latte : 6 m	

**Notes :**

- En ce qui concerne la longueur maximum des lattes suivant la configuration, celle-ci ne doit pas être confondue avec la longueur maximum de rampant. Si la longueur maximum des lattes est inférieure à la longueur du rampant, plusieurs lattes peuvent être aboutées pour couvrir la totalité du rampant.
- Pour fixer les lattes métalliques à profil carré sur des pannes métalliques, des boulons-crochets, de diamètre du fil de 6 mm minimum et de diamètre du filetage de 7 mm minimum, peuvent également être utilisés. Un point fixe unique doit être mis en œuvre.

**2.2.5.3. Écran souple de sous-toiture**

En cas d'absence d'écran de sous toiture, il convient d'en ajouter un sur la totalité du pan de couverture.

Il devra être de classement  $T_{R3}$  et sous certification « QB 25 » avec un classement W1 avant et après vieillissement selon la norme NF EN 13859-1. Il doit être mis en œuvre conformément aux dispositions définies dans le DTU 40.29 et complétées par les indications portées au §2.4.1 du présent Dossier.

**2.2.5.4. Abergements : closoir ventilé / bandes de rive / bandes d'égout**

Les éléments d'abergement ne sont pas fournis par Sunstyle International. Ces éléments sont fournis et/ou réalisés par l'installateur couvreur/zingueur.

Chaque projet est traité au cas par cas avec des cotes à adapter selon les installations. L'installateur couvreur / zingueur réalise lui-même les abergements de la même manière que pour une couverture de petits éléments (décrits dans les DTU de la série 40) et en respectant la base de conception et les cotes présentées dans le présent Avis Technique.

Les tôles d'abergement peuvent être en cuivre, zinc, acier inox ou aluminium d'un RAL de la teinte des modules.

Le faîtage ventilé peut être réalisé en utilisant des bandes de zinc d'épaisseur minimale de 0,5 mm, formées à façon afin de réaliser les bandes faitières. La longueur des bandes est limitée à 2 m.

Dans le cas d'un faîtage en tuiles faitières posées à sec avec recouvrement, elles sont mises en œuvre sur des closoirs ventilés certifiés QB35 et mis en œuvre tel que prescrit par le cahier du CSTB 3785 de janvier 2018.

Le recouvrement avec les modules doit être au minimum de 10 cm.

Les rives latérales et les égouts nécessitent la mise en œuvre de bandes en acier laqués, zinc, cuivre ou aluminium, formées à façon. L'épaisseur sera fonction de la distance entre appui tout en respectant une épaisseur minimale en fonction du matériau (cf. Tableau 3). Le type sera choisi en fonction de l'exposition atmosphérique.

**2.2.5.5. Planches**

Les planches, disposées sous les lattes métalliques, sont en bois résineux (classe d'emploi 2 suivant le fascicule de documentation FD P20-651 et classement visuel ST II suivant la norme NF B 52-001-1) avec une humidité inférieure à 20%.

Ces planches présentent au minimum une épaisseur de 20 mm et une largeur minimum de 120 mm pour les lattes métalliques à profil carré et de 180 mm pour les lattes à profil ouvert.

---

**2.3. Dispositions de conception**

---

**2.3.1. Généralités**

Le procédé est livré avec la notice de montage des modules et un plan de calepinage fourni par le bureau d'études de Sunstyle International. À la demande de l'installateur, il est aussi fourni avec les cahiers des charges de fabrication des abergements et un plan de câblage.

La mise en œuvre du procédé ne peut être réalisée que pour le domaine d'emploi défini au §1.1.

Elle doit impérativement être réalisée au-dessus d'un écran de sous-toiture souple (cf. § 2.4.1).

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

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

Avant chaque projet, le devoir de conseil de l'installateur lui impose de sensibiliser le maître d'ouvrage à la nécessité d'une reconnaissance préalable de la toiture afin de vérifier la capacité de la charpente à accueillir le procédé photovoltaïque, la présence ou non d'un écran souple de sous-toiture en bon état et que les charges admissibles sur la toiture ne sont pas dépassées du fait de la mise en œuvre du procédé.

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

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

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

- en acier, conformément à la norme NF EN 1993-1-1/NA. Dans ce cas, les valeurs limites maximales à prendre en compte pour les flèches verticales sont celles de la ligne "Toiture en général" du Tableau 1 de la clause 7.2.1(1)B de la norme NF EN 1993-1-1/NA.

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

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

Comme tous les procédés de couverture, les ancrages des lignes de vie ne doivent pas être effectués dans les lattes métalliques ou platelages mais dans la structure porteuse.

### 2.3.2. Caractéristiques dimensionnelles

Les caractéristiques dimensionnelles des modules sont données dans la grille de vérification des modules. Elles respectent les critères génériques du § 2.2.2.

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

Les caractéristiques dimensionnelles des champs composés uniquement avec des produits verriers sont les suivantes :

<b>Caractéristiques dimensionnelles des champs photovoltaïques (cf. Figure 12)</b>	
<b>Largeur du champ (mm)</b>	$(NbX - 1) \times 700 + 120$
<b>Hauteur de champ (mm)</b>	$(NbY + 1) \times 477 + 300$
<b>Poids au m<sup>2</sup> de l'installation (kg/m<sup>2</sup>) avec recouvrement des modules (hors système de montage et matériel électrique)</b>	19,3

Avec :

NbX : le nombre de module entier et de demi-module de rive dans le sens horizontal du champ photovoltaïque sur une même ligne perpendiculaire au sens de plus grande pente,

NbY : le nombre de module entier dans le sens de la pente du champ photovoltaïque (si NbY > 1, les modules sont sur deux rangs).

### 2.3.3. Caractéristiques électriques

#### 2.3.3.1. Conformité à la norme NF EN 61215

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

#### 2.3.3.2. Sécurité électrique

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

#### 2.3.3.3. Performances électriques

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

Dans les tableaux de la grille vérification des modules, les performances électriques actuelles des modules ont été déterminées par flash test et ramenées ensuite aux conditions STC (Standard Test Conditions : éclairement de 1 000 W/m<sup>2</sup> et répartition spectrale solaire de référence selon la norme CEI 60904-3 avec une température de cellule de 25 °C).

### 2.3.4. Spécifications électriques

#### 2.3.4.1. Généralités

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

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

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

Tous les travaux touchant à l'installation électrique doivent être confiés à des électriciens habilités (cf. §2.4.2).

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

#### 2.3.4.2. Connexion des câbles électriques

Le schéma de principe du câblage est décrit en Figure 13 dans le cas d'une configuration avec un ou plusieurs onduleurs strings ou centraux, et en Figure 14 dans le cas d'une configuration associant des optimiseurs à un ou plusieurs onduleurs strings ou centraux et en Figure 15 dans le cas d'une configuration avec des micro-onduleurs.

La connexion et le passage des câbles électriques s'effectuent sous les modules photovoltaïques : ils ne sont donc jamais exposés au rayonnement solaire.

- Liaison intermodules et module/onduleur

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

Si besoin, la liaison entre les câbles électriques des modules et les câbles électriques supplémentaires (pour le passage d'une rangée à une autre ou pour la liaison des séries de modules au circuit électrique) doit toujours se faire au travers de connecteurs mâles et femelles du même fabricant, de la même marque et du même type. Pour ce

faire, il peut être éventuellement nécessaire de confectionner, grâce à des sertisseuses spécifiques, des rallonges disposant de deux connecteurs de type différents.

Pour la connexion d'un module à un autre ou d'une ligne de modules à une autre, le passage des câbles s'effectue en passant entre les lattes métalliques et les modules photovoltaïques.

Les câbles reliant plusieurs modules sont réunis afin de ne pas créer de boucles d'induction conformément au guide UTE C 15-712. Ils sont par ailleurs sécurisés sur les liteaux les plus proches de manière à ne pas venir en contact avec l'écran souple de sous-toiture et de manière à ne pas créer de tension au niveau des boîtes de jonction des modules. La sécurisation sera faite au plus proche des connecteurs. Pour ce faire des colliers de serrage résistant aux UV peuvent être utilisés.

- Câbles de liaison équipotentielle des masses  
Le procédé photovoltaïque étant composé de modules non cadrés et de pièces d'appui en EPDM (rondelles de support), il n'y a pas de liaison équipotentielle des masses.
- Passage des câbles à l'intérieur du bâtiment  
Le passage des câbles vers l'intérieur du bâtiment doit être réalisé sans rompre l'étanchéité.  
Il peut être réalisé entre deux lés d'écran souple de sous-toiture de manière à ne pas le percer. Dans ce cas, un recouvrement minimal de 100 mm à 200 mm doit être respecté en fonction de la pente de la toiture.  
Dans le cas où le passage entre deux lés est impossible, des entailles doivent être réalisées dans l'écran souple de manière à créer des passages de diamètre inférieur à celui des câbles. Après le passage des câbles, une bande adhésive (compatible avec l'écran souple de sous-toiture considéré) doit être posée autour des entailles. Dans tous les cas, il est nécessaire de se reporter au DTU 40.29 et à la certification relative à l'écran souple de sous-toiture considéré.

L'ensemble des câbles doit ensuite être acheminé dans des gaines techniques ou des chemins de câbles difficilement inflammables repérés et prévus à cet effet conformément aux prescriptions des documents en vigueur suivants : norme NF C 15-100, guides UTE C 15-712 (limitation des boucles induites, cheminements spécifiques et distincts...).

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

#### 2.3.4.3. Cas d'une mise en œuvre de micro-onduleurs (cf. Figure 16)

En règle générale, un micro-onduleur ou un optimiseur est prévu pour gérer une puissance correspondant à un seul module photovoltaïque classique.

Un module photovoltaïque Sunstyle® ayant une surface plus faible qu'un module photovoltaïque classique, un micro-onduleur ou optimiseur peut gérer des chaînes de 2 à 4 modules Sunstyle® reliés en série, suivant les caractéristiques techniques de l'équipement (cf. Figure 14 et Figure 15).

En pratique, afin de faciliter la mise en œuvre, on privilégiera des groupes de 3 modules maximum. Le micro-onduleur ou optimiseur devra alors être installé dans une zone correspondant au centre des boîtes de jonction des modules photovoltaïques formant le groupe.

S'il n'est pas possible de constituer uniquement des groupes de 3 modules sur un pan de toiture, il sera nécessaire de raccorder les modules restants en réalisant des groupes de 2 modules.

La fixation du micro-onduleur ou de l'optimiseur doit se faire sur une platine elle-même fixée aux lattes métalliques en respectant les instructions de montage du fabricant.

Par ailleurs, une distance minimale, donnée par le fabricant, doit être respectée entre l'équipement et l'écran de sous-toiture et entre l'équipement et la face arrière des modules photovoltaïques.

## 2.4. Dispositions de mise en œuvre

### 2.4.1. Conditions préalables à la pose

La mise en œuvre doit impérativement être réalisée au-dessus d'un écran de sous-toiture souple afin d'évacuer jusqu'à l'égout la condensation pouvant se créer sous les modules. Dans le cas d'une toiture neuve ou d'une toiture existante ne disposant pas d'écran de sous-toiture, cet écran de sous-toiture doit être mis en œuvre sur tout le pan de toiture accueillant le champ photovoltaïque (par conséquent, il débouche à l'égout).

La pose des écrans souples doit se faire conformément aux dispositions définies dans le DTU 40.29. En particulier, l'écran souple doit être posé tendu sur des éléments filants dans le sens de la pente sous les lattes métalliques. Ces éléments filants sont des planches en bois de 20 mm de hauteur minimum pour assurer la ventilation de la lame d'air sous l'écran souple de sous-toiture et 120 mm ou 180 mm, suivant le profil de lattes, de largeur minimum pour assurer le bon positionnement des cavaliers, des brides et des lattes. Cette mise en œuvre est représentée aux Figure 6 à Figure 10.

Avant toute implantation, il est nécessaire de vérifier que l'entraxe entre pannes ne dépasse pas 2,10 m.

Les règles de mise en œuvre décrites au Dossier Technique et les dispositions mentionnées au §1.2.3.2.1 doivent être respectées.

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

### 2.4.2. Compétences des installateurs

La mise en œuvre du procédé doit être assurée par des installateurs ayant été formés et agréés par la société Sunstyle International (cf. §2.9).

Les compétences requises sont de 2 types :

- Compétences en couverture pour la mise en œuvre en toiture complétées par une qualification et/ou certification pour la pose de procédés photovoltaïques,
- Compétences électriques complétées par une qualification et/ou habilitation pour la réalisation d'installations photovoltaïques : habilitation électrique selon la norme NF C 18-510, habilitation "BP" pour le raccordement des modules, habilitations "BR" requises pour le raccordement des modules et le branchement aux onduleurs.

### 2.4.3. Sécurité des intervenants

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

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

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

### 2.4.4. Mise en œuvre en toiture

#### 2.4.4.1. Préparation de la toiture

Il convient en premier lieu de vérifier la répartition et les dimensions hors tout du procédé sur la toiture et de découvrir la totalité des éléments de couverture existants.

La surface idéale pour l'implantation du procédé photovoltaïque doit posséder les dimensions indiquées dans le § 2.3.2 auxquelles il faut ajouter les dimensions des abergements.

Par ailleurs, puisque le procédé dispose d'éléments de couverture non énergisés pour réaliser les coins et bords de la toiture, il convient de procéder à une étude préalable du plan de couverture et d'établir un calepinage afin de définir les éléments qui devront être utilisés.

Il convient de reconstituer les orifices de ventilation dont les sections totales doivent être assurées par la mise en œuvre de techniques traditionnelles ou d'éléments de couverture sous avis technique. La lame d'air située au-dessous de la couverture doit avoir une épaisseur minimale de 20 mm et doit être continue de l'égout au faîtage. La section totale (entrées et sorties) des orifices de ventilation de cette lame d'air devra être de 1/500<sup>ème</sup> de la surface projetée de la couverture, répartie par moitié à l'égout et au faîtage. Elle sera limitée à 400 cm<sup>2</sup> par mètre linéaire. Ces sections de ventilation peuvent être réalisées en mettant en œuvre un closoir ventilé au faîtage (cf § 2.2.5.4) et en ménageant un espace entre le larmier et la gouttière à l'égout. Un exemple de réalisation est présenté en Figure 7 et Figure 9.

#### 2.4.4.2. Calcul de l'effort au point fixe

Les lattes métalliques sont fixées à chaque intersection de panne. Le maintien des lattes métalliques se fait par un point fixe (un seul par latte) et des brides partout ailleurs. Le point fixe est réalisé à une des intersections entre la latte et les pannes par des vis fixées dans la panne à travers la latte. Les mêmes vis sont utilisées pour fixer les brides dans les pannes au niveau des autres intersections (cf. §2.2.5.2). Lorsqu'aucun aboutage de lattes métalliques n'est nécessaire, le point fixe est effectué en partie haute de la latte. En cas d'aboutage de deux lattes métalliques, les points fixes seront positionnés de part et d'autre du plan d'aboutage.

La composante tangentielle des charges permanentes (poids propre + neige) sur une latte métallique est donnée par la formule ci-après. Par simplification la composante tangentielle au droit de la latte de rive sera calculée de la même manière.

Cette charge tangentielle a pour valeur :

$T = (g + s \times \cos \alpha) \times \sin \alpha \times L \times 0,7$ , avec :

- T : charge tangentielle au point fixe (en daN) ;
- g : poids propre du système Sunstyle Acier (20 daN/m<sup>2</sup>) ;
- s : charge de neige maximale entre la charge extrême et la charge accidentelle de neige selon les Règles NV 65 modifiées (en daN/m<sup>2</sup>) ;
- $\alpha$  : pente de la couverture (en degré) ;
- L : longueur de la latte métallique pour laquelle est calculée la charge au point fixe (en mètre) ;
- 0,7 : entraxe des lattes métalliques du système Sunstyle Acier (en mètre).

À noter que la charge sur le point fixe est indépendante de sa position.

Cette charge doit être prise en compte par le charpentier dans la vérification des pannes et leur stabilisation.

#### 2.4.4.3. Pose des écrous à sertir pour les lattes métalliques à profil ouvert

Il est préférable de poser les écrous à sertir des lattes métalliques à profil ouvert avant de poser les lattes sur la toiture. Toutefois, il est toujours possible de poser des écrous une fois les lattes posées si cela s'avère nécessaire en cas d'oubli ou d'erreur de positionnement.

Les écrous doivent être posés à l'aide d'un outil de sertissage préconisé par le fabricant des écrous à sertir.

Les écrous sont mis en place suivant le plan d'exécution tiré du calepinage de la couverture.

#### 2.4.4.4. Pose de l'écran de sous-toiture

La pose de l'écran de sous-toiture doit se faire conformément au DTU 40.29.

Pour la pose de l'écran souple, elle se fait au-dessus des planches en bois disposées dans le sens de la pente et qui sont, dans un premier temps, maintenues en position sur les pannes par des vis.

Les vis de fixation des planches doivent être situées sur l'axe central des planches afin de ne pas interférer avec les vis de fixation des cavaliers ou des brides permettant de fixer ultérieurement les lattes métalliques en traversant les planches.

#### 2.4.4.5. Pose en partie courante de toiture / Pose du procédé

##### 2.4.4.5.1. Positionnement de la première latte de fixation métallique

La première latte de fixation est positionnée d'un côté du toit. La distance minimale entre l'axe de cette latte métallique et le côté latéral du toit est de 60 mm afin que les modules Sunstyle et les lattes ne dépassent pas du nu du toit (cf. Figure 20 - étape 1). La distance maximale est dictée par le rendu esthétique de la taille de la bande de zinc que le couvreur zingueur devra mettre en œuvre pour couvrir l'espace entre cette première latte métallique et le bord de la toiture. Cette première latte métallique doit être alignée perpendiculairement à l'égout.

Dès que l'alignement est correct, la latte métallique doit être fixée à chaque intersection de panne (cf. Figure 5 à Figure 7) en ne veillant à n'avoir qu'un seul point fixe par latte. Les vis utilisées sont adaptées au type de panne (cf. §2.2.5.2).

Pour les lattes métalliques à profil carré, lorsque la longueur du rampant est supérieure à la longueur de la latte métallique, celle-ci est munie en usine d'une éclisse (cf. §2.2.4.2.3) et est aboutée avec une latte métallique complémentaire en laissant un espacement de 2 mm entre les deux lattes métalliques (cf. Figure 11). L'aboutage des deux lattes métalliques doit être réalisé au 1/5<sup>ème</sup> de la portée entre pannes. Les points fixes des lattes métalliques sont alors disposés de part et d'autre de l'éclisse. Pour mémoire il n'est possible d'abouter que deux lattes métalliques à profil carré bout à bout.

Pour les lattes métalliques avec profil ouvert, l'aboutage est réalisé directement par l'installateur à l'aide d'un cordeau à tracer pour garantir l'alignement et d'un mètre pliant pour garantir un entraxe de 954 mm entre deux écrous. La longueur des lattes aboutées est à ajuster sur site de telle manière que le plan d'aboutage se situe au niveau d'une panne. Si nécessaire, cette panne sera doublée afin de fixer correctement l'extrémité des deux lattes (cf. Figure 11). Un espacement de 2 mm entre les deux lattes métalliques doit être laissée entre les lattes aboutées.

La localisation des écrous à sertir dépend du calepinage. Dans tous les cas, un écrou à sertir est posé dans le premier perçage de la première série situé à 40 mm de l'extrémité de la latte.

Ensuite, si le calepinage prévoit la mise en place d'un dummy gauche, d'un dummy droite ou d'un module photovoltaïque, un écrou à sertir est posé tous les 954 mm à partir du premier écrou en utilisant la première série de perçage.

Si le calepinage prévoit la mise en place d'un grand dummy bas, d'un coin bas grand gauche ou droit, le deuxième écrou est posé à 477 mm du premier puis les suivants tous les 954 mm à partir du deuxième écrou toujours en utilisant la première série de perçage.

A l'extrémité haute des dernières lattes métalliques du rampant de la couverture, un écrou à sertir doit être posé dans le dernier perçage de la deuxième série dans le cas d'un dummy haut et dans le dernier perçage de la première série dans tous les autres cas.

##### 2.4.4.5.2. Pose et alignement du lattage, mise en place du larmier

Les étapes de mise en œuvre sont les suivantes :

1. La latte de fixation suivante est placée parallèlement à la précédente avec un entraxe de 700 mm (cf. Figure 20 - étape 2).  
Quel que soit le profil des lattes, la référence de la latte et/ou la position des points des écrous à sertir sont indiqués sur le plan d'exécution tiré du calepinage de la couverture et doit être suivi précisément.
2. La nouvelle latte est alignée parallèlement à la précédente et à la ligne du toit puis fixée avec les vis ou systèmes spécifiques (cf. §2.2.5.2). Cette procédure est répétée pour l'ensemble de la largeur du toit. L'alternance correcte des deux types de latte doit être assurée (cf. Figure 20 étape 2).  
Les lattes commencent toutes en partie basse par un emplacement fileté – fluotaroudage ou écrou serti - implanté à 40 mm de leur bord. Le deuxième emplacement fileté est situé à 477 mm du premier lorsque le premier module est un coin bas grand ou un dummy bas et à 954 mm lorsque le premier module est un coin bas petit ou un dummy bas petit. Cela définit les 2 types de lattes qu'il est possible de trouver en partie basse : le type 1 avec les 2 premiers emplacements filetés espacés de 477 mm et le type 2 avec les 2 premiers emplacements filetés espacés de 954 mm.
3. Le couvreur prépare la partie basse des lattes métalliques avec les fixations de la gouttière en veillant à ce que l'écran de sous-toiture débouche dans celle-ci. Il place sur les nus supérieurs des lattes métalliques un feutre d'interposition qui évitera un contact direct entre le larmier et les lattes métalliques en acier inoxydable.
4. Le larmier posé sur les lattes métalliques est percé au droit des emplacements filetés pour former un trou de 12 mm de diamètre et ainsi donner accès aux emplacements filetés inférieurs. Ce diamètre 12 mm permet d'éviter tout contact permanent entre le larmier et les pièces de distance. Ainsi tout couple électrochimique est évité et ce quel que soit le métal utilisé pour confectionner le larmier.

##### 2.4.4.5.3. Pose des éléments de fixation et des rondelles d'appui

Les pièces de distance doivent être vissées dans les emplacements filetés des lattes métalliques.

En partie basse de la couverture, les pièces de distance courtes sont utilisées uniquement pour les « coins bas grands » et les « dummy bas » (dummy avec un trou de 16mm, un trou de 24 mm et des joints à lèvre sur les côtés formant un angle droit). Il convient donc de positionner ces pièces de distance courtes en premier en tenant compte du calepinage de la couverture et des modules reçus pour faciliter le repérage ; un coin bas grand gauche entraîne la mise en place d'une pièce de distance courte dans le premier emplacement fileté en bas de la première latte à gauche de la toiture.

Un autre moyen de repérage est la distance entre les deux premiers emplacements filetés. Si cette distance est de 477 mm alors le premier emplacement fileté (le plus bas) doit recevoir une pièce de distance courte.

Il est ensuite possible de mettre en place les pièces de distance (de longueur normale) dans les premiers et deuxièmes emplacements filetés de chaque latte. À l'égout, il y a obligatoirement une alternance entre pièce de distance courte et pièce de distance de longueur normale.

Le serrage de la pièce de distance doit être réalisé avec une clé dynamométrique ou une visseuse avec une limitation de couple réglée sur 10 N.m ou à la main afin de limiter le couple de serrage.

Une fois que les pièces de distance sont en position, les rondelles d'appui peuvent être mises en place sur les pièces de distance courtes (cf. Figure 20 – étape 3).

La pose du premier rang de modules peut débuter.

#### **2.4.4.5.4. Pose des modules factices de rive en bas**

La pose commence toujours par les modules d'égout comme dans une couverture traditionnelle puisqu'ils seront ensuite recouverts par les modules situés plus haut sur le rampant.

Les premiers modules qui sont mis en place sont ceux qui ne seront pas posés sur des « pièces de distance courtes » mais sur des pièces de distance de longueur normale. Ce seront donc les « coins bas petits » et/ou les « dummy bas petits ».

L'exemple de couverture détaillé en Figure 20 montre une couverture munie de « coins bas grand ». C'est pourquoi les premiers modules posés sont des éléments de rive "dummy bas petit". Ces premiers modules sont à équiper d'un anneau d'appui dans leur unique trou de diamètre 24 mm et sont à placer sur les pièces de distance des lattes de fixation métalliques correspondantes (cf. Figure 20 – étape 4).

Cette procédure est répétée pour chaque position.

En suivant, les éléments « coin bas grand » et « dummy bas » sont équipés d'un anneau d'appui dans leur trou supérieur de diamètre 24 mm et placés sur la rive basse du toit en recouvrement des « dummy bas petits » déjà posés.

Par la suite, chaque dummy bas est placé sur le lattage.

Les éléments sont ainsi ajustés jusqu'à ce que la ligne basse de la couverture photovoltaïque forme une ligne homogène (cf. Figure 20 – étape 5).

Une ancre d'étanchéité est placée sur chaque dummy bas petit (cf. Figure 20 – étape 6).

Les deux ailes doivent être glissées sous les dummy bas voisins en contact avec les joints du dummy bas petit.

Chaque dummy bas peut ensuite être fixé en serrant le point bas avec une vis de fixation et son joint de vis. Les vis de fixation sont serrées au couple de 2 N.m ( $\pm 0,5$  N.m) ce qui assure un écrasement notable mais non excessif du joint de vis. Ce serrage amène également la mise en compression des anneaux et rondelles d'appuis sur le larmier et empêche ainsi toute infiltration dans le cas où de l'eau remonterait au-delà de 40 mm sous le bord de la couverture par l'action du vent ou de façon naturelle sous la sous-face du module lorsque la pente de la couverture est faible.

Il est alors possible de passer au rang supérieur et de mettre en place les pièces de distance. À ce stade et ce jusqu'au dernier emplacement fileté au niveau du faitage il ne doit pas y avoir de pièce de distance courte.

#### **2.4.4.5.5. Pose des modules photovoltaïques**

Avant la pose du module, l'anneau d'appui doit être correctement placé dans la grande ouverture.

Il est important que la surface de l'anneau soit sur la face arrière du module comme indiqué sur la Figure 20 (étape 7) ou sur la Figure 2.

Nota : Lorsque le module est fixé sur des lattes métalliques aboutées, une pièce de protection du trou de 16 mm doit également être mise en place de la même manière que l'anneau d'appui.

Les modules photovoltaïques sont ensuite placés avec leur anneau d'appui et éventuellement leur pièce de protection du trou de 16 mm sur les pièces de distance. La petite ouverture du module photovoltaïque doit être centrée sur la pièce de distance courte et serrée avec une vis de fixation et son joint de vis (cf. Figure 20 – étape 8).

Une clé dynamométrique ou une visseuse réglée sur un couple de 2 N.m ( $\pm 0,5$  N.m) doit être utilisée pour fixer la vis à tête hexagonale.

Dès que le module est fixé, il peut être branché électriquement avec le module voisin.

En suivant, une ancre d'étanchéité doit être placée sur chaque coin haut des modules photovoltaïques.

Les parties latérales (rives) de la couverture photovoltaïque sont terminées par des dummy droite ou gauche installés suivant la même procédure (cf. Figure 20 – étape 9) à la différence que l'ancre d'étanchéité doit être coupée le long de la rive de toit.

La procédure décrite est répétée jusqu'à la partie haute du toit (cf. Figure 20 – étape 10).

### **2.4.4.6. Pose aux abords des extrémités de toiture**

#### **2.4.4.6.1. À l'égout**

La méthodologie de pose des modules à l'égout ne diffère pas de celle en partie courante. Il faut cependant réaliser la préparation décrite aux étapes 3 et 4 du §2.4.4.4.2. Le larmier doit présenter une face verticale à l'aplomb de la rive basse des éléments Sunstyle. Il doit également être suffisamment éloigné de la gouttière pour ménager une section de ventilation suffisante. La Figure 7 illustre une possibilité de mise en œuvre.

#### **2.4.4.6.2. Aux rives**

Un exemple de traitement des rives est détaillé sur la Figure 8. Une rive formée par le bardage du bâtiment dont le nu supérieur est à 90 mm au-dessus du plan supérieur de la couverture en éléments Sunstyle vient en protection latérale d'une bande de

rive mise en place sur la latte métallique de la même façon que le larmier à l'égout. Cette rehausse est protégée des intempéries par une bavette de protection et une fermeture.

En fonction des dimensions de la toiture et du calepinage un canal d'eau latéral plus ou moins important (cf. par exemple les prescriptions du NF DTU 40.211 à cet égard) peut être ménagé par cette technique.

#### **2.4.4.6.3. Au faitage**

Avant la pose des éléments de rive en haut, il faut s'assurer que les rondelles d'appui haut sont posées correctement (cf. Figure 20 – étape 11).

Après cette vérification, chaque dummy haut et grand coin peut être installé et fixé avec une vis et sa pièce d'étanchéité (cf. Figure 20 – étape 12).

Entre chaque dummy haut, une ancre d'étanchéité doit être présente.

Les éléments de rive « dummy haut petit » peuvent ensuite être fixés sur les places restantes comme des éléments normaux (cf. Figure 20 – étape 13).

Ensuite, une pince est enfilée sur chaque bord des éléments « dummy haut petit » pour les fixer avec les dummy hauts (cf. Figure 20 – étape 14).

Un faitage ventilé, conforme au DTU 40.35, est utilisé et mis en place à partir de bandes de zinc ou d'aluminium façonnées et disposées avec un recouvrement de l'une sur l'autre comme sur les exemples en Figure 9.

2.4.4.7. Mise en œuvre spécifique en disposition renforcée avec crochets vent (cf. Figure 17 et Figure 21)

#### **2.4.4.7.1. Préparation de la toiture**

Identique au §2.4.4.1.

#### **2.4.4.7.2. Pose de la première latte de fixation métallique**

Identique au §2.4.4.5.2 en utilisant exclusivement des lattes de fixation à profil ouvert.

#### **2.4.4.7.3. Pose et alignement du lattage, mise en place du larmier**

La pose décrite au §2.4.4.5.3 est modifiée comme indiqué ci-après.

Après avoir posé les lattes de fixation sur toute la largeur de la couverture (Étape 2) et avant de poser le larmier (Étape 3), les lattes additionnelles sont intercalées entre les lattes précédemment mises en place.

Les lattes additionnelles ont donc un entraxe de 700 mm comme les lattes de fixation et les différentes lattes ont un entraxe de 350 mm.

Leur position dans le rampant doit être telle que les emplacements filetés soient positionnés conformément au plan d'exécution.

#### **2.4.4.7.4. Pose des éléments de fixation et des rondelles d'appui**

Identique au §2.4.4.5.4.

#### **2.4.4.7.5. Pose des crochets vent**

La pose des crochets vent intervient une fois les lattes additionnelles posées.

Les crochets vent sont positionnés au niveau des emplacements filetés suivant le plan de montage et fixés avec une vis à tête hexagonales associée à une rondelle (cf. §2.2.4.3.1).

À cette étape, les vis de fixation des crochets vent ne doivent pas être serrées complètement et ce afin que les crochets restent libres autour de leur vis de fixation.

#### **2.4.4.7.6. Pose des modules factices de rive en bas**

La pose des modules factices reste inchangée (cf. §2.4.4.4.4) mais des actions supplémentaires sont à réaliser lorsqu'un module est installé dans un ou plusieurs crochets vents bas.

Dans ce cas, la vis de fixation du ou des crochets vent bas est serrée afin de bloquer les crochets en position.

La pièce de distance qui vient en regard du trou supérieur de diamètre 24 mm de l'élément est ensuite retirée afin de pouvoir insérer le module dans les crochets vent.

Une fois le module positionné dans le ou les crochets vent, la pièce de distance est remise en place et le montage peut se poursuivre.

#### **2.4.4.7.7. Pose des modules photovoltaïques**

La procédure de pose des modules reste inchangée (cf. §2.4.4.5.6) mais des actions supplémentaires sont à réaliser lorsqu'un module est installé à proximité d'un crochet vent. Les cas suivants peuvent se présenter :

- Cas d'un élément situé sous un ou plusieurs crochets vent :

Lorsque qu'un crochet vent vient par-dessus un module ou un élément factice, un joint d'étanchéité en mousse polyuréthane est collé sur la toute la diagonale de l'élément en question recouverte par le crochet vent.

Le joint d'étanchéité en mousse est apposé à partir de l'extrémité de l'ancre, le long et en contact du joint d'étanchéité en EPDM.

Une fois le joint en mousse installé, le crochet vent est correctement positionné par-dessus l'élément au-dessus des joints d'étanchéité et la vis de fixation serrée.

- Cas d'un élément positionné dans un ou plusieurs crochets vent :

Lorsqu'un module photovoltaïque ou un élément factice est renforcé par un ou deux crochets vent, la pièce de distance qui vient en regard du trou supérieur de diamètre 24 mm de l'élément est retirée afin de pouvoir glisser l'élément en l'insérant dans les crochets vent.

On s'assurera au préalable que le ou les crochets vent sont bien serrés.

Une fois l'élément positionné dans les crochets vent, la pièce de distance est remise en place et le montage peut se poursuivre.

Pour les éléments factices situés au faitage, la pièce de distance supérieure qui est une pièce de distance courte n'a pas besoin d'être retirée.

#### **2.4.4.7.8. Pose aux abords des extrémités de toiture**

Identique au §2.4.4.6.

2.4.4.8. Mise en œuvre spécifique en disposition renforcée avec lattes neige (Figure 18)

##### **2.4.4.8.1. Préparation de la toiture**

Identique au §2.4.4.1.

##### **2.4.4.8.2. Positionnement de la première latte de fixation métallique**

Identique au §2.4.4.5.2 en utilisant exclusivement des lattes de fixation à profil ouvert.

##### **2.4.4.8.3. Pose et alignement du lattage, mise en place du larmier**

La pose décrite au §2.4.4.5.3 est modifiée comme indiqué ci-après.

Après avoir posé des lattes de fixation sur toute la largeur de la couverture (Étape 2) et avant de poser le larmier (Étape 3), les lattes neige sont intercalées entre les lattes précédemment mises en place.

Les lattes neige ont donc un entraxe de 700 mm comme les lattes de fixation et les différentes lattes ont un entraxe de 350 mm.

Des cales en bois de 10 mm d'épaisseur (cf. §2.2.4.4.2) sont interposées entre les lattes et les pannes à chaque intersection de manière que la face supérieure des lattes affleure la face arrière des modules photovoltaïques.

L'utilisation des cales concerne uniquement les lattes neige et ne sont donc pas utilisées pour les lattes de fixation.

##### **2.4.4.8.4. Pose des éléments de fixation et des rondelles d'appui**

Identique au §2.4.4.5.4.

##### **2.4.4.8.5. Pose des modules factices de rive en bas**

Identique au §2.4.4.5.5.

##### **2.4.4.8.6. Pose des modules photovoltaïques**

Identique au §2.4.4.5.6.

##### **2.4.4.8.7. Pose aux abords des extrémités de toiture**

Identique au §2.4.4.6.

---

## **2.5. Utilisation, entretien et réparation**

---

### **2.5.1. Généralités**

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

En cas d'intervention sur le procédé photovoltaïque nécessitant la dépose d'un module photovoltaïque, la procédure de déconnexion et de reconnexion électrique appliquée lors du remplacement d'un module doit être respectée (cf. §2.5.4).

Il est impératif que les opérations de maintenance et de réparation soient effectuées par des intervenants qualifiés et habilités. Ces opérations requièrent des compétences en électricité et en couverture (cf. §2.4.2).

### **2.5.2. Maintenance du champ photovoltaïque**

Dans le cadre de l'entretien de la toiture au moins une fois par an (après l'hiver ou avant l'été pour optimiser le rendement électrique, sinon selon les conditions environnementales du bâtiment d'implantation) :

- Vérifier visuellement l'état d'encrassement des modules. Si ceux-ci sont sales, les nettoyer au jet d'eau (haute pression et jets concentrés interdits).
- Vérification de l'étanchéité : vérifier le bon état des différents éléments composant le système d'étanchéité, la libre circulation de l'eau dans les couloirs des abergements.

- Vérification des fixations : vérifier la présence et la tenue de l'ensemble de la visserie.

### 2.5.3. Maintenance électrique

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

### 2.5.4. Remplacement d'un module

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

- Avant d'intervenir sur le champ photovoltaïque concerné par le défaut, il est impératif de procéder à la déconnexion de l'onduleur du réseau en ouvrant le disjoncteur AC placé entre l'onduleur et le compteur de production et de procéder à la déconnexion du champ photovoltaïque en enclenchant le sectionneur DC placé entre le champ PV et l'onduleur.
- Le démontage du module Sunstyle à remplacer est réalisé en desserrant les vis de fixation du module supérieur et des modules voisins. Il est alors possible de dégager en le tirant vers le bas le module défectueux, d'accéder aux connecteurs à débroscher et ainsi enlever le module.
- Lors du démontage, une attention particulière doit être portée à la qualité d'isolement des connecteurs débroschés. Ces connecteurs doivent être protégés avec des bouchons adaptés.
- Le montage du module de remplacement et sa connexion électrique seront réalisés dans l'ordre inverse du démontage (connexion des connecteurs, mise en place du module, mise en place de l'ancre d'étanchéité et serrage des vis de fixation du module supérieur et des modules voisins). Une attention particulière doit être apportée à la mise en place de l'ancre d'étanchéité.
- Après avoir mesuré la tension de la série de modules concernée pour s'assurer de la bonne connexion de l'ensemble et que la tension délivrée est conforme à la plage d'entrée de l'onduleur, on procédera à la reconnexion du champ photovoltaïque en enclenchant de nouveau l'interrupteur/sectionneur DC et en reconnectant l'onduleur au réseau en fermant le disjoncteur AC.

---

## 2.6. Traitement en fin de vie

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

Pour le reste des éléments (système de montage notamment), il n'y a pas d'information apportée.

---

## 2.7. Fabrication et contrôles

### 2.7.1. Modules photovoltaïques

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

### 2.7.2. Modules factices (dummy)

La fabrication des modules factices (dummy) est effectuée sur le même site de fabrication que les modules photovoltaïques, soit sur le site de la société VMH à Châtellerauld en France, certifié ISO 9001 : 2008.

La fabrication de ces éléments non photovoltaïques diffère uniquement par l'absence de cellules entre le verre et les différentes couches d'encapsulant. Les contrôles (hors cellules, flash test et HiPot) sont identiques à ceux pratiqués pour les modules photovoltaïques (cf. § 2.7.1).

### 2.7.3. Composants du système de montage

La société Sunstyle International approvisionne les éléments du système de montage directement auprès de différents fournisseurs.

Les lattes de fixation à profil carré (cf. §2.2.4.2.2) sont réalisées dans les ateliers de la société LASERIS à Moncoutant (79320) en France. Les emplacements filetés sont usinés sur machine à commande numérique. Les distances entre les éléments filetés ont une précision d'implantation de  $\pm 0,1$  mm. Les lattes métalliques sont numérotées par gravure suivant les plans de calepinage et d'aboutage. Les caractéristiques de la matière sont vérifiées à chaque lot commandé. Les caractéristiques dimensionnelles (position des trous "flowdrill", diamètre, longueur) sont vérifiées toutes les 50 à 100 pièces suivant les volumes de production.

Les lattes de fixation à profil ouvert (cf. §2.2.4.2.5) sont réalisées dans les ateliers des sociétés METALINOX à Chasseneuil du Poitou (86360) et VOESTALPINE SADEF NV à GITS, Belgique (8830). Leur tolérance de fabrication sont de +/- 1 mm pour les dimensions principales longueur, hauteur et largeur et de +/- 0,25 mm pour l'épaisseur.

Les écrous à sertir sont fabriqués par la société DEGOMETAL domiciliée à CARROS (06510).

Les « ancrés » d'étanchéité, les rondelles d'appui, les anneaux d'appui et les pièces de protection du trou de 16 mm sont fabriquées par la société Labbe CCM (95150) TAVERNY. Lors de la fabrication, des contrôles sont effectués par batch de production. Toutes les pièces sont contrôlées visuellement. Un contrôle dimensionnel est réalisé toutes les 1000 ancrés d'étanchéité, tous les 250 anneaux d'appui et toutes les 32 rondelles d'appui.

Les pièces de distance sont fabriquées par la société Dama SAS (74300) CLUSES. Lors de la fabrication, des contrôles sont effectués toutes les 50 pièces.

Les vis de fixation et les joints de vis sont fabriqués par la société Visserie Service (72300) PACE SUR SARTHE. Lors de la fabrication, des contrôles sont effectués toutes les 100 pièces.

Les profils d'étanchéités du faitage et les joints d'étanchéités des modules Sunstyle sont fabriqués par la société Labbe CCM domiciliée en France. Lors de la fabrication, des contrôles sont effectués par batch de production. Un contrôle visuel de 3,5 mètres sur 1000 mètres de profils fabriqués est réalisé à chaque changement de bobine en sortie d'extrusion. Un contrôle dimensionnel de 3,5 mètres sur 1000 mètres de profils fabriqués est réalisé en milieu de production.

## **2.8. Conditionnement, étiquetage, stockage**

### **2.8.1. Modules photovoltaïques**

Les modalités de conditionnement (nombre de modules par emballage, nature de l'emballage, position des modules, séparateurs entre modules) des modules sont indiquées dans la grille de vérification des modules.

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

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

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

### **2.8.2. Ensemble "support"**

Le système de montage est conditionné en fagots pour les lattes et par cartons pour la visserie et accessoires d'étanchéité sur palettes.

Lors de la livraison, une notice de montage et une liste des pièces contenues dans les colis sont fournies. La liste des pièces précise le nombre de chacune de celles-ci.

Le stockage sur chantier s'effectue sans condition particulière mais de façon à pouvoir préserver les éléments d'une exposition directe aux intempéries (conservation du film plastique ou protection par bâche).

## **2.9. Formation**

La société Sunstyle International impose aux installateurs du procédé une formation photovoltaïque théorique et pratique leur permettant d'appréhender les procédés photovoltaïques en général ainsi que le montage de son procédé.

Cette formation consiste en :

- Une formation théorique portant sur les spécificités du procédé,
- Une formation pratique sur maquette ou démonstration sur chantier.

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

À l'issue de cette formation, la société Sunstyle International délivre une attestation de formation nominative.

La société Sunstyle International tient à jour une liste d'entreprises agréées par ses soins.

## **2.10. Assistance technique**

Chaque client reçoit systématiquement une assistance technique de la part de la société Sunstyle pour sa première installation photovoltaïque avec l'aide sur place d'un technicien pendant une journée.

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

Lorsque des cas particuliers d'installations se présentent, tant au niveau de la mise en œuvre des modules que des conditions d'implantation (ombrages éventuels), elle peut également apporter son assistance technique pour la validation de la solution retenue.

## **2.11. Mention des justificatifs**

### **2.11.1. Résultats expérimentaux**

- Les modules photovoltaïques ont été vérifiés par le CSTB selon les critères d'acceptation du présent Avis Technique. La liste des références et les puissances sont indiquées dans la grille de vérification des modules en cours de validité, téléchargeable sur le site de la CCFAT via le lien Batipédia de l'Avis Technique 21/21-77\_V3 (cf. § 1.2.9).
- Les modules photovoltaïques ont été testés selon la norme NF EN 61215 : qualification de la conception et homologation des modules photovoltaïques. La charge à laquelle les essais de charge mécanique MQT 16 ont été réalisés est indiquée dans la grille de vérification des modules.

- Les modules photovoltaïques ont été testés selon la norme NF EN 61730 et certifiés comme appartenant à la classe II de sécurité électrique jusqu'à une tension maximum de 1 000 à 1 500 V DC (cf. grille de vérification des modules).
- Les modules photovoltaïques non cadrés Sunstyle Mxxx ont été testés selon les normes IEC 62716:2013 – essai de corrosion à l'ammoniac des modules photovoltaïques par le laboratoire TÜV Rheinland (rapport d'essais n° 21290558.001 et certificat n° PV 60146598).
- Le module photovoltaïque non cadré Sunstyle M115 a été testé selon la norme IEC 60068-2-68:1994 – essais L poussière et sable - par le laboratoire TÜV Rheinland (rapport d'essais n° 21248257.001 et déclaration n° 21248257).
- Les module photovoltaïques non cadrés Sunstyle Mxxx ont été testés selon la norme IEC 61701:2011 – essai de corrosion au bouillard salin des modules photovoltaïques - par le laboratoire TÜV Rheinland (rapport d'essais n° 21290557.001 et certificat n° PV 60146599).
- Le procédé photovoltaïque a été testé selon la norme NF EN 12179 pour des essais de résistance à la pression du vent avec les modules de la grille de vérification.
- Le procédé photovoltaïque a fait l'objet d'un essai de résistance au feu suivant la norme XP ENV 1187 (procès-verbal de classement n° RA19-0209 et son extension 24/1). Le classement Broof (t3) a été obtenu.
- Le procédé photovoltaïque a fait l'objet d'une analyse d'étanchéité sous concomitance pluie / vent par le CSTB dans la soufflerie climatique Jules Verne à Nantes (rapport d'essai n°EN-CAPE 19.080 C – V1 et rapport d'essai n° EN-C2A 23.11252 C - V0).
- Le procédé photovoltaïque a fait l'objet d'un test de performance à l'étanchéité sur le banc d'essais Moby Dick 2 par le CTMNC dans la soufflerie de Clamart (rapport d'essai n°2034019018-1).
- Le procédé photovoltaïque a fait l'objet d'une étude et vérification de la résistance en zones sismiques par le CSTB (rapport d'étude DEB/FaCeT-20-679).
- Les joints collés sur les modules ont subi un vieillissement artificiel pendant 2500h selon ISO 4892-2 (méthode A – cycle 2) et testés au pelage selon la norme ISO 813 (rapport TÜV n°21250523.001).
- Les joints collés sur les modules ont subi un vieillissement artificiel pendant 2000h selon ISO 12543-4 et testés au pelage selon la norme NF 12316-2 (rapport CSTB n°21250523.001).
- Le procédé photovoltaïque a fait l'objet d'un essai de circulation en toiture pour simuler la marche directe d'un installateur sur le procédé au laboratoire Certisolis (rapport d'essais n°20230238-002)
- Le procédé photovoltaïque a fait l'objet d'un essai de résistance à la grêle de diamètre 50 mm permettant l'enregistrement au répertoire grêle dans la catégorie RG5 (rapport TÜV n°DE23OMS5 001).
- Le procédé a fait l'objet d'un essai de choc sur verrière 1200 joules suivant le cahier CSTB 3228 (rapport d'essais CSTB n° DEB 21-04108).
- Les lattes métalliques à profil ouvert ont fait l'objet d'une étude mécanique (étude SECC n°COZT 19334).
- Les écrous à sertir fixés sur les lattes métalliques à profil ouvert ont fait l'objet d'essais en traction (rapport CETIM n°CET0244333).
- Une évaluation de la tenue en corrosion des lattes métalliques au niveau du filetage "flowdrill" a été réalisée par le CETIM (rapport N° CET0202761\_PV\_FINAL\_01\_a).

### 2.11.2. Références chantiers

Le procédé photovoltaïque est fabriqué depuis juin 2006.

Environ 77 580 m<sup>2</sup> (environ 10,5 MWc) dont 70 000 m<sup>2</sup> en France ont été commercialisés à ce jour.

## 2.12. Annexe du Dossier Technique – Tableaux

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

Éléments du procédé concernés	Matériau	Atmosphères extérieures directes								
		Rurale	Industrielle ou urbaine		Marine			Mixte		Agressive
			Normale	Sévère	10 à 20 km du littoral	3 km à 10 à km du littoral	< 3km du littoral	Normale	Sévère	
Vis à collerette	Acier inox A4	●	●	□	●	●	●	●	□	□
Bandes de zinc	Zinc	●	●	□	●	●	□	□	□	□
Crochets vent	Acier inox A4	●	●	□	●	●	●	●	□	□
Joint d'étanchéité en mousse imprégnée	Polyuréthane	●	●	□	●	●	□	●	□	□

Les expositions atmosphériques sont définies dans les annexes de la norme NF P 24-351 et du DTU 40.44

- : Matériau adapté à l'exposition
- : Matériau dont le choix définitif ainsi que les caractéristiques particulières doivent être arrêtés après consultation et accord du titulaire de l'Avis Technique
- : Non adapté à l'exposition

**Tableau 1 - Guide de choix des matériaux des éléments situés en atmosphères extérieures directes**

Éléments du procédé concernés	Matériau	Atmosphères extérieures protégées et ventilées								
		Rurale	Industrielle ou urbaine		Marine			Mixte		Agressive
			Normale	Sévère	10 à 20 km du littoral	3 km à 10 à km du littoral	< 3km du littoral	Normale	Sévère	
Pièces de distance	Acier inox A2	●	●	●	●	●	●	●	□	□
Vis de fixation des crochets vent	Acier inox A2	●	●	●	●	●	●	●	□	□
Lattes métalliques à profil carré	Acier inox A4	●	●	●	●	●	●	●	●	□
	Acier inox A2	●	●	●	●	●	●	●	□	□
Lattes métalliques à profil ouvert et brides de fixation	Acier S350GD ZM310	●	●	□	●	●	●	□	□	□
Cavaliers et éclisses	Acier inox A4	●	●	●	●	●	●	●	●	□
	Acier inox A2	●	●	●	●	●	●	●	□	□
Ecrous à sertir	Acier inox A2	●	●	●	●	●	●	●	□	□

Les expositions atmosphériques sont définies dans l'annexe A de la norme NF P 24-351

- : Matériau adapté à l'exposition
- : Matériau dont le choix définitif ainsi que les caractéristiques particulières doivent être arrêtés après consultation et accord du titulaire de l'Avis Technique
- : Non adapté à l'exposition

**Tableau 2- Guide de choix des matériaux des éléments situés en atmosphères extérieures protégées et ventilées**

Matériau	Zinc	Cuivre	Acier laqué	Aluminium laqué
Épaisseur en mm	0,65	0,6	0,6	0,8

**Tableau 3 – Guides épaisseurs minimales des bandes de rives selon le matériau utilisé**

### 3. Annexes graphiques

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

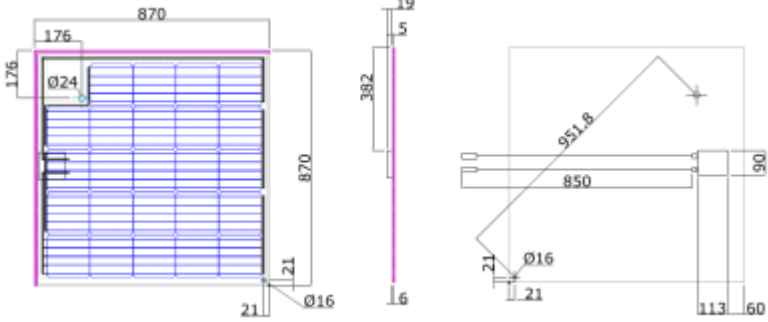
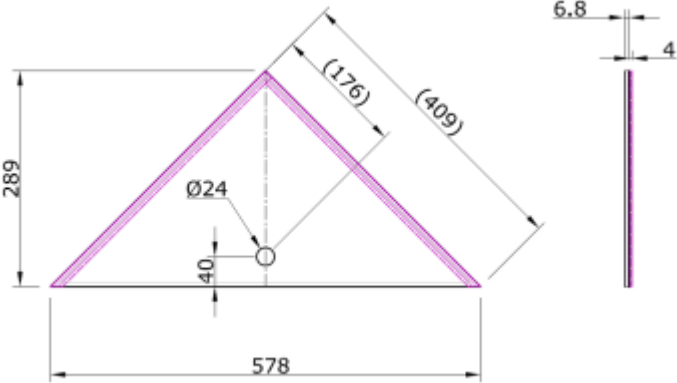
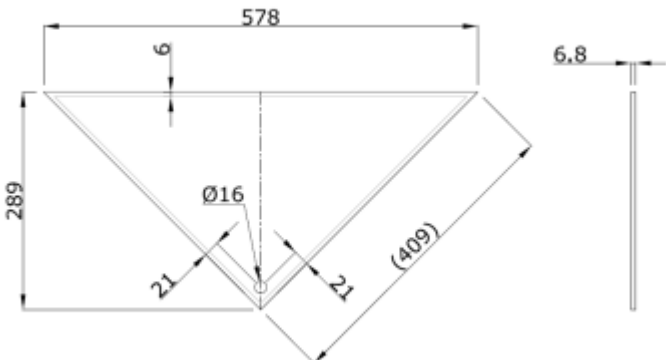
Illustration	Désignation	Description
	<p>Module photovoltaïque</p>	<p>Module photovoltaïque 87 x 87 cm, 1 trou haut de diamètre 24 mm, 1 trou bas de diamètre 16 mm</p>
	<p>Dummy bas petit</p>	<p>Module factice de finition standard en verre, 40 x 40 cm, 1 trou de diamètre 24 mm</p>
	<p>Dummy haut petit</p>	<p>Module factice de finition standard en verre, 40 x 40 cm, 1 trou de diamètre 16 mm</p>

Figure 1 – Liste des composants

	<p>Coin bas grand gauche</p>	<p>Module factice de finition standard en verre, 67 x 76 cm, 1 trou haut de 24 mm, 1 trou bas de 16 mm</p>
	<p>Coin bas grand droit</p>	<p>Module factice de finition standard en verre, 67 x 76 cm, 1 trou haut de 24 mm, 1 trou bas de 16 mm</p>
	<p>Coin haut grand gauche</p>	<p>Module factice de finition standard en verre, 67 x 76 cm, 1 trou haut de 16 mm, 1 trou bas de 16 mm</p>

Figure 1 (suite) – Liste des composants

	<p>Coin haut grand droit</p>	<p>Module factice de finition standard en verre, 67 x 76 cm, 1 trou haut de 16 mm, 1 trou bas de 16 mm</p>
	<p>Coin bas petit gauche</p>	<p>Module factice de finition standard en verre, 34 x 29 cm, 1 trou de 24 mm</p>
	<p>Coin bas petit droit</p>	<p>Module factice de finition standard en verre, 34 x 29 cm, 1 trou de 24 mm</p>

Figure 1 (suite) – Liste des composants

	<p>Coin haut petit gauche</p>	<p>Module factice de finition standard en verre, 34 x 29 cm, 1 trou de 16 mm</p>
	<p>Coin haut petit droit</p>	<p>Module factice de finition standard en verre, 34 x 29 cm, 1 trou de 16 mm</p>
	<p>Dummy entier</p>	<p>Module factice de parement en verre, 87 x 87 cm, 1 trou haut de diamètre 24 mm, 1 trou bas de diamètre 16 mm</p>

Figure 1 (suite) – Liste des composants

	<p>Dummy bas</p>	<p>Module factice de finition standard en verre 87 x 87 cm, 1 trou haut de diamètre 24 mm, 1 trou bas de diamètre 16 mm</p>
	<p>Dummy haut</p>	<p>Module factice de finition standard en verre, 87 x 87 cm, 1 trou haut de diamètre 24 mm, 1 trou bas de diamètre 16 mm</p>
	<p>Dummy gauche</p>	<p>Module factice de finition standard en verre, 87 x 87 cm, 1 trou haut de diamètre 24 mm, 1 trou bas de diamètre 16 mm</p>

Figure 1 (suite) – Liste des composants

	<p>Dummy droit</p>	<p>Module factice de finition standard en verre, 87 x 87 cm, 1 trou haut de diamètre 24 mm, 1 trou bas de diamètre 16 mm</p>
	<p>Ancre d'étanchéité</p>	<p>Accessoire d'étanchéité en EPDM</p>
	<p>Anneau d'appui</p>	<p>Accessoire de maintien en EPDM</p>

Figure 1 (suite) – Liste des composants

	<p>Protection du trou de 16 mm</p>	<p>Accessoire de protection du trou de 16 mm pour tout élément fixé sur 2 lattes Sunstyle disjointes</p>
	<p>Rondelle d'appui</p>	<p>Accessoire de maintien en EPDM</p>
	<p>Pièce de distance courte</p>	<p>Accessoire de maintien en acier inoxydable</p>
	<p>Pièce de distance</p>	<p>Accessoire de maintien en acier inoxydable</p>

Figure 1 (suite) – Liste des composants

	<p>Joint de vis</p>	<p>Joint de vis type BAZ en EPDM et rondelle inox, diamètre externe 25 mm</p>
	<p>Vis de fixation</p>	<p>Vis de fixation M6 à collerette</p>
	<p>Solarclip</p>	<p>Pince de maintien du joint de faîtage en acier inoxydable</p>
<p>PROFIL D'ÉTANCHEITÉ DU FAÎTAGE</p>	<p>Profil d'étanchéité du faîtage</p>	<p>Accessoire d'étanchéité des modules en partie haute de couverture avec le faîtage, EPDM et acier inoxydable</p>

Figure 1 (suite) – Liste des composants

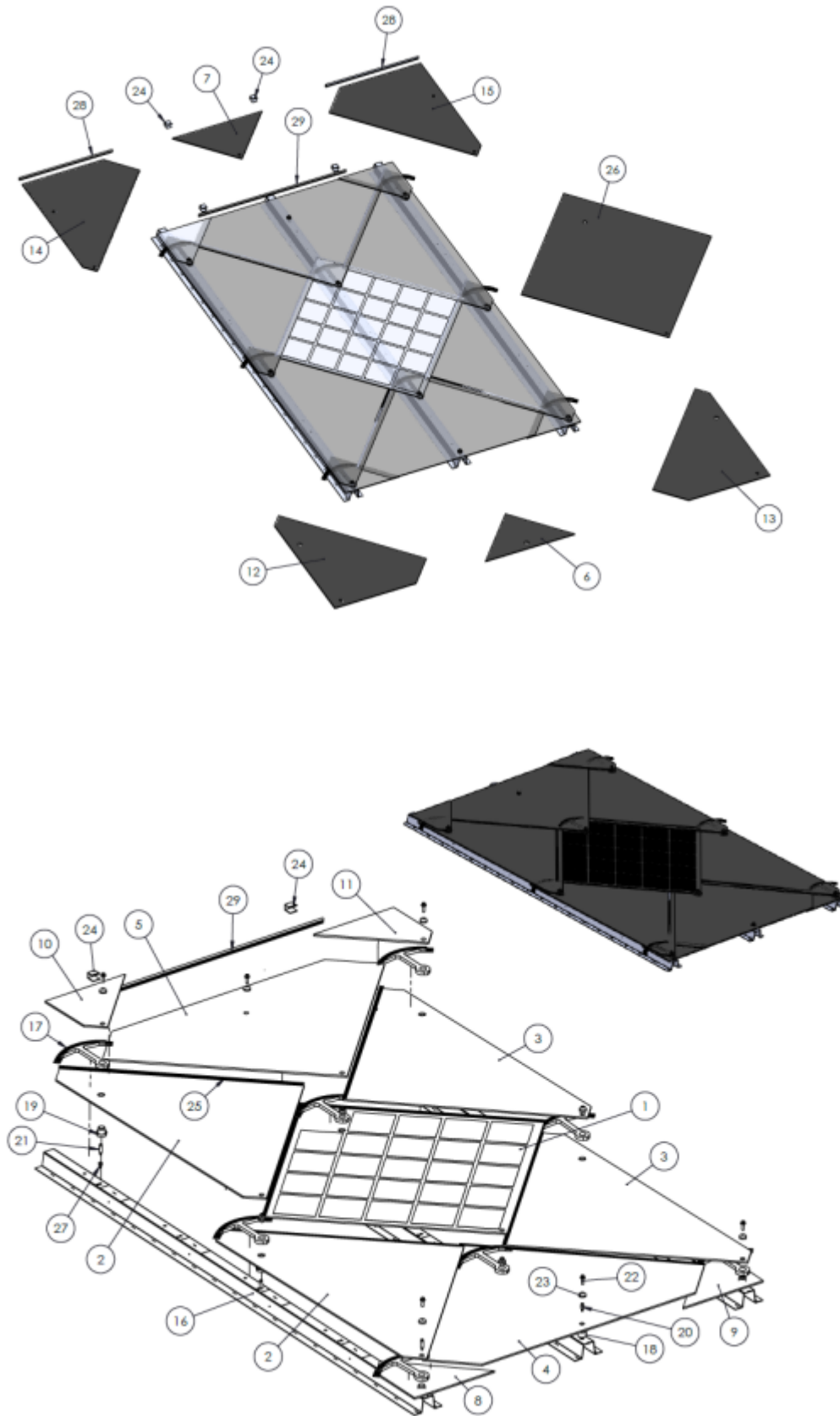




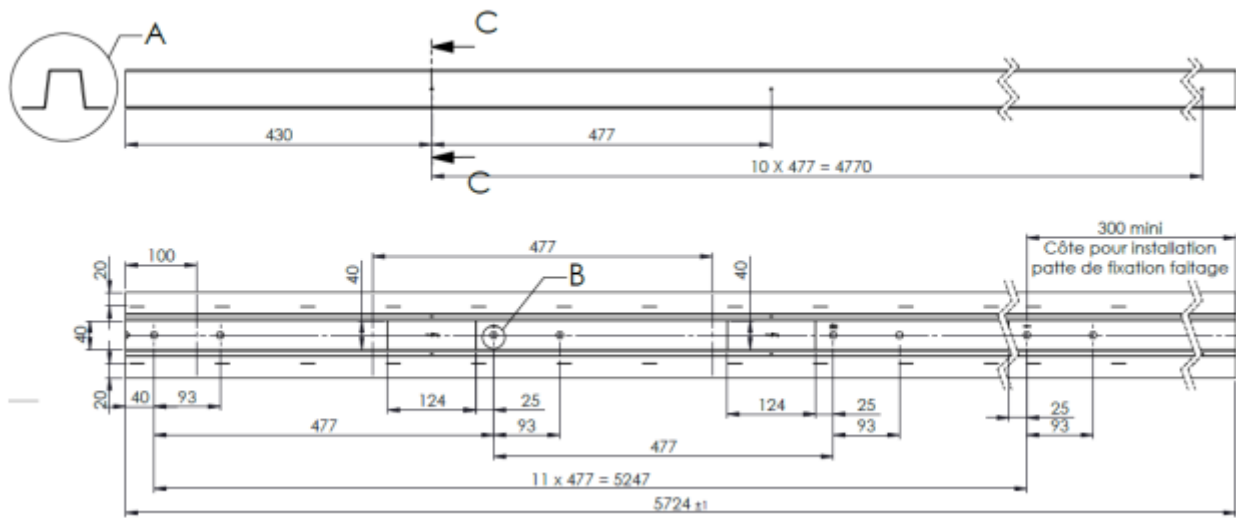
	<p>Patte de fixation faitage</p>	<p>Pièce de fixation des dummy haut petit lorsque l'étanchéité au faitage n'est pas recherchée Acier inoxydable A4</p>
	<p>Patte de fixation micro-onduleur</p>	<p>Pièce de fixation des micro-onduleurs et optimiseurs</p>
	<p>Crochet vent gauche</p>	<p>Pièce métallique permettant de réaliser la disposition renforcée sous vent normal, Acier inoxydable A4</p>

Figure 1 (suite) – Liste des composants

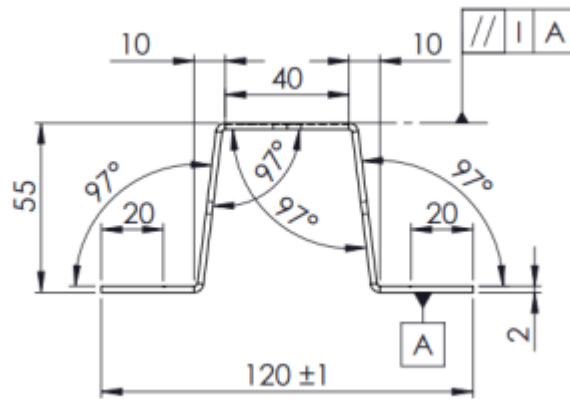




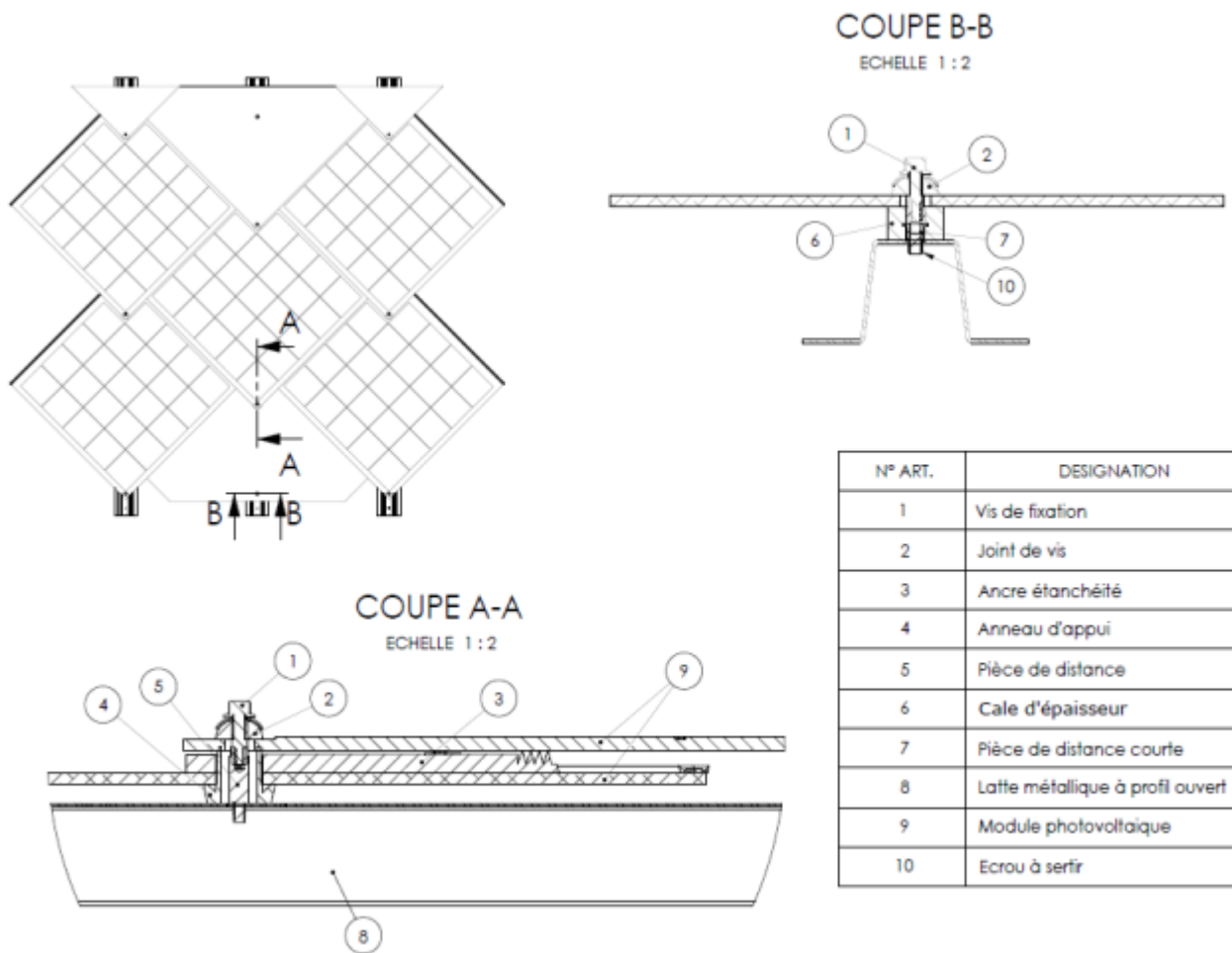
**Figure 2 (suite) – Vue éclatée du procédé photovoltaïque "Sunstyle Acier"**



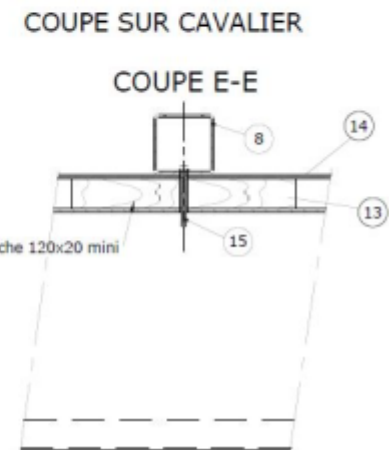
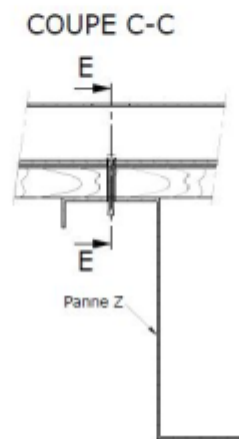
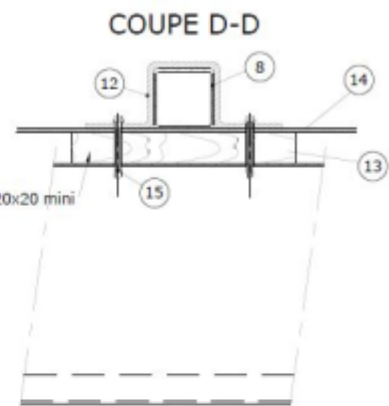
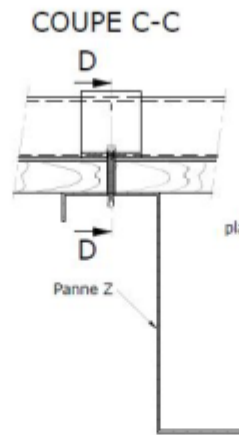
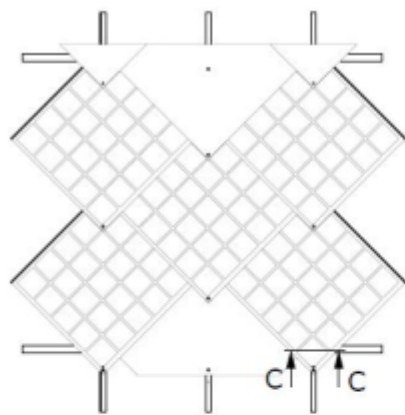
**Figure 3 – Vue de dessus et de côté des lattes à profil ouvert**



**Figure 4 – Sections des lattes métalliques à profil ouvert**

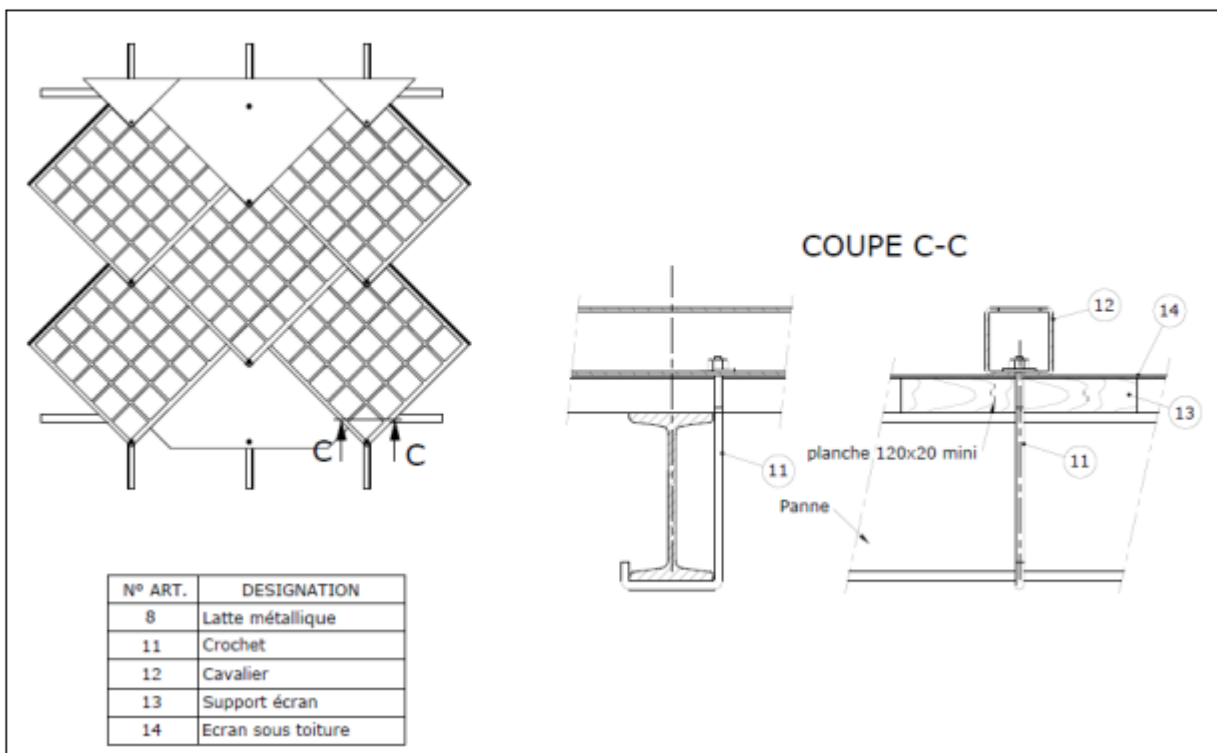


**Figure 5 – Vue détaillée des fixations des modules sur les lattes métalliques à profil ouvert**



N° ART.	DESIGNATION
8	Latte métallique
12	Cavalier
13	Support écran
14	Ecran sous toiture
15	Vis autoperceuse

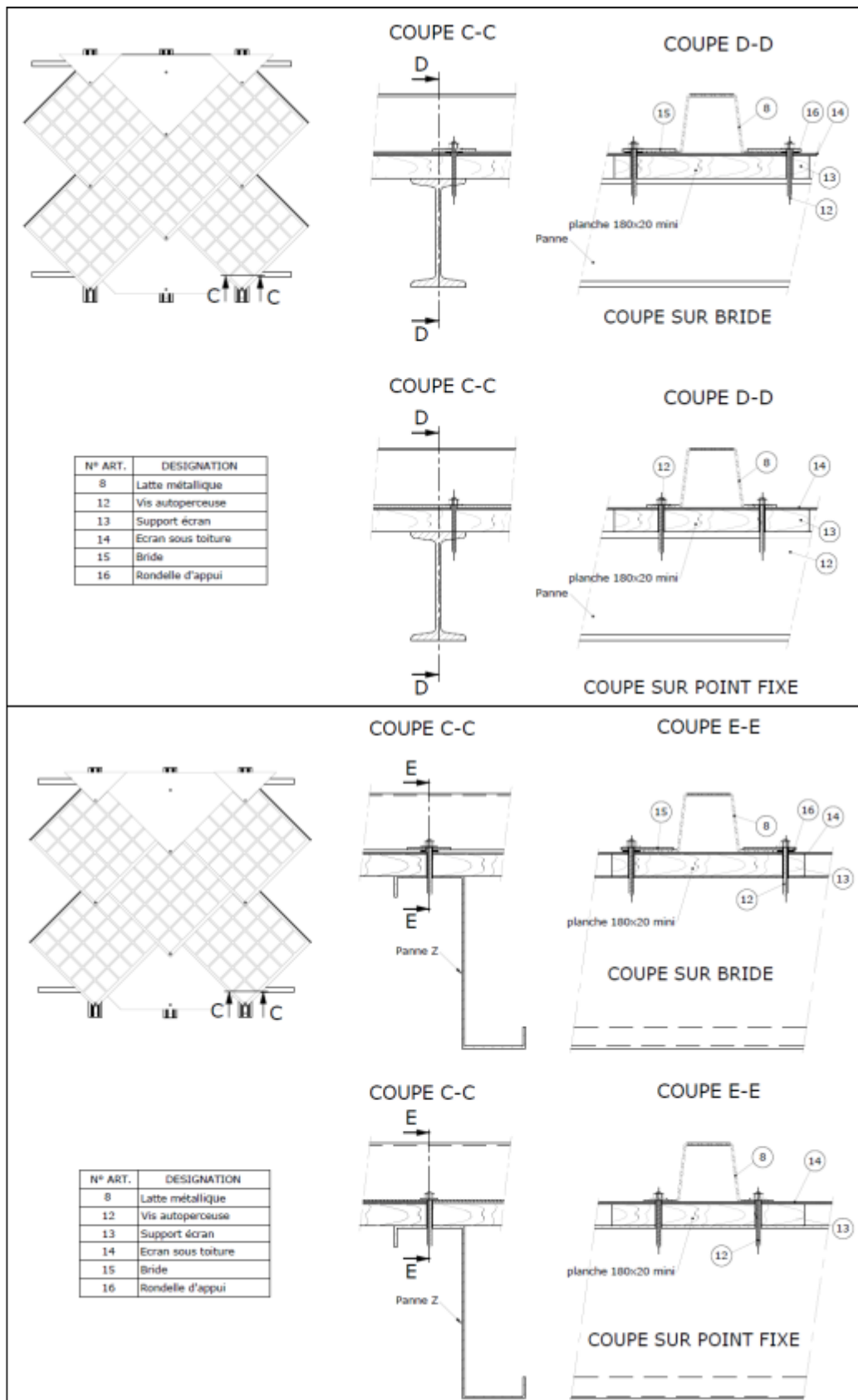
COUPE SUR CAVALIER  
COUPE SUR POINT FIXE



N° ART.	DESIGNATION
8	Latte métallique
11	Crochet
12	Cavalier
13	Support écran
14	Ecran sous toiture

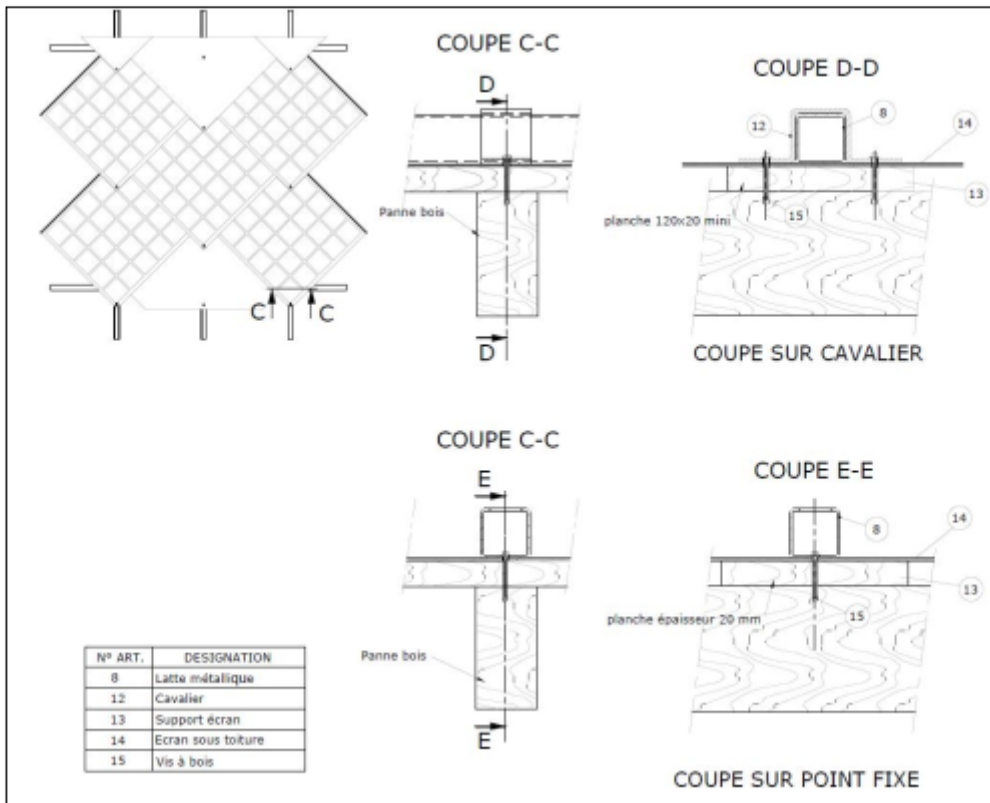
Lattes métalliques à profil carré

**Figure 6 – Vue détaillée des fixations des lattes sur pannes métalliques**

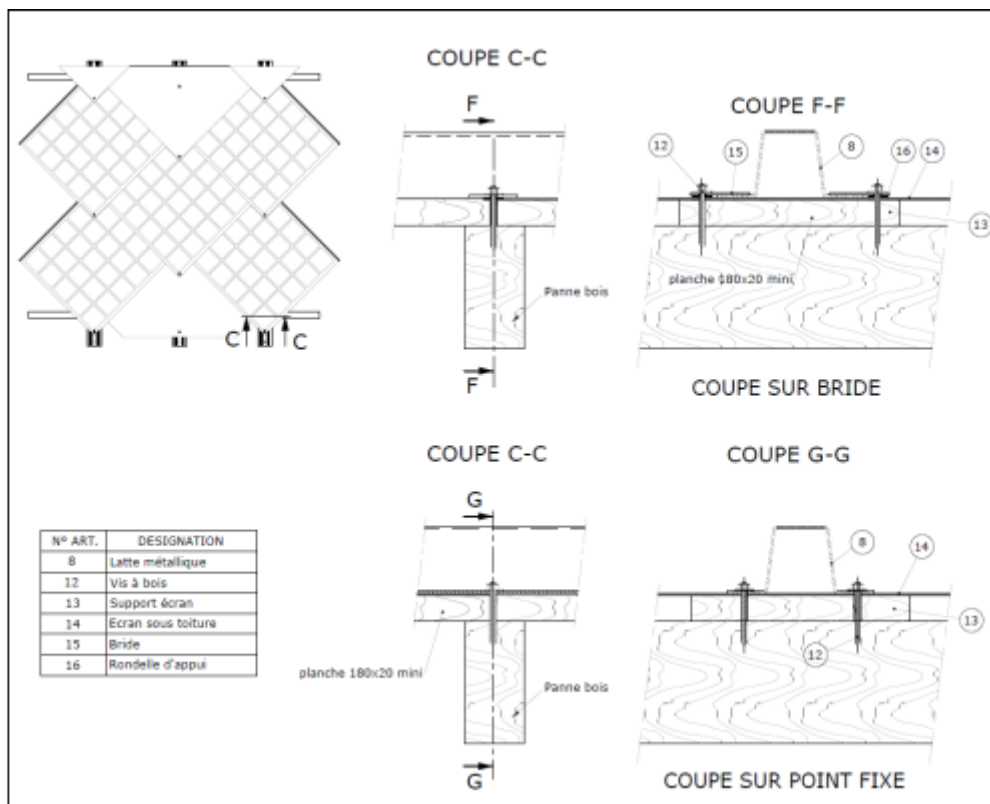


Lattes métalliques à profil ouvert

**Figure 6 (suite) – Vue détaillée des fixations des lattes sur pannes métalliques**

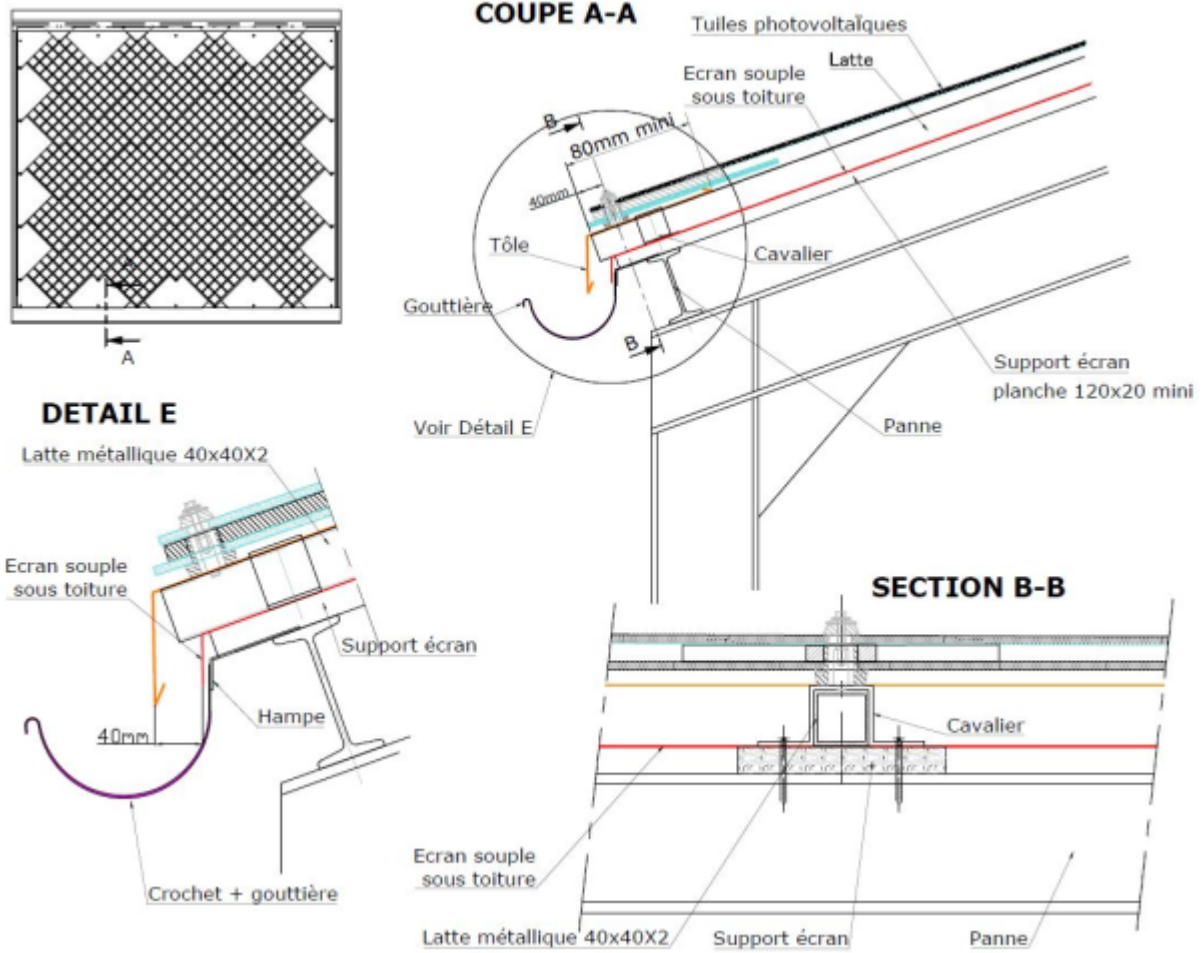


Lattes métalliques à profil carré



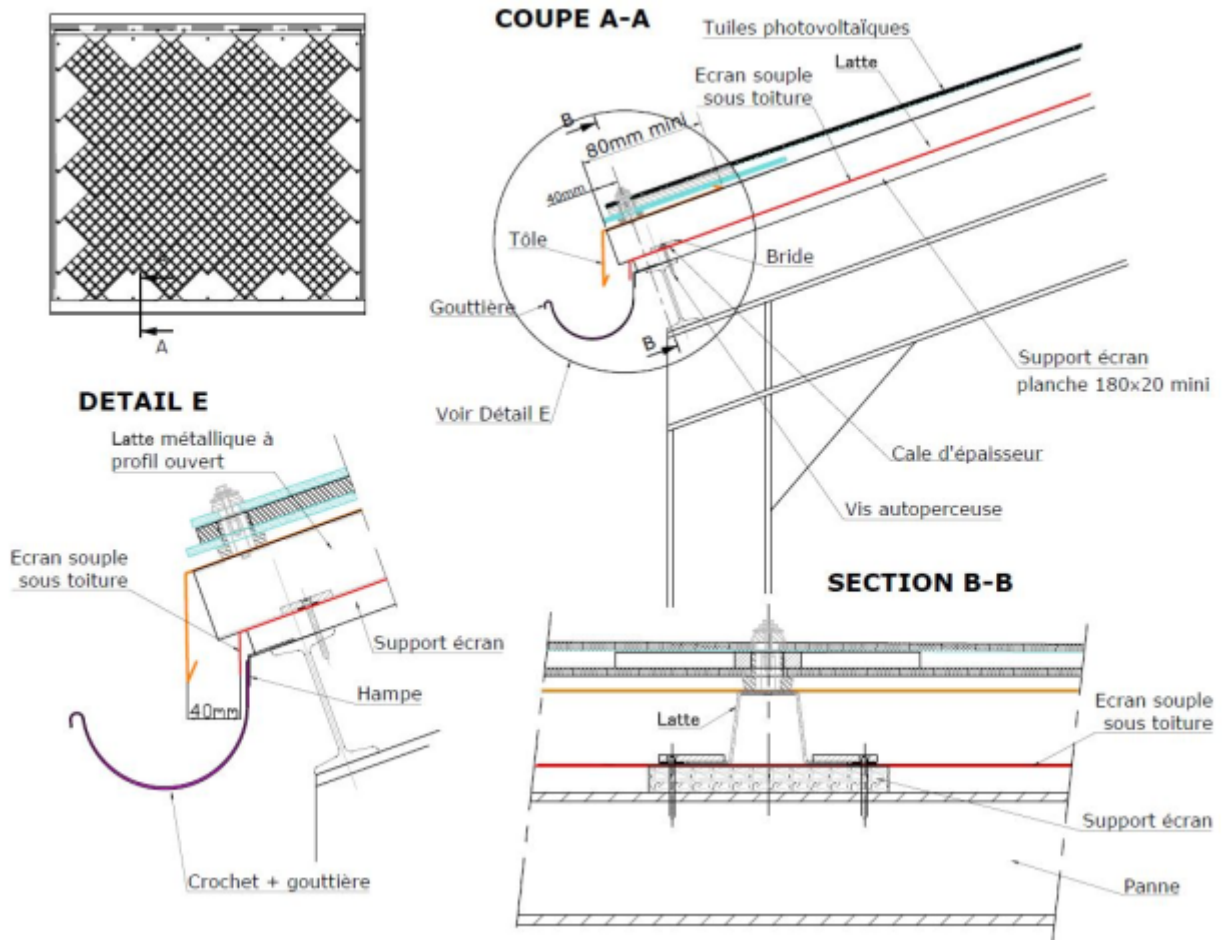
Lattes métalliques à profil ouvert

**Figure 7 – Vue détaillée des fixations des lattes sur pannes bois**



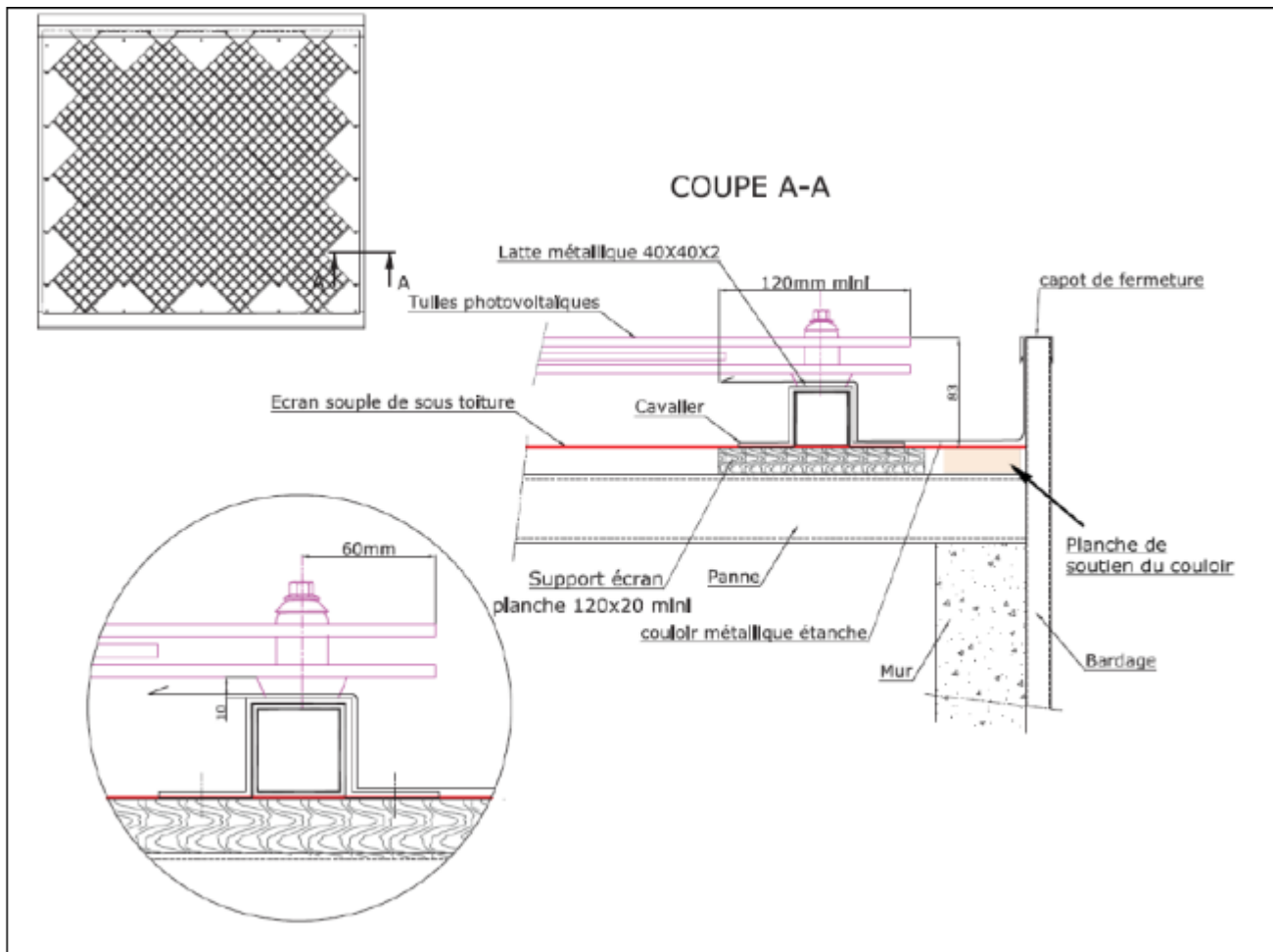
Lattes métalliques à profil carré

**Figure 8 – Étanchéité basse**



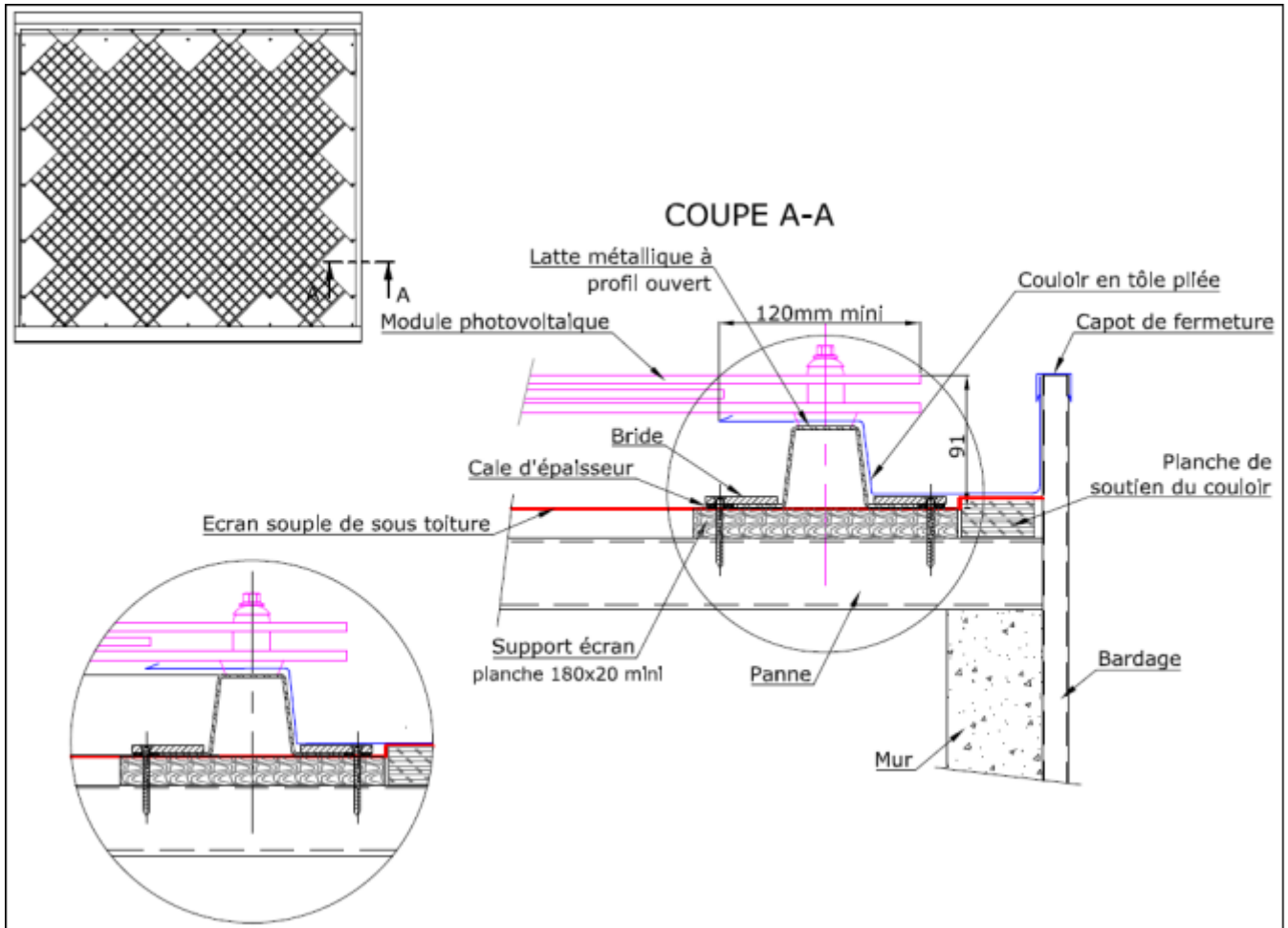
Lattes métalliques à profil ouvert

**Figure 8 (suite) – Étanchéité basse**



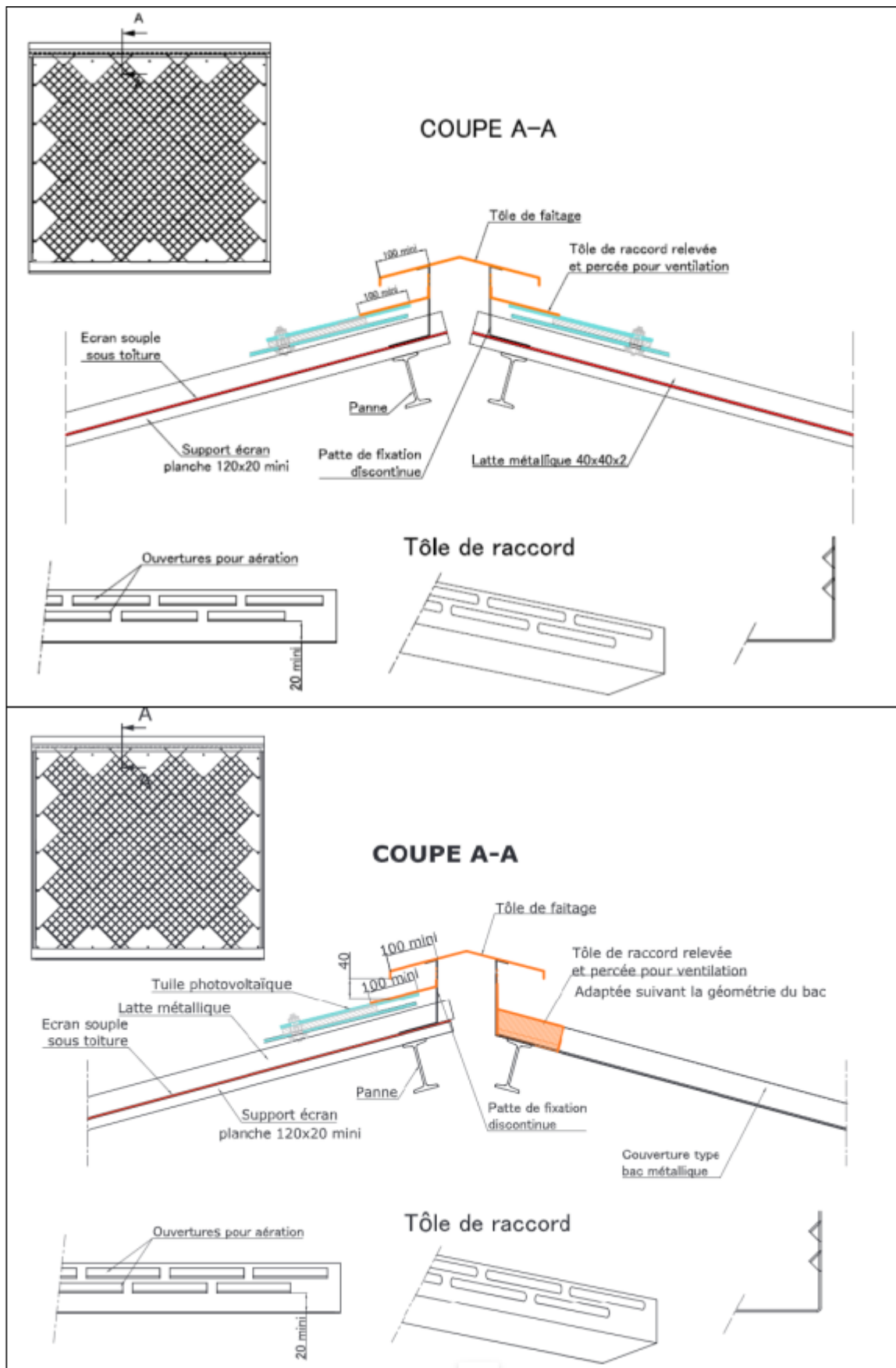
Lattes métalliques à profil carré

**Figure 9 –Abergements latéraux**

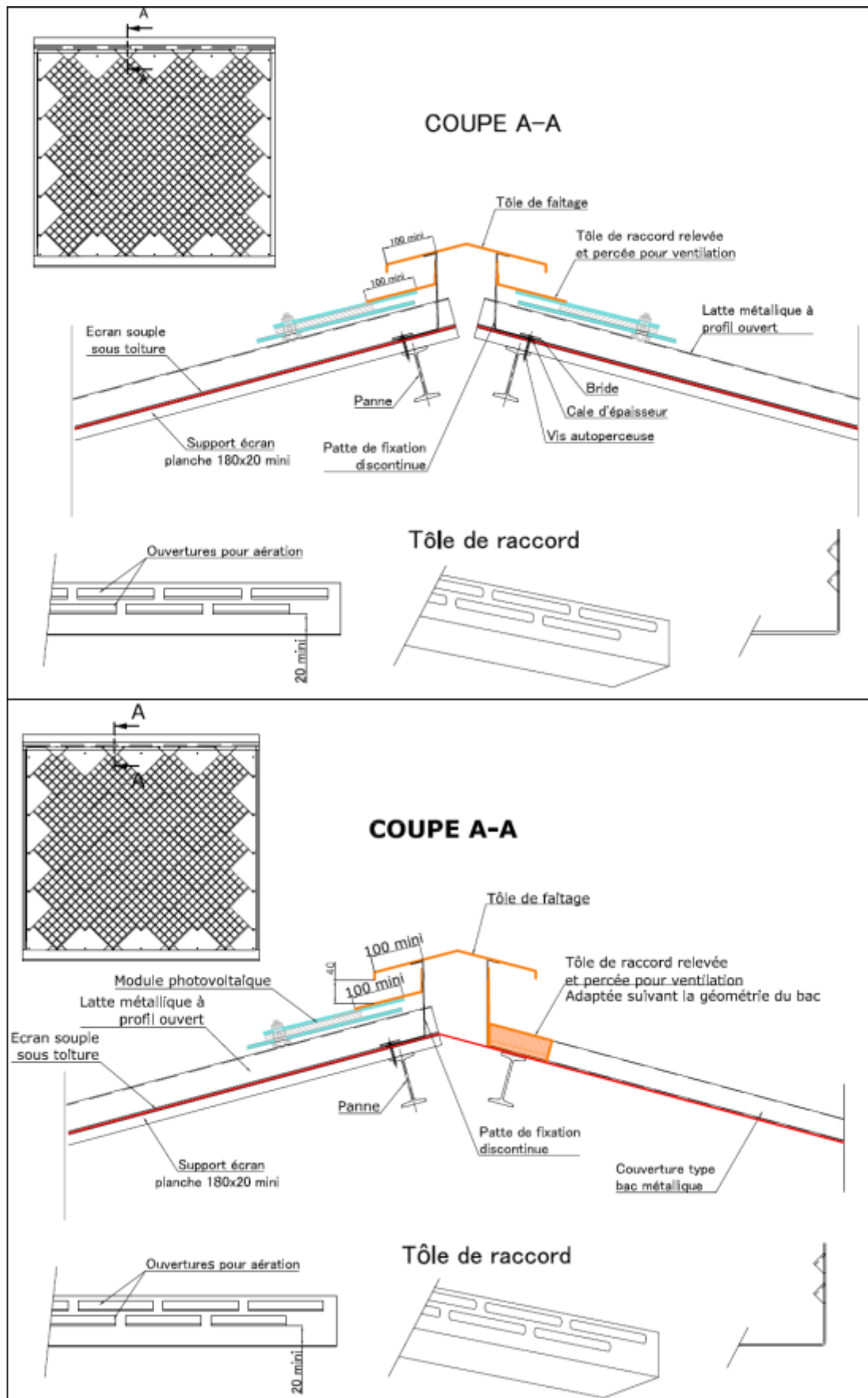


Lattes métalliques à profil ouvert

**Figure 9 (suite) – Abergements latéraux**

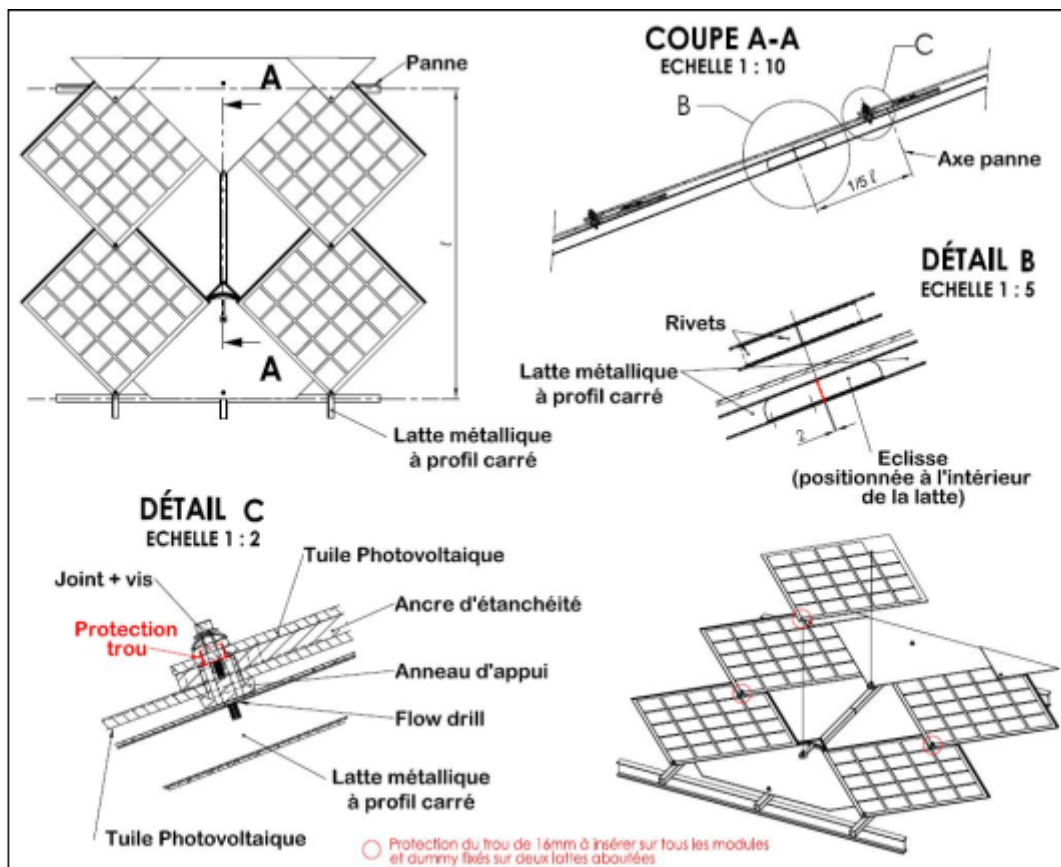


Lattes métalliques à profil carré  
**Figure 10 –Abergements supérieurs / faitage**

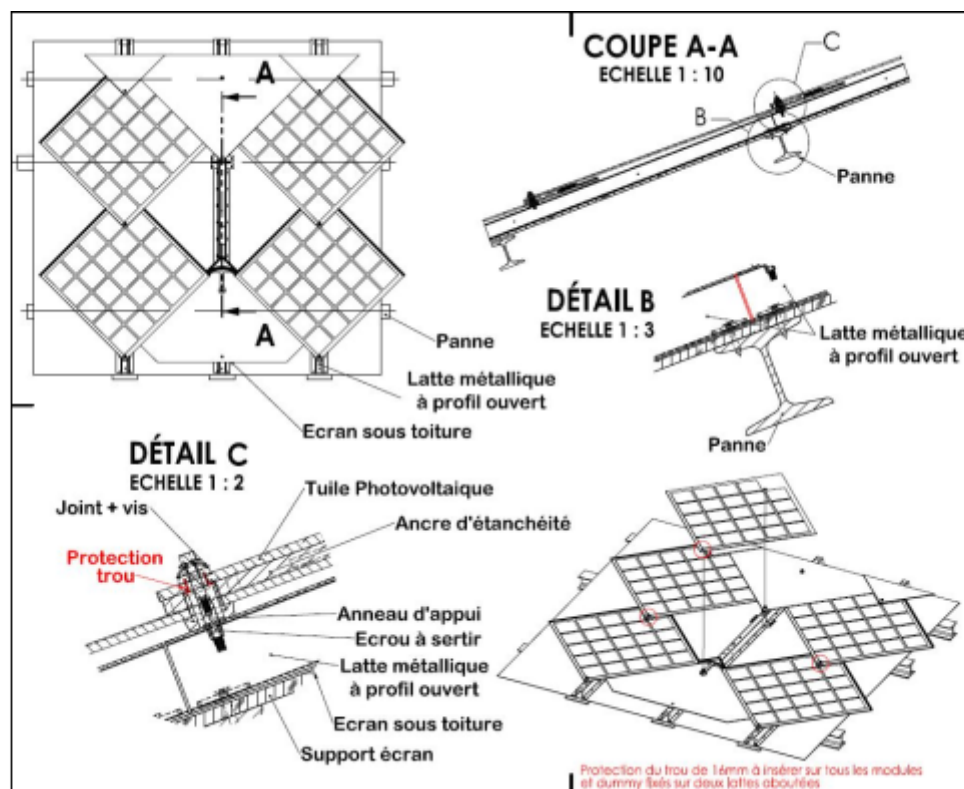


Lattes métalliques à profil ouvert

**Figure 10 (suite) - Abergements supérieurs / faitage**



Lattes métalliques à profil carré



Lattes métalliques à profil ouvert

**Figure 11 – Aboutage des lattes et mise en place de la pièce de protection du trou de 16 mm**

### Dimensions Optimales du champ solaire

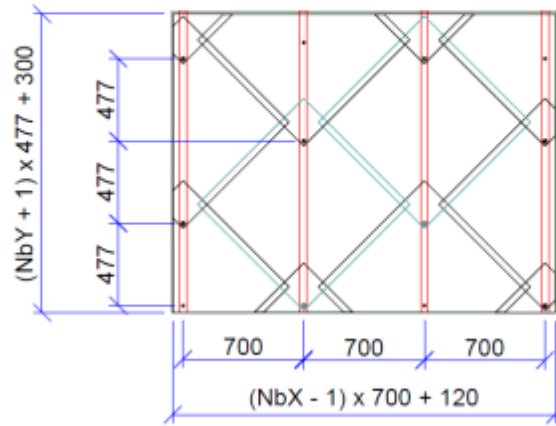


Figure 12 –Caractéristique des champs photovoltaïques

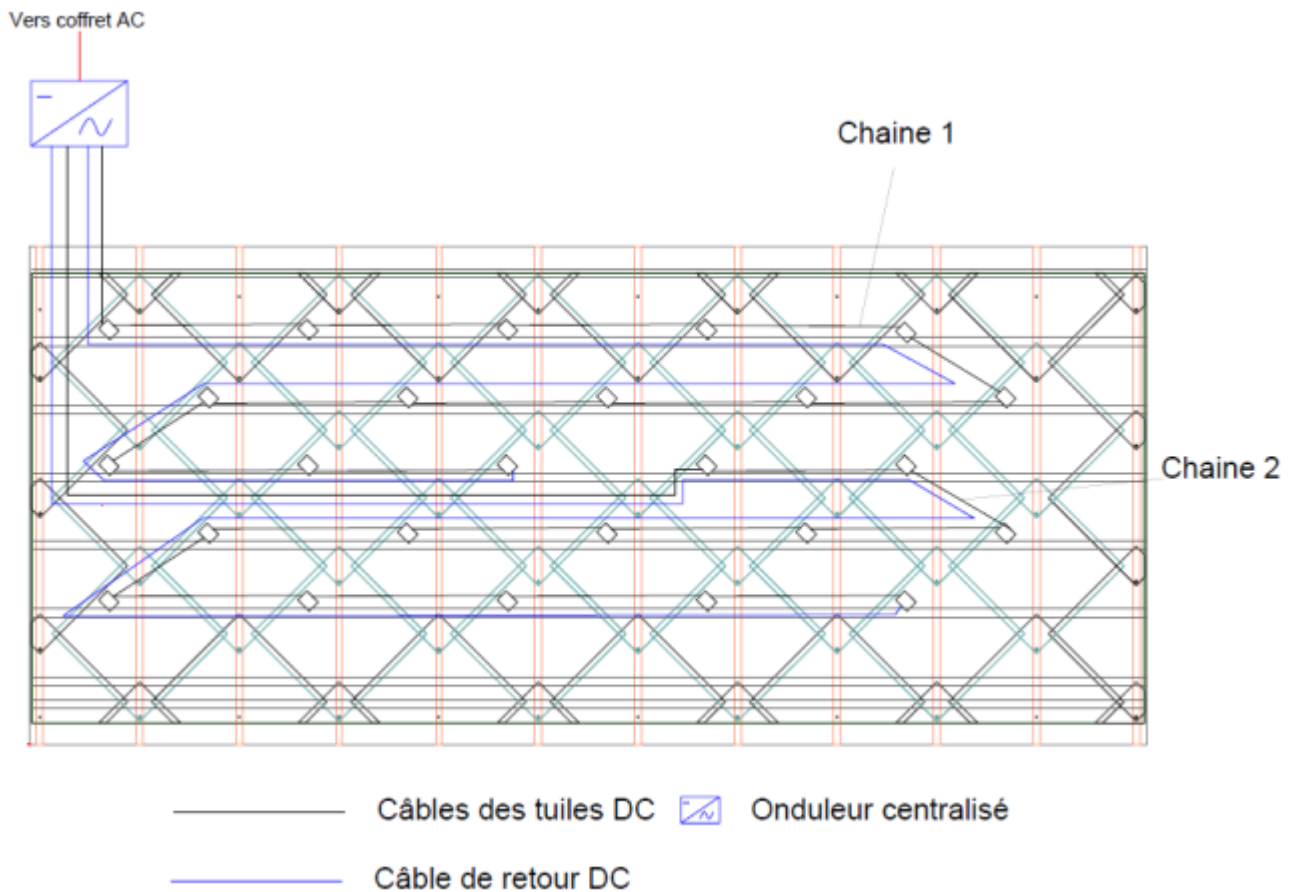
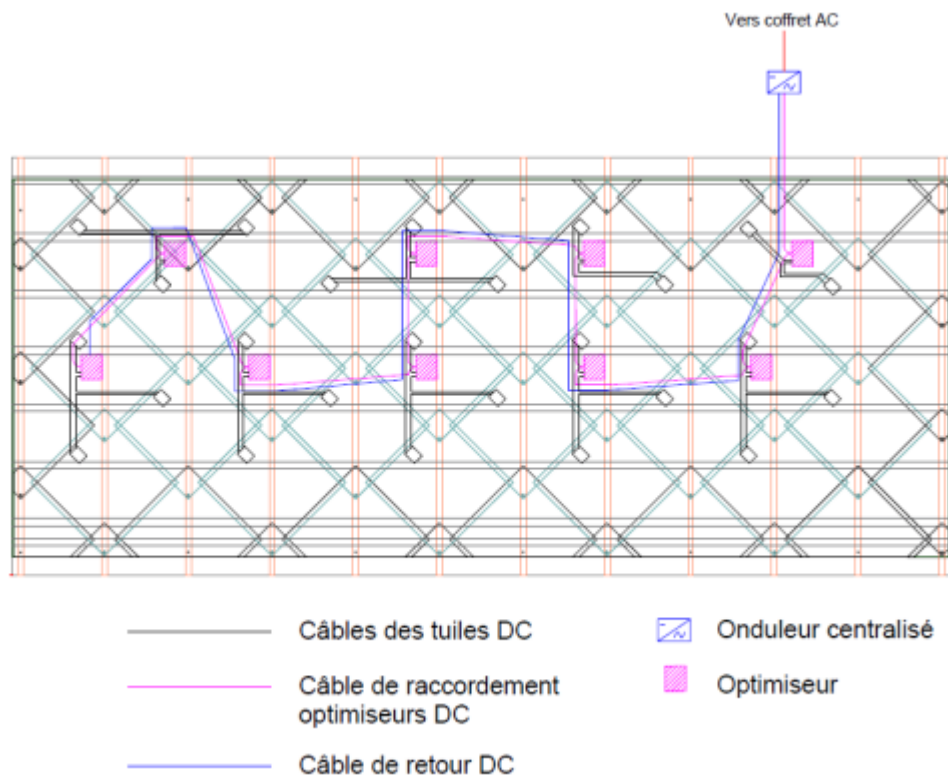
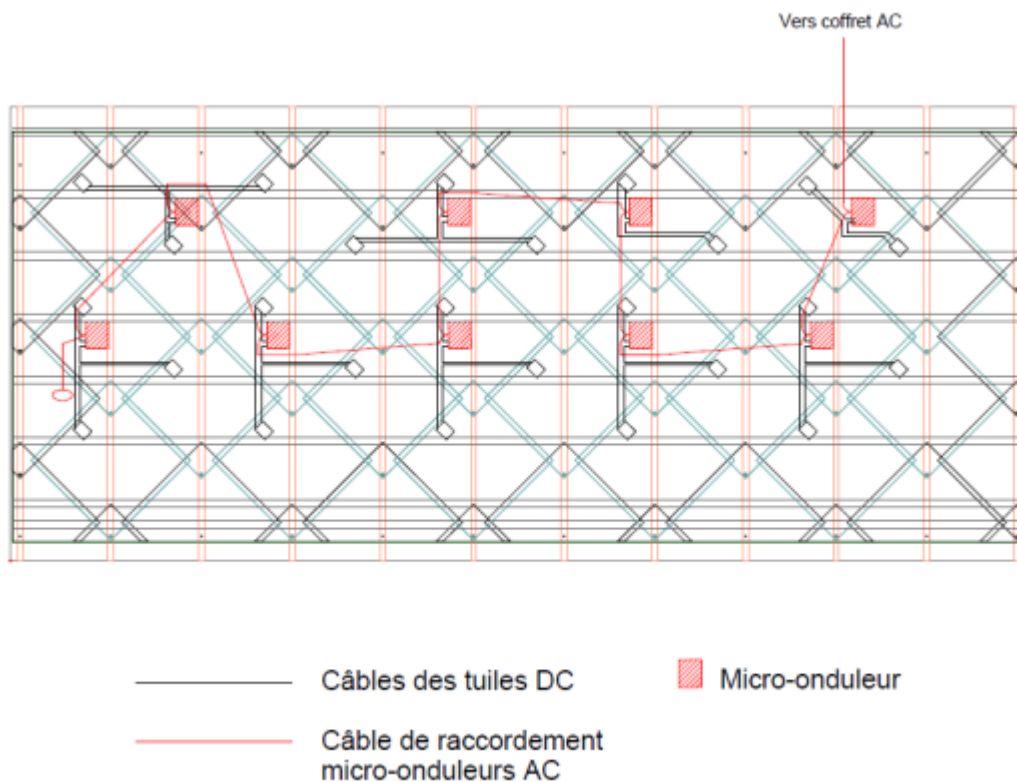


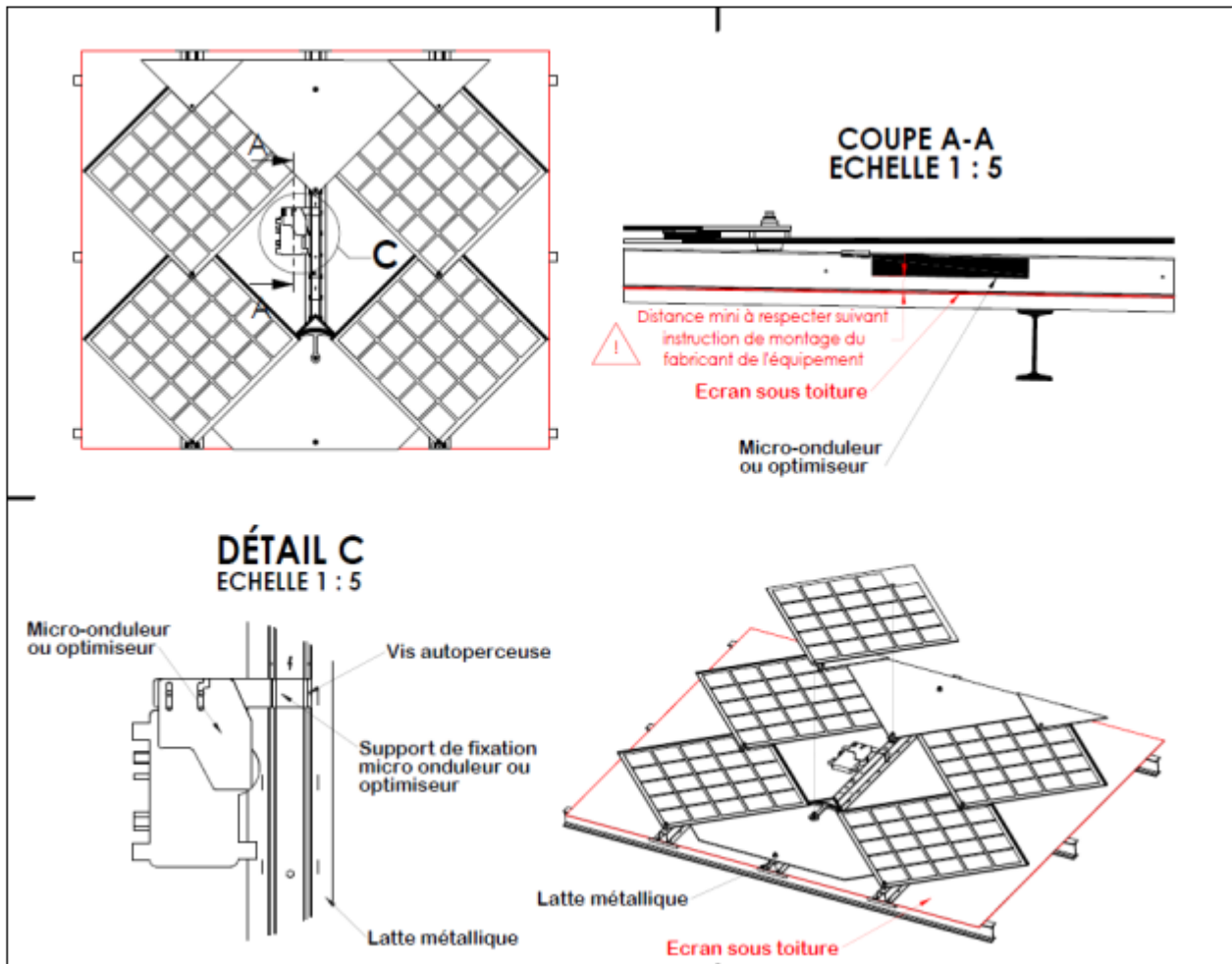
Figure 13 – Schéma de principe du câblage avec un onduleur strings



**Figure 14 – Schéma de principe du câblage avec un onduleur strings et des optimiseurs**

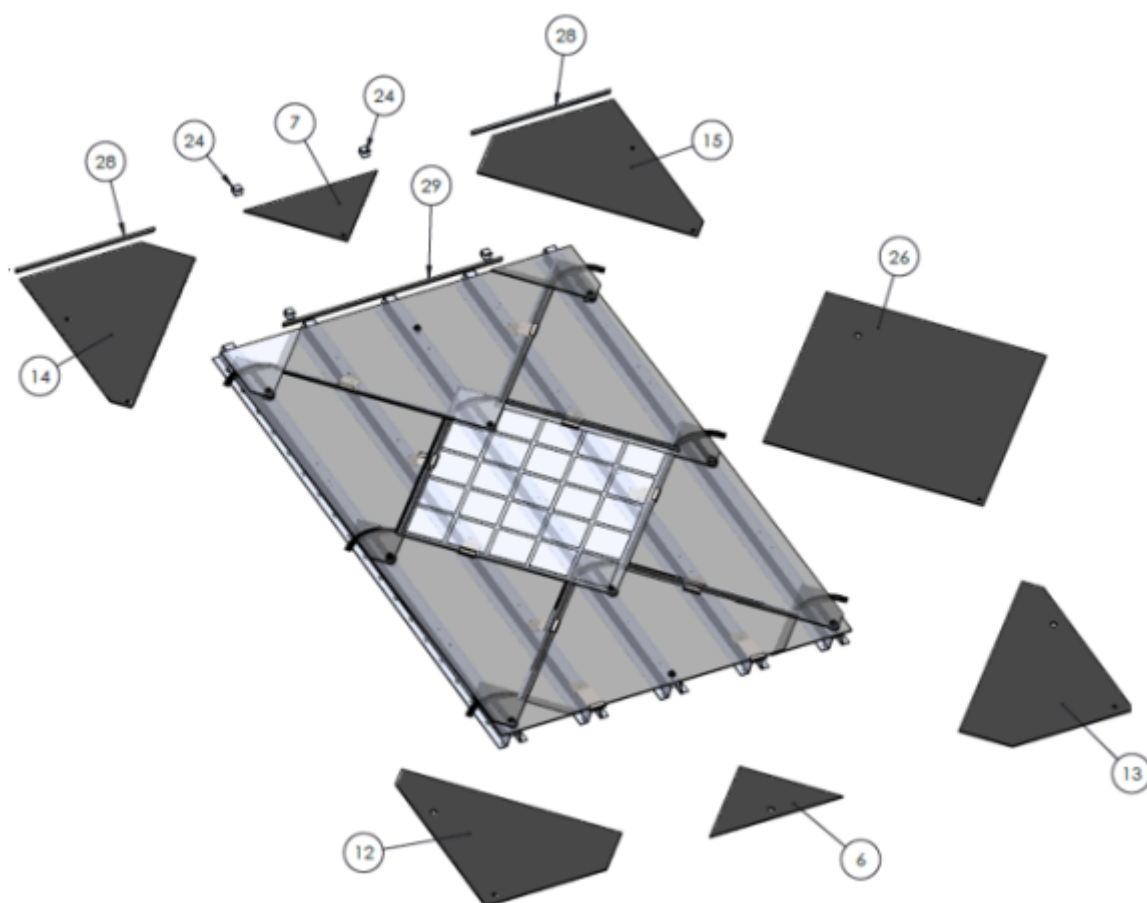


**Figure 15 – Schéma de principe du câblage avec des micro-onduleurs**

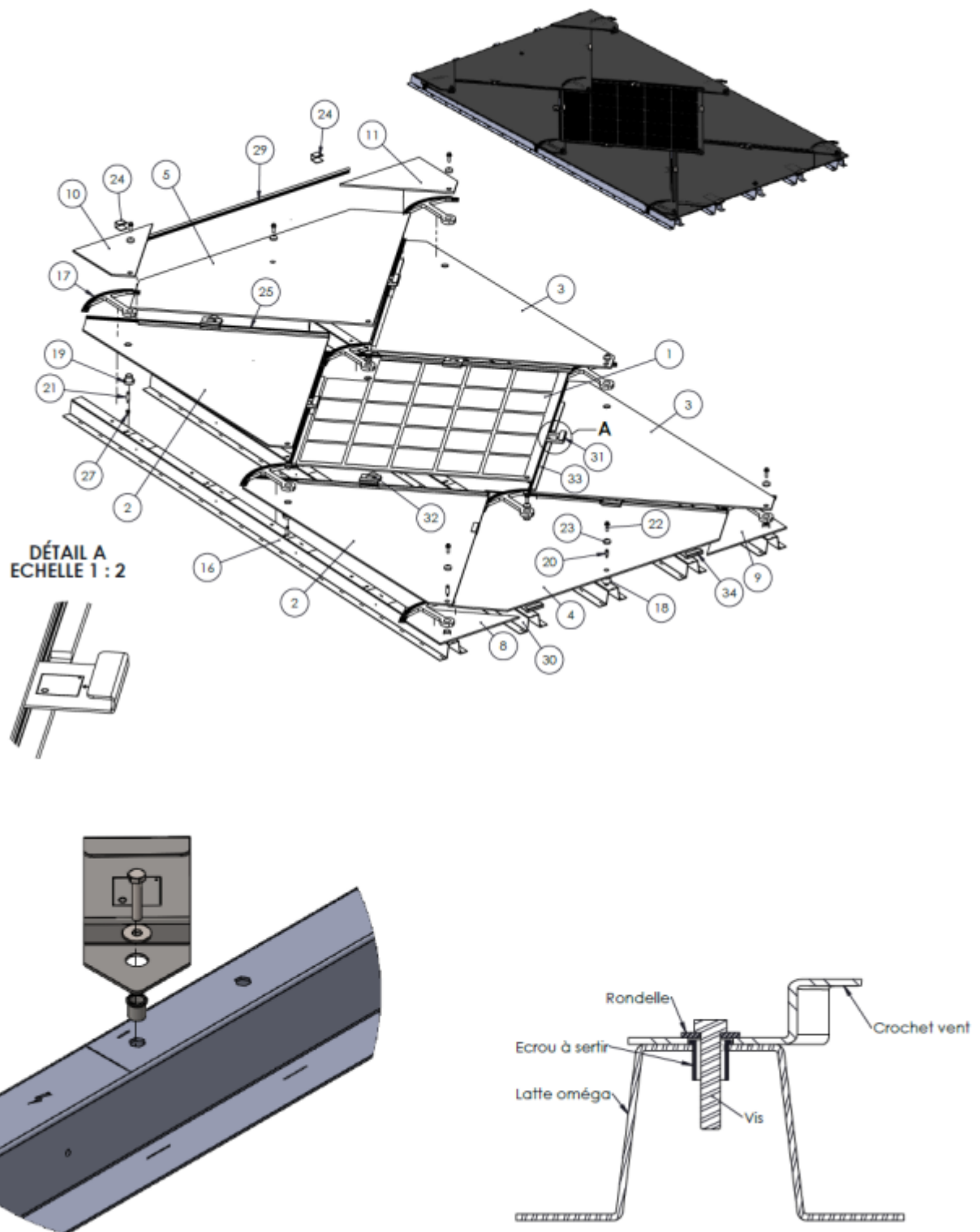


**Figure 16 - Pose d'un micro-onduleur ou d'un optimiseur**

1	MODULE PHOTOVOLTAÏQUE	18	RONDELLE D'APPUI
2	DUMMY GAUCHE	19	ANNEAU D'APPUI
3	DUMMY DROIT	20	PIECE DE DISTANCE COURTE
4	DUMMY BAS	21	PIECE DE DISTANCE
5	DUMMY HAUT	22	VIS DE FIXATION
6	DUMMY BAS PETIT	23	JOINT DE VIS
7	DUMMY HAUT PETIT	24	SOLARCLIP
8	COIN BAS PETIT GAUCHE	25	JOINT D'ETANCHEITE
9	COIN BAS PETIT DROIT	26	DUMMY ENTIER
10	COIN HAUT PETIT GAUCHE	27	ECROU A SERTIR
11	COIN HAUT PETIT DROIT	28	PROFIL D'ETANCHEITE FAITAGE COURT
12	COIN BAS GRAND GAUCHE	29	PROFIL D'ETANCHEITE FAITAGE
13	COIN BAS GRAND DROIT	30	LATTE ADDITIONNELLE
14	COIN HAUT GRAND GAUCHE	31	CROCHET VENT DROIT
15	COIN HAUT GRAND DROIT	32	CROCHET VENT GAUCHE
16	LATTE METALLIQUE	33	JOINT MOUSSE POLYURETHANE
17	ANCRE D'ETANCHEITE	34	CROCHET VENT BAS

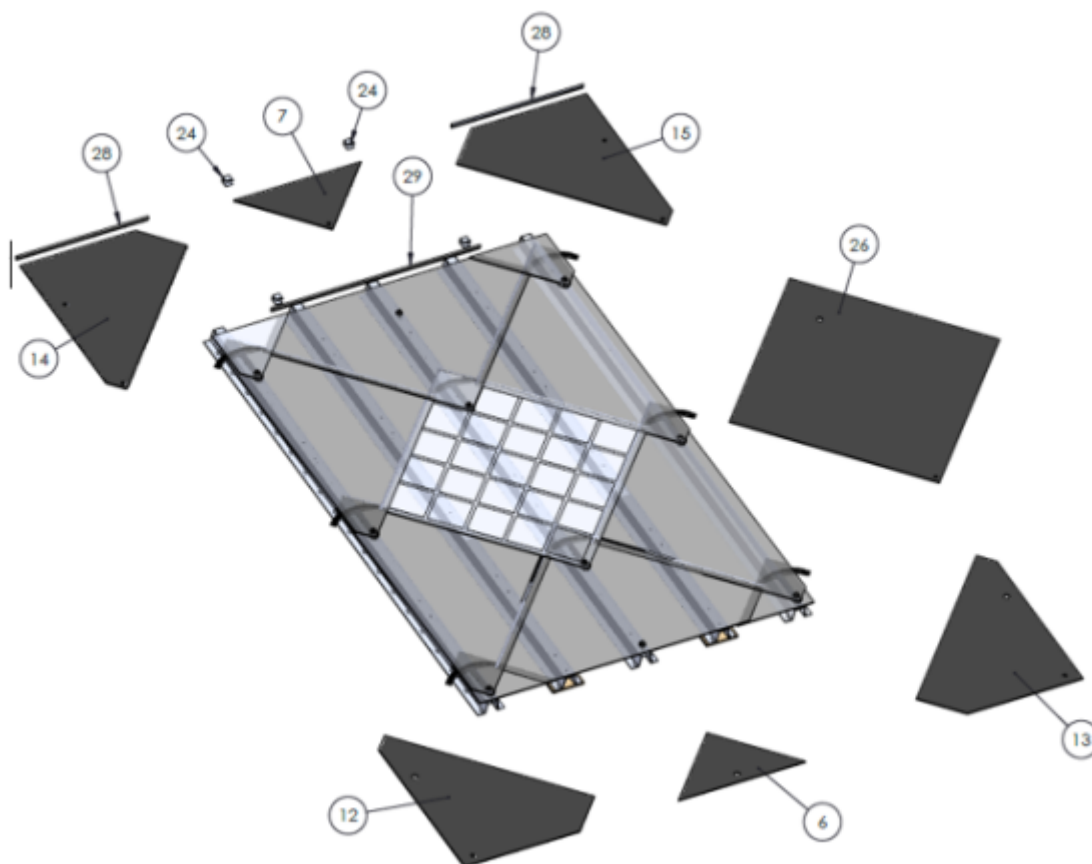


**Figure 17 - Disposition renforcée avec crochets vent**

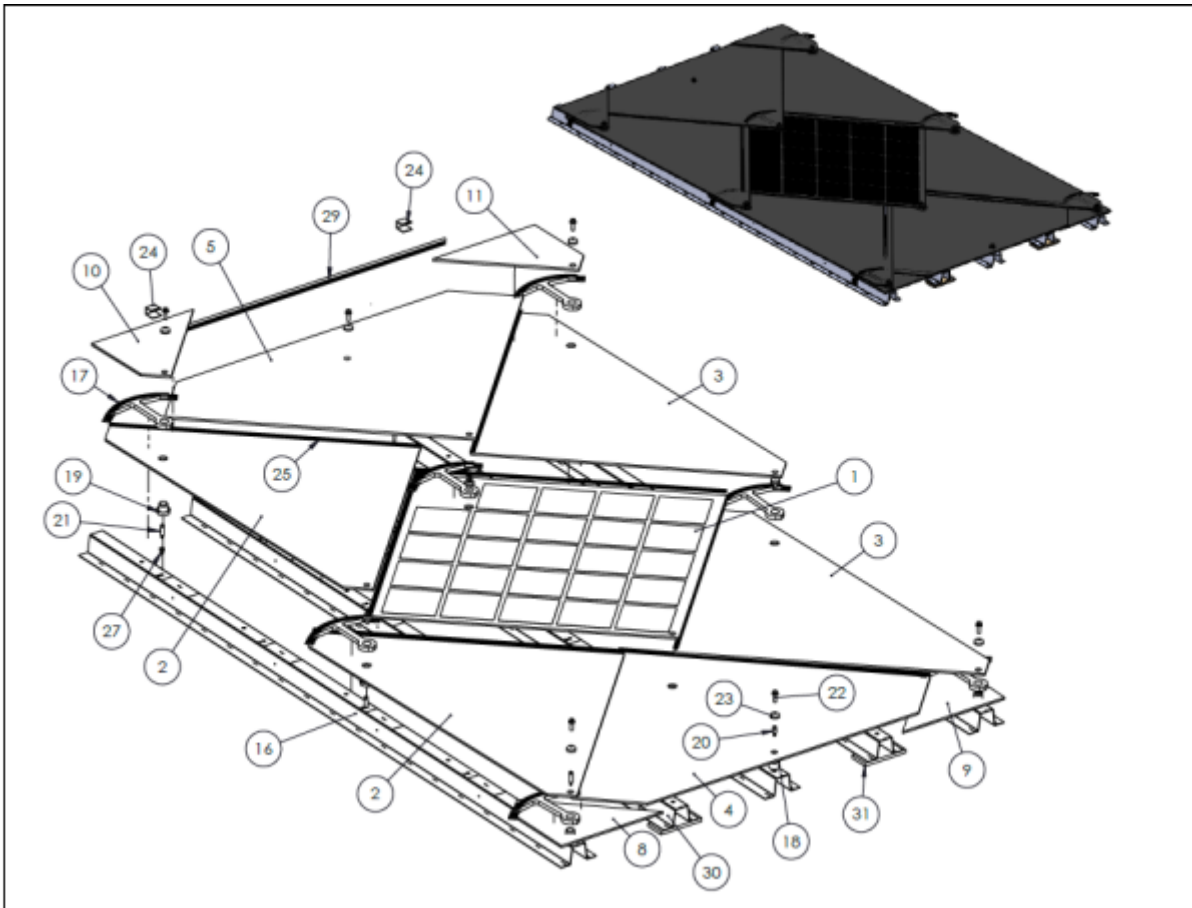


**Figure 17 (suite) - Disposition renforcée avec crochets vent**

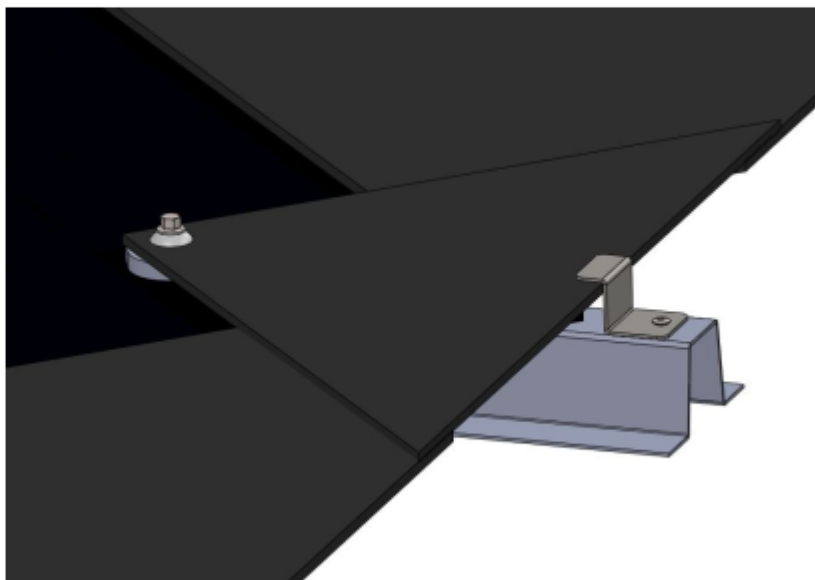
1	MODULE PHOTOVOLTAÏQUE	18	RONDELLE D'APPUI
2	DUMMY GAUCHE	19	ANNEAU D'APPUI
3	DUMMY DROIT	20	PIECE DE DISTANCE COURTE
4	DUMMY BAS	21	PIECE DE DISTANCE
5	DUMMY HAUT	22	VIS DE FIXATION
6	DUMMY BAS PETIT	23	JOINT DE VIS
7	DUMMY HAUT PETIT	24	SOLARCLIP
8	COIN BAS PETIT GAUCHE	25	JOINT D'ETANCHEITE
9	COIN BAS PETIT DROIT	26	DUMMY ENTIER
10	COIN HAUT PETIT GAUCHE	27	ECROU A SERTIR
11	COIN HAUT PETIT DROIT	28	PROFIL D'ETANCHEITE FAITAGE COURT
12	COIN BAS GRAND GAUCHE	29	PROFIL D'ETANCHEITE FAITAGE
13	COIN BAS GRAND DROIT	30	LATTE NEIGE
14	COIN HAUT GRAND GAUCHE	31	CALE EPAISSEUR 10 MM
15	COIN HAUT GRAND DROIT		
16	LATTE METALLIQUE		
17	ANCRE D'ETANCHEITE		



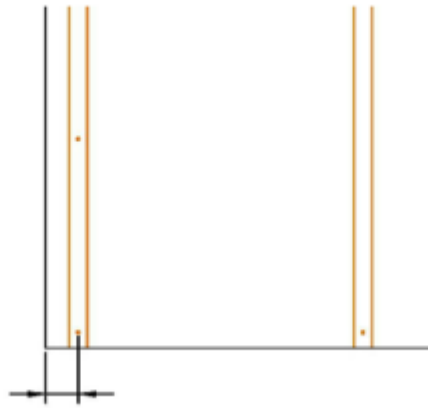
**Figure 18 - Disposition renforcée avec lattes neige**



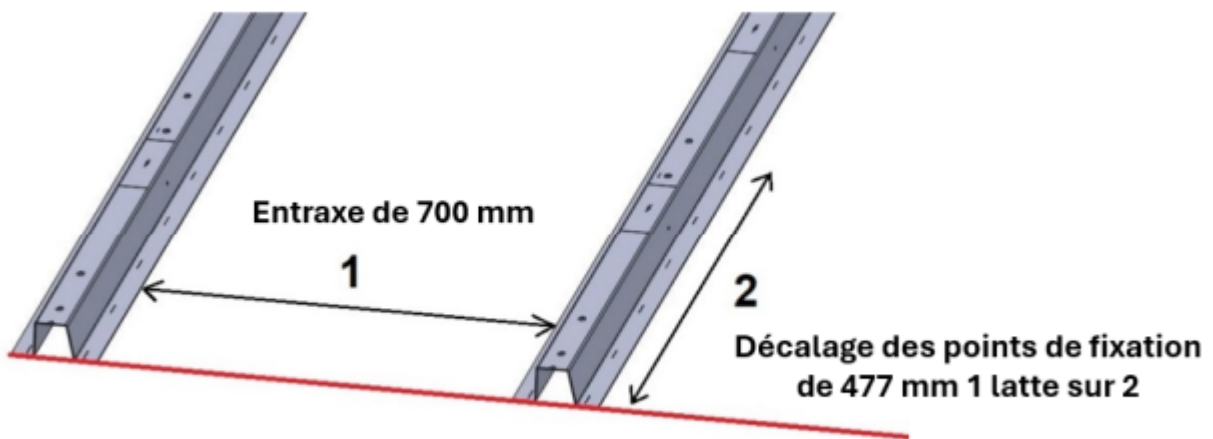
**Figure 18 (suite) - Disposition renforcée avec lattes neige**



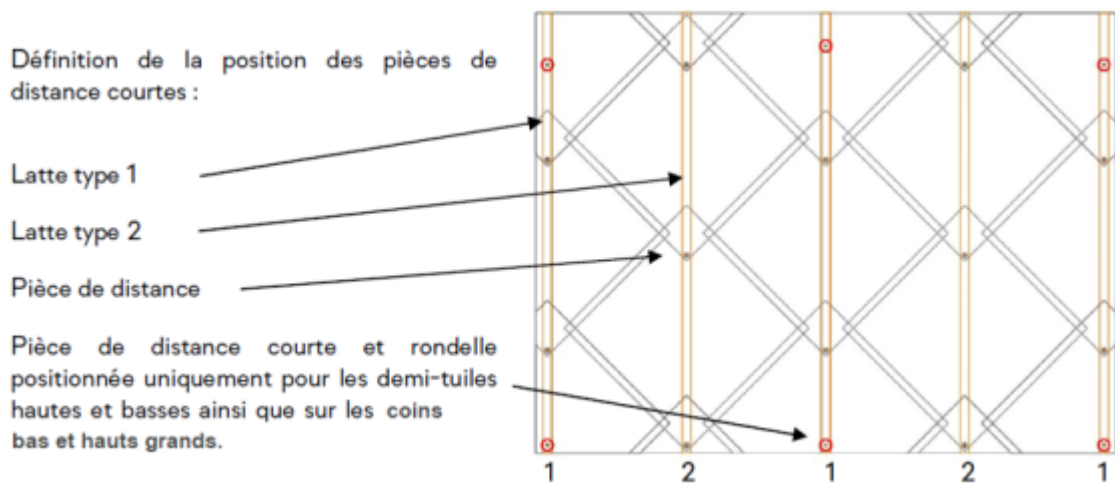
**Figure 19 - Patte de fixation faitage**



Étape 1



Étape 2

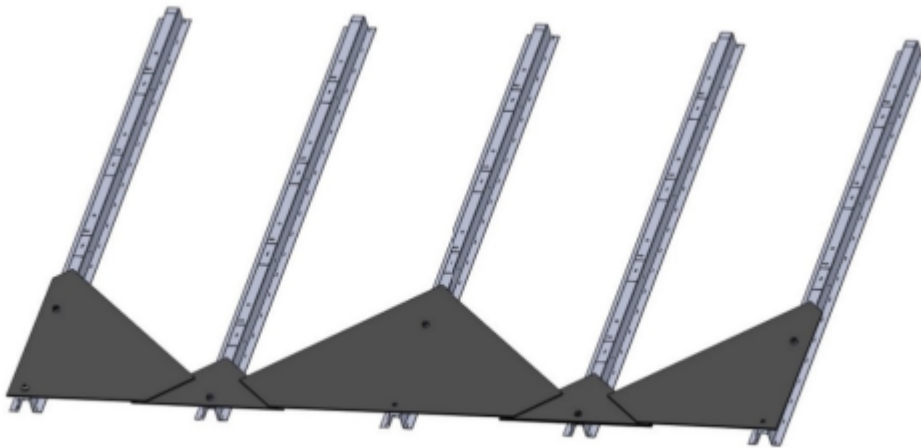


Étape 3

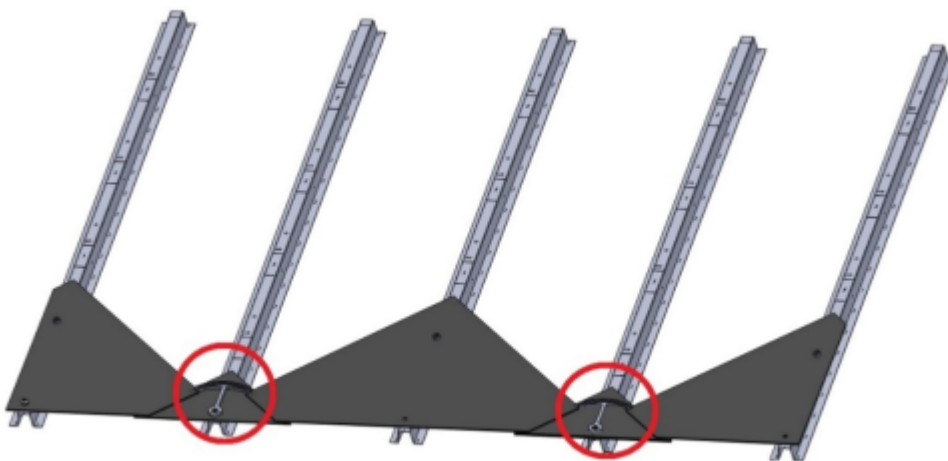
Figure 20 - Principales étapes de mise en œuvre



**Étape 4**



**Étape 5**

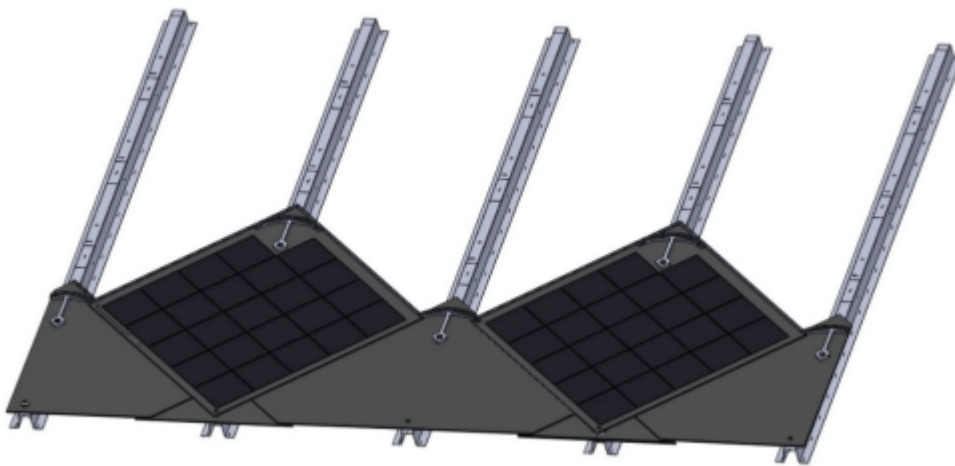


**Étape 6**

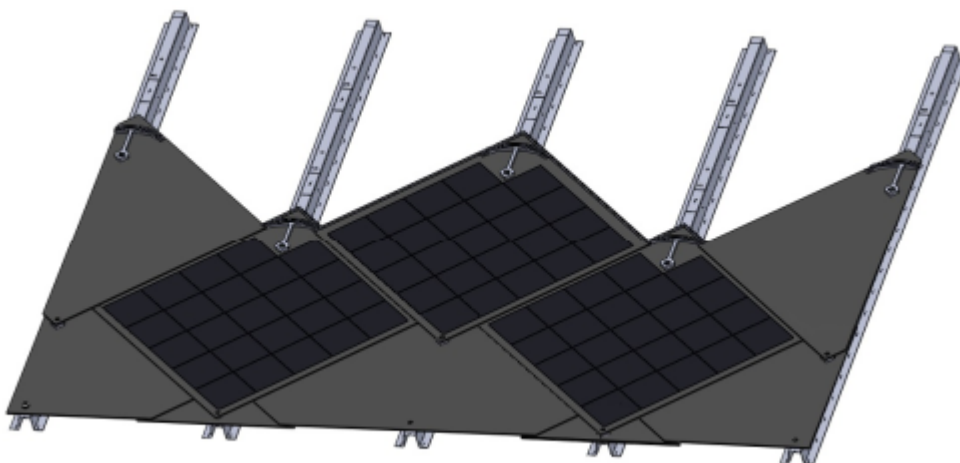
**Figure 20 (suite) - Principales étapes de mise en œuvre**



Étape 7

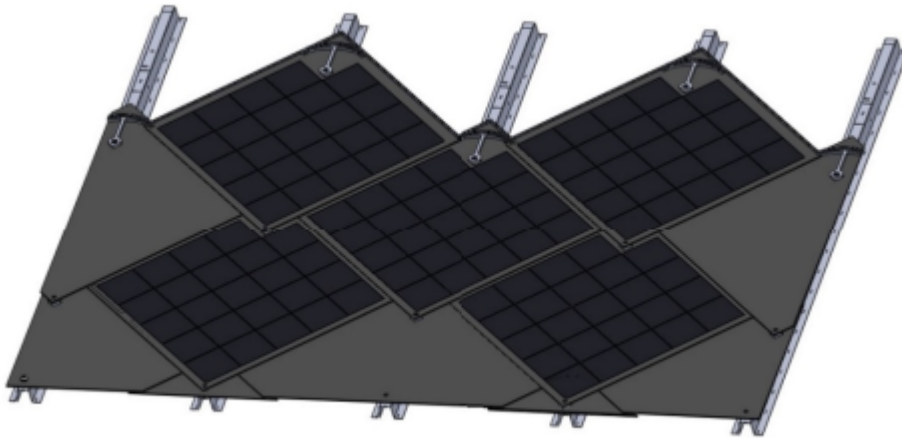


Étape 8

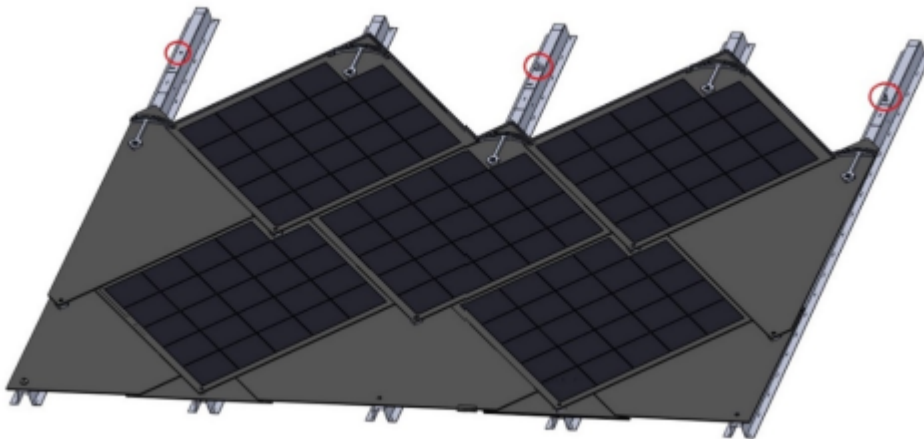


Étape 9

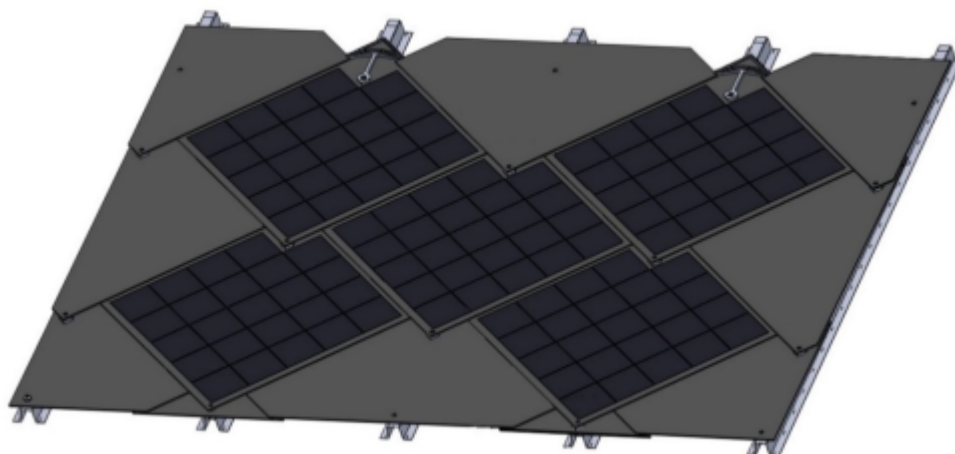
**Figure 20 (suite) - Principales étapes de mise en œuvre**



**Étape 10**

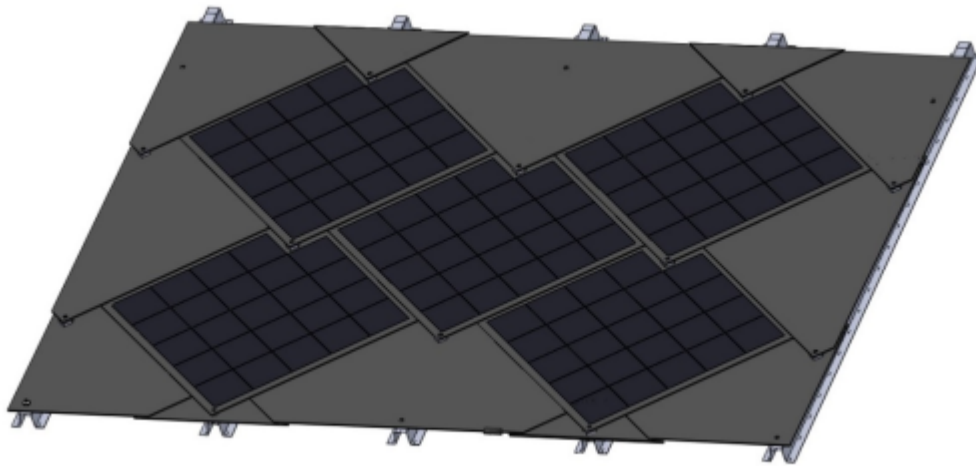


**Étape 11**

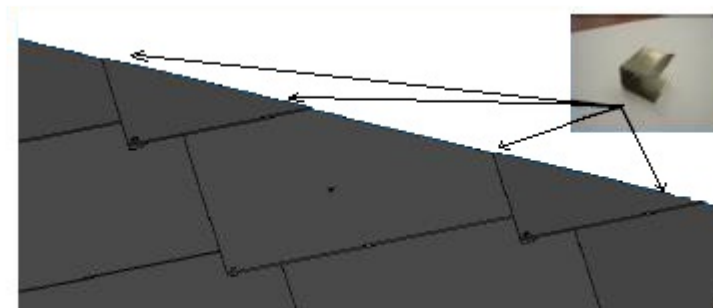


**Étape 12**

**Figure 20 (suite) - Principales étapes de mise en œuvre**



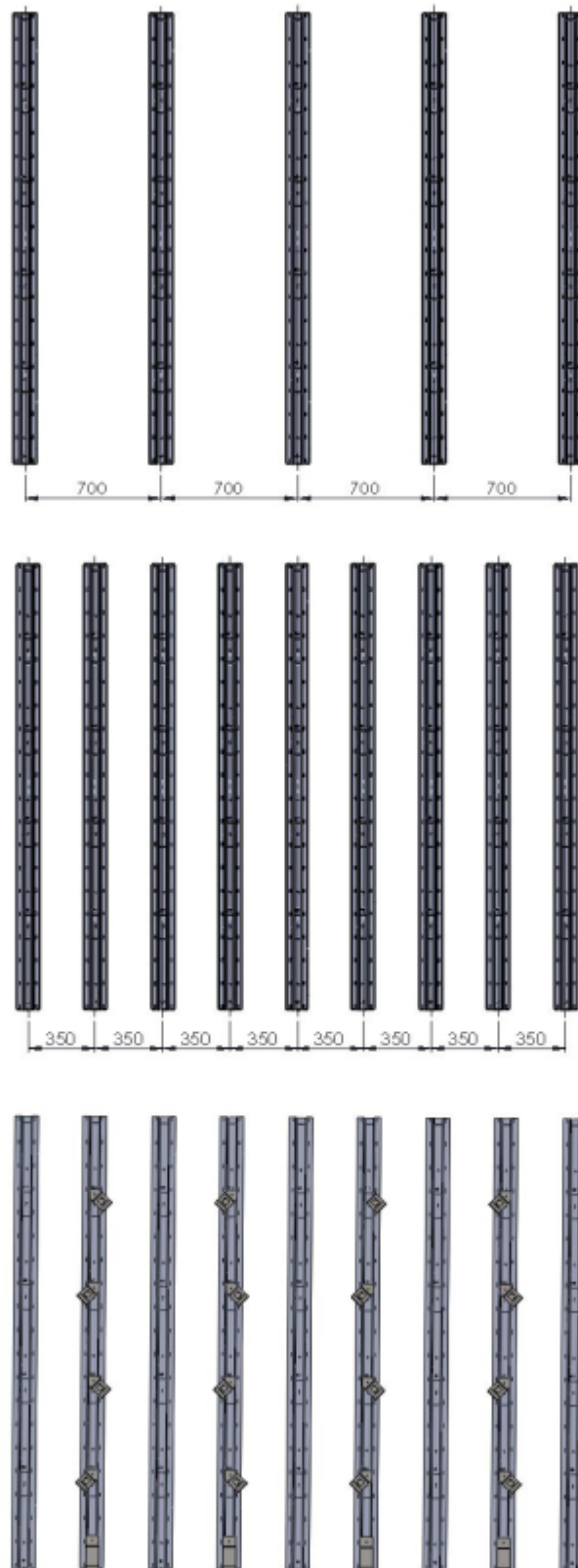
**Étape 13**



**Étape 14**

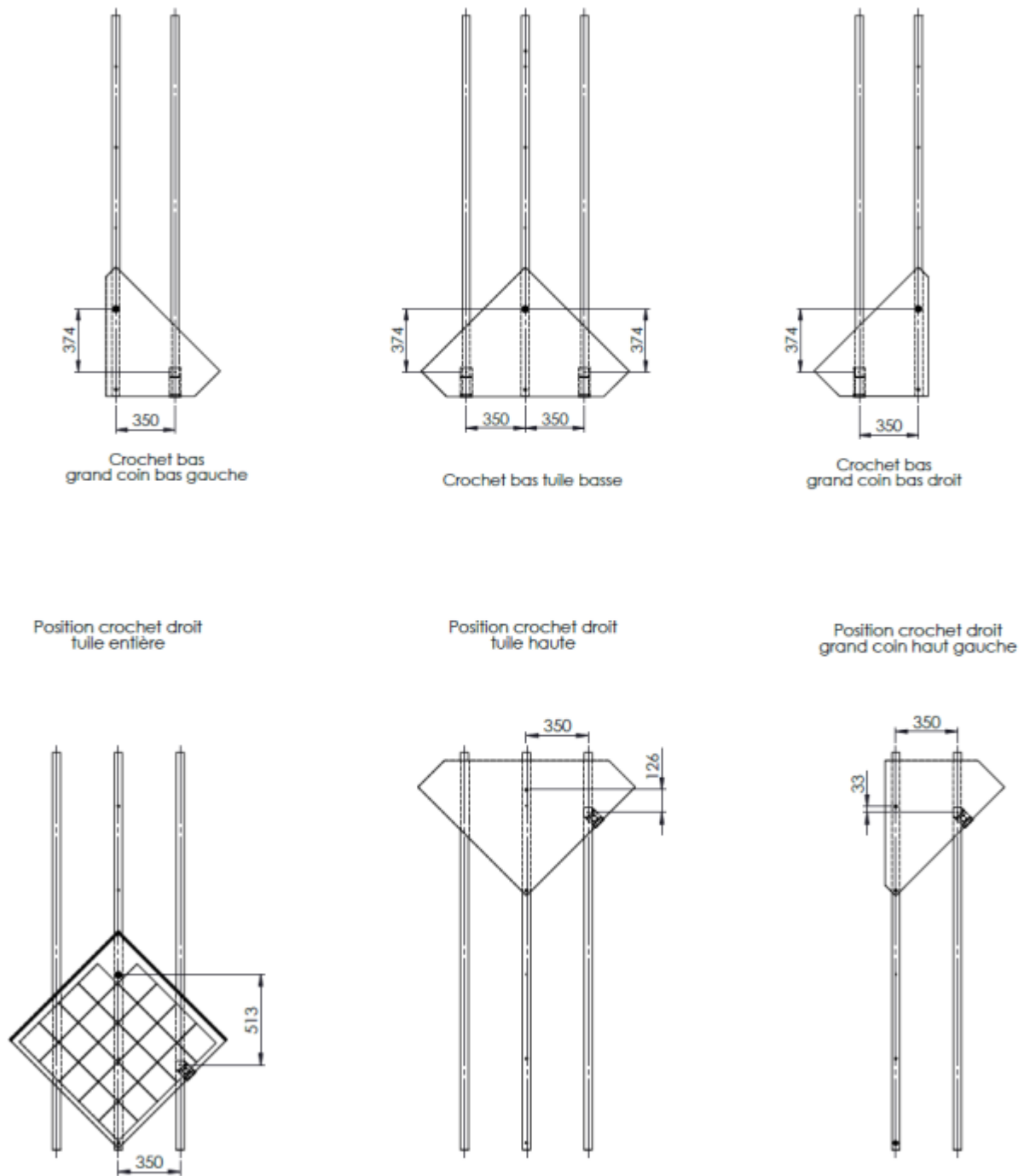
**Figure 20 (suite) - Principales étapes de mise en œuvre**

**Pose des lattes additionnelles et des crochets vent**

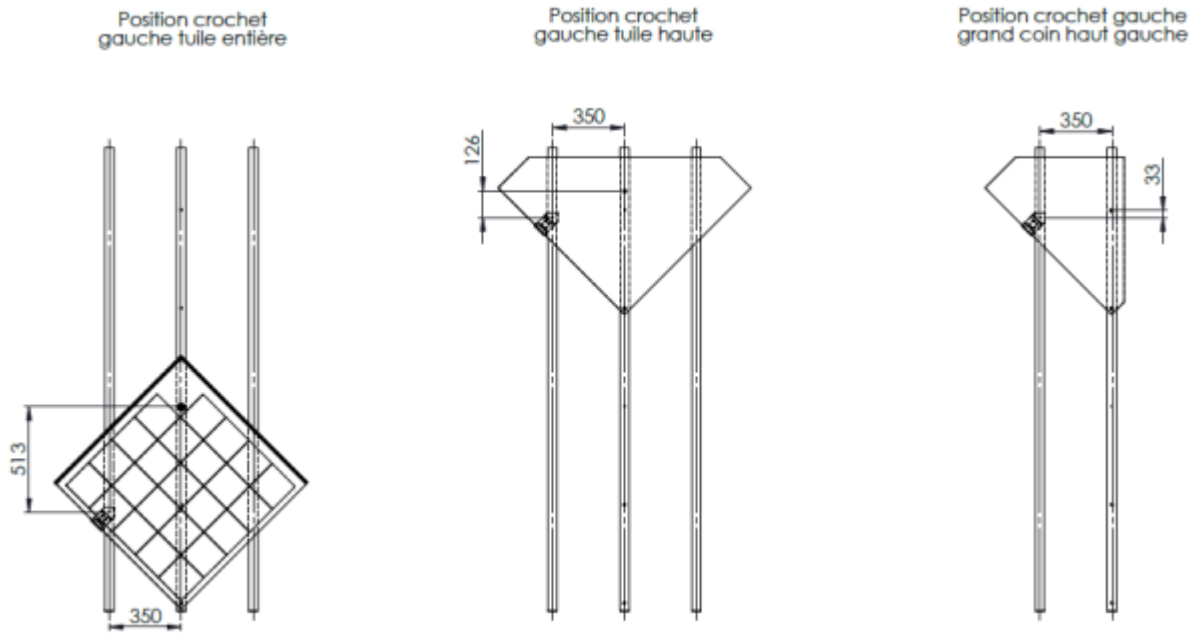


**Figure 21 - Mise en œuvre de la disposition renforcée avec crochets vent**

**Position des crochets vent en fonction du type d'éléments**

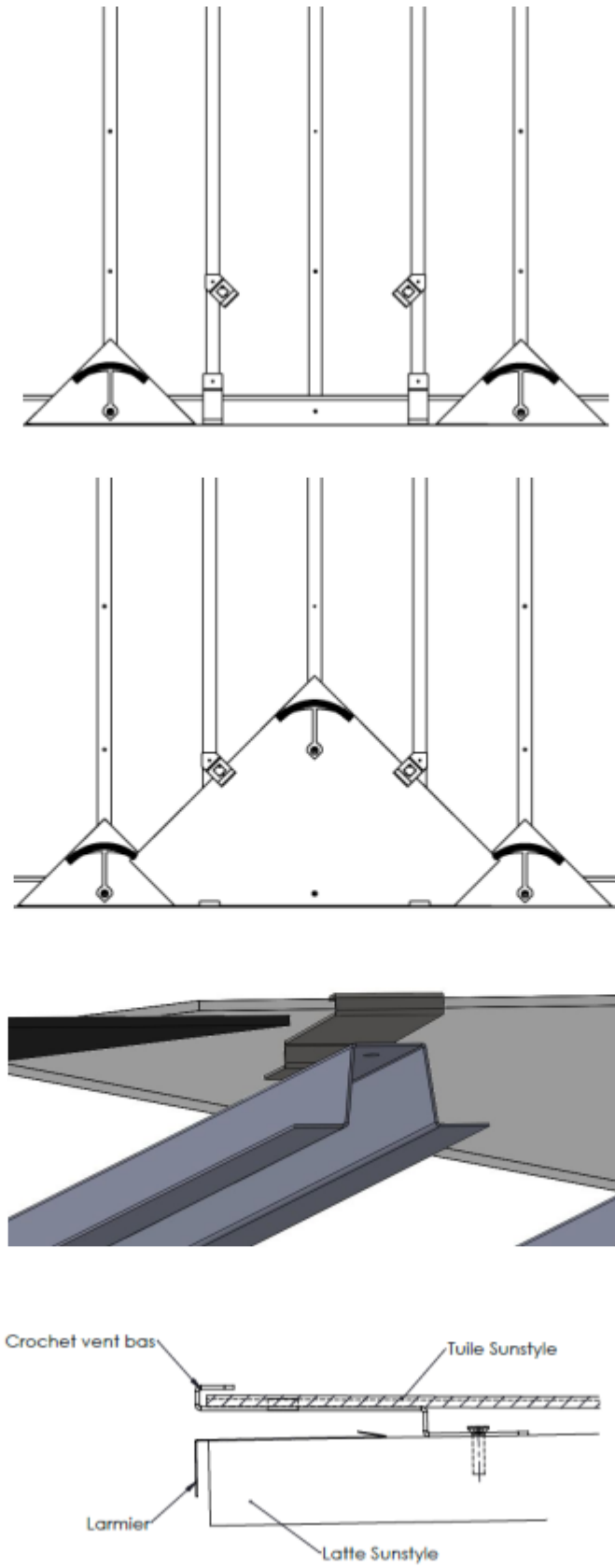


**Figure 21 (suite) - Mise en œuvre de la disposition renforcée avec crochets vent**



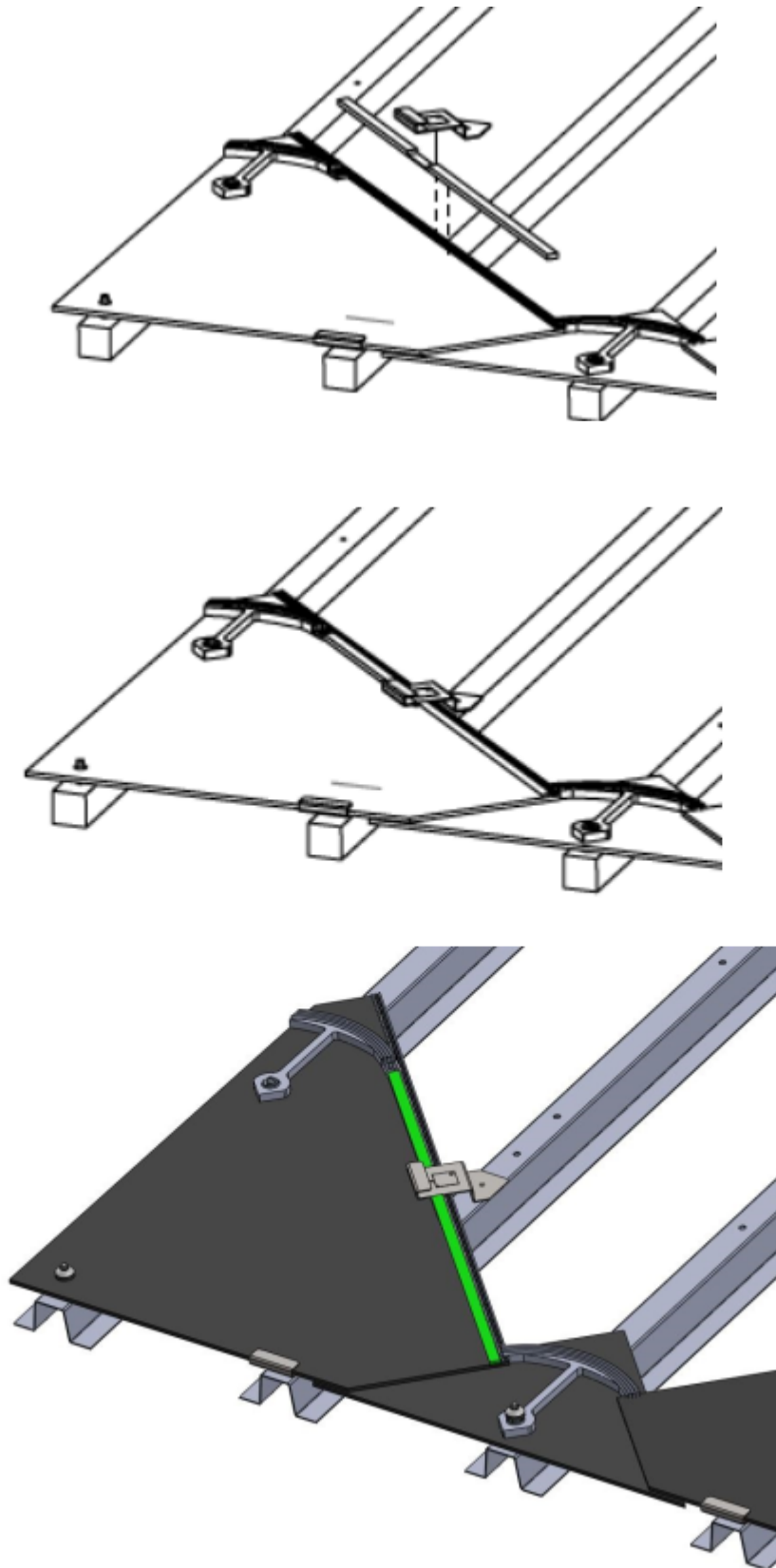
**Figure 21 (suite) - Mise en œuvre de la disposition renforcée avec crochets vent**

**Cas d'un élément factice situé à l'égout**



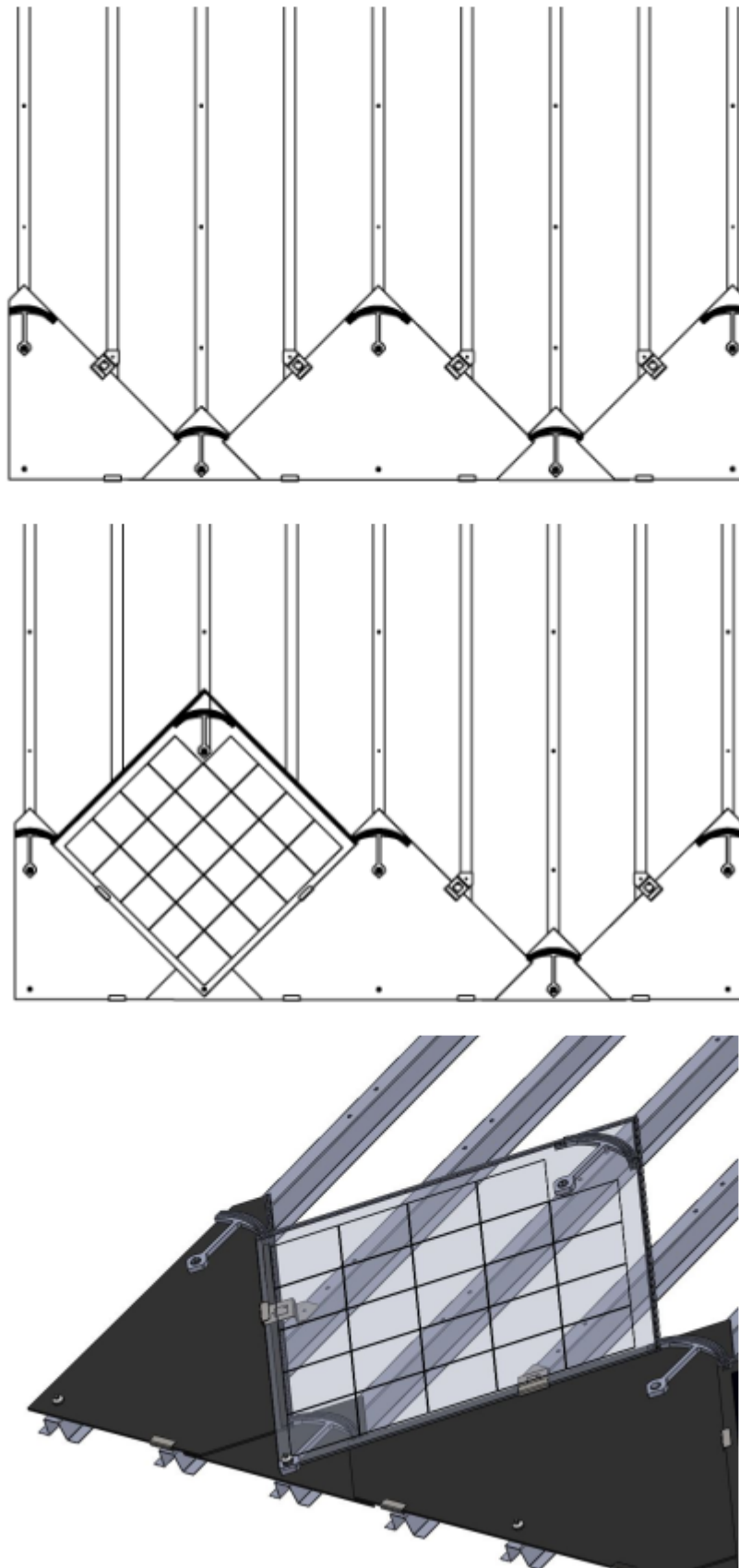
**Figure 21 (suite) - Mise en œuvre de la disposition renforcée avec crochets vent**

**Cas d'un élément positionné sous un crochet**



**Figure 21 (suite) - Mise en œuvre de la disposition renforcée avec crochets vent**

**Cas d'un élément positionné dans un crochet**



**Figure 21 (suite) - Mise en œuvre de la disposition renforcée avec crochets vent**