

Sur le procédé

---

## **Tuiles PV : "TPVS, TPVXL, TPVXS", Ardoises PV : "APVS", Tuile Solaire Max : "TSM STANDARD, TSM-XL" et Ardoise Solaire Max : "ASM"**

---

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

**Titulaire(s)** : **Société EDILIANS TECH**

### **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
V4	<p>Cette version annule et remplace l'Avis Technique n° 21/15-50_V3.</p> <p>La version V4 est une révision complète à l'identique qui tient compte :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>de la mise à jour de la jurisprudence concernant les systèmes photovoltaïques en intégration,</li> <li>de la mise à jour des certificats et rapports IEC des modules photovoltaïques,</li> <li>de la mise à jour de la surface installée du procédé.</li> </ul> <p>Le Groupe Spécialisé n° 21 a examiné ce dossier le 6 février 2025.</p>	LE BELLAC David	RAFFALLI Franc
V3	<p>Cette version annule et remplace l'Avis Technique n° 21/15-50_V2.</p> <p>La version V3 est une révision partielle qui tient compte :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>de la rédaction de l'Avis Technique avec une description générique des modules en association avec une grille de vérification des modules rattachée à l'Avis Technique,</li> <li>de la forme de l'Avis Technique selon l'Art. 4 du Règlement intérieur de la CCFAT d'octobre 2020,</li> <li>d'une nouvelle dénomination du procédé qui passe de : <ul style="list-style-type: none"> <li>Tuiles PV : « TPVS, TPVXL, TPVXS » et Ardoises PV : « APVS » à</li> <li>Tuiles PV : « TPVS, TPVXL, TPVXS », Ardoises PV : « APVS », Tuile Solaire Max : « TSM STANDARD, TSM-XL » et Ardoise Solaire Max : « ASM »,</li> </ul> </li> <li>des libellés « Tuile et ardoise Solaire Max » qui prennent en compte un nouveau format de laminés adapté à l'évolution du format des cellules,</li> <li>de la mise à jour en conséquence du domaine d'emploi,</li> <li>de l'ajout des figures et des tableaux pour le nouveau format Solaire Max,</li> <li>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,</li> <li>de l'introduction dans le domaine d'emploi de la pose sur fermette industrielle, uniquement en charpente neuve.</li> </ul> <p>Le Groupe Spécialisé n° 21 a examiné ce dossier le 5 octobre 2023.</p>	LE BELLAC David	RAFFALLI Franc

**Descripteur :**

**Procédé photovoltaïque avec gammes de modules en cours de validité dans la grille téléchargeable sur le site de la CCFAT via le lien Batipedia de l'Avis Technique 21/15-50\_V4.**

Procédé photovoltaïque, mis en œuvre en toiture partielle, sur charpente en bois avec liteaux ou fermette industrielle, en remplacement de petits éléments de couverture (*ardoises et tuiles*).

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

Il intègre :

- des laminés photovoltaïques, munis de châssis monté en usine (*permettant la mise en œuvre en toiture*), constituant les « tuiles et ardoises PV » et « tuiles et ardoises Solaire Max », 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 via le lien Batipedia de l'Avis Technique 21/15-50\_V4.,
- des accessoires de montage supplémentaires sous forme de kits (*fonction des éléments de couverture avoisinants*) permettant une mise en œuvre en mode "paysage".

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

Sa dénomination commerciale est :

<b>Format de laminé</b>	<b>Tuiles</b>	<b>Ardoises</b>
1317 x 355	TPVS, TPV XL	APVS
1580 x 369	TSM STANDARD, TSM-XL	ASM
1633 x 235	TPVXS	x

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.

## Table des matières

1.	Avis du Groupe Spécialisé.....	6
1.1.	Domaine d'emploi accepté.....	6
1.1.1.	Zone géographique .....	6
1.1.2.	Ouvrages visés.....	6
1.2.	Appréciation .....	7
1.2.1.	Liminaire .....	7
1.2.2.	Conformité normative des modules .....	7
1.2.3.	Aptitude à l'emploi du procédé .....	7
1.2.4.	Aspects sanitaires .....	9
1.2.5.	Durabilité - Entretien .....	9
1.2.6.	Impact environnemental .....	10
1.2.7.	Fabrication et contrôle .....	10
1.2.8.	Mise en œuvre.....	10
1.2.9.	Modules photovoltaïques .....	10
1.3.	Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé.....	10
2.	Dossier Technique .....	11
2.1.	Mode de commercialisation.....	11
2.1.1.	Coordonnées.....	11
2.1.2.	Identification.....	11
2.1.3.	Approvisionnement des composants .....	11
2.1.4.	Livraison .....	11
2.2.	Description .....	11
2.2.1.	Principe.....	11
2.2.2.	Laminés photovoltaïques .....	13
2.2.3.	Système de montage châssis .....	14
2.2.4.	Autres éléments.....	16
2.3.	Dispositions de conception.....	16
2.3.1.	Généralités .....	16
2.3.2.	Caractéristiques dimensionnelles .....	17
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 .....	19
2.4.4.	Mise en œuvre en toiture.....	20
2.5.	Utilisation, entretien et réparation .....	22
2.5.1.	Généralités .....	22
2.5.2.	Maintenance du champ photovoltaïque.....	22
2.5.3.	Maintenance électrique .....	23
2.5.4.	Remplacement d'un laminé.....	23
2.6.	Traitement en fin de vie.....	23
2.7.	Fabrication et contrôles.....	23
2.7.1.	Laminés photovoltaïques .....	23
2.7.2.	«Tuile PV / Tuile Solaire Max» ou «Ardoise PV / Ardoise Solaire Max».....	23
2.8.	Conditionnement, étiquetage, stockage .....	24
2.8.1.	Modules photovoltaïques .....	24

2.8.2.	"Tuiles PV, Tuiles Solaire Max, PV, Ardoises PV et Ardoises Solaire Max" et accessoires .....	24
2.9.	Formation.....	24
2.10.	Assistance technique .....	25
2.11.	Mention des justificatifs .....	25
2.11.1.	Résultats expérimentaux .....	25
2.11.2.	Références chantiers .....	25
2.12.	Annexe du Dossier Technique .....	26
3.	Annexes Graphiques .....	38

# 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 et vent normal (au sens des règles NV65 modifiées) n'excédant pas :
    - Pour les tuiles PV et les ardoises PV :

NV65 modifiées		Coefficient de sécurité utilisé lors de l'essai au vent	charge (Pa)
TPVS	neige	*	2 121
	vent	3,4	1 333
APVS	neige	*	2 515
	vent	4,7	1 333
TPVXL	neige	*	1 980
	vent	*	1 333
TPVXS	neige	*	2 272
	vent	*	1 333

\* : se référer au cahier du CSTB n° 3803\_V3

- - - Pour les tuiles Solaire Max et les ardoises Solaire Max :

NV65 modifiées		Coefficient de sécurité utilisé lors de l'essai au vent	charge (Pa)
TSM STANDARD	neige	*	2 363
	vent	3,4	2 000
TSM-XL	neige	*	1 818
	vent	3	2 000
ASM	neige	*	1 818
	vent	2,5	2 000

\* : se référer au cahier du CSTB n° 3803\_V3

- - Le calcul des charges climatiques appliquées sur la toiture s'effectue conformément au Cahier du CSTB n°3803\_V3.
- En fonction des matériaux constitutifs du procédé, le Tableau 1 précise 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,
  - sur toitures isolées ou au-dessus de combles perdus,
  - exclusivement sur charpente bois (chevrons bois ou fermettes neuves et liteaux) en remplacement de petits éléments de couverture (couvertures ardoises et tuiles conformes aux DTU 40.11, 40.21, 40.211, 40.22, 40.23, 40.24, 40.241 et 40.25 et 31.3 (fermettes)). L'entraxe entre appuis est limité à 900mm.

Les couvertures doivent être conformes aux prescriptions des DTU des séries 40.1 et 40.2 concernés (notamment pour la pente, la longueur de rampant et la présence ou non d'un écran souple de sous-toiture),

- En fonction de l'entraxe entre appuis, les liteaux doivent être vérifiés conformément aux prescriptions des DTU des séries 40.1 et 40.2,
- au-dessus d'un écran souple de sous-toiture,
- avant toute mise en œuvre du procédé avec un nouvel élément de couverture, il est indispensable de compléter un formulaire technique. À partir de ce formulaire, EDILIANS définit le ou les châssis compatibles avec son kit d'étanchéité. EDILIANS tient à jour un tableau de compatibilité des tuiles et ardoises de couverture avoisinantes. Celui-ci est modifié dès que la compatibilité d'une nouvelle tuile ou ardoise de couverture est validée. Ce tableau indique, pour chaque modèle de tuile et ardoise de couverture, les caractéristiques des éléments de couverture, le(s) modèle(s) de «Tuiles ou Ardoises PV» et «Tuiles ou Ardoises Solaire Max» compatible(s), la date de validation, et des observations particulières de mise en œuvre. Le **Tableau 2** liste les modèles de tuiles et ardoises de couverture, validés par EDILIANS.
- La toiture d'implantation doit présenter les caractéristiques suivantes :
  - les épaisseurs minimales des liteaux et les distances maximales entre appuis doivent respecter les mêmes préconisations que celles des DTU des séries 40.1 et 40.2 correspondants,
  - dans le cas de fermettes industrielles, uniquement sur charpente neuve,
  - le **Tableau 3** définit, en fonction des latitudes et des pentes de toiture, le pureau des «Tuiles ou Ardoises PV» et «Tuiles ou Ardoises Solaire Max» minimum à respecter. Ce pureau minimum permet d'éviter l'ombrage des «Tuiles ou Ardoises PV» et «Tuiles ou Ardoises Solaire Max» entre elles,
  - une seule pente, imposée par la toiture, devant respecter les dispositions définies par les DTU de la série 40 correspondant aux éléments de couverture avoisinants avec prise en compte des dispositions énoncées dans les éventuels Documents Techniques d'Application ou Avis Techniques de ces éléments de couverture. De plus, la pente doit être comprise entre 20 % (11°) et 214 % (65°) dans le cas des kits XS, XL, XL+, FOG10, FOG13, FAG, Béton, NOUES, TP et ARD, et entre 30 % (17°) et 214 % (65°) dans le cas du kit PM.
- Les modules photovoltaïques doivent être issus des gammes de modules indiquées dans la grille de vérification la plus récente qui est publiée avec cet Avis Technique, et dont le n° doit comporter le n° de version du présent document.
- Les modules photovoltaïques doivent obligatoirement être installés :
  - en mode "paysage",
  - en partie partielle de toiture. Il est toutefois possible de raccorder le champ photovoltaïque à l'égout et au faitage. Le kit NOUES est obligatoirement mis en œuvre jusqu'à l'égout. Un rang de tuiles ou d'ardoises de couverture minimum doit être conservé en rives latérales,
  - sur des longueurs de rampants de toiture projetées horizontalement de 9 m maximum.

---

## 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 laminés photovoltaïques associés à leur châssis 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 laminés photovoltaïques associés à leur châssis sont certifiés d'une classe II de sécurité électrique selon la norme NF EN 61730, jusqu'à la valeur indiquée dans la tension système indiquée dans la 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.

L'utilisation de cosses Faston simples ou doubles insérées dans des pattes réparties sur le châssis des « Tuiles et Ardoises PV » ou « Tuiles Ardoises Solaire Max » pour un raccordement en peigne des masses métalliques de l'installation permet d'assurer la continuité de la liaison équipotentielle des masses du champ photovoltaïque lors de la maintenance du procédé.

### 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 de diodes 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 au cas par cas des charges climatiques appliquées sur la toiture, en tenant compte lorsque nécessaire des actions locales (*au sens des NV65 modifiées*), pour vérifier que celles-ci n'excèdent pas sous charge de neige normale et sous charge de vent normal (*selon les règles NV65 modifiées*) :

#### Tuiles PV

NV65 modifiées		coefficient de sécurité utilisé lors de l'essai au vent	charge (Pa)
TPVS	neige	*	2 121
	vent	3,4	1 333
APVS	neige	*	2 515
	vent	4,7	1 333
TPVXL	neige	*	1 980
	vent	*	1 333
TPVXS	neige	*	2 272
	vent	*	1 333

\* : se référer au cahier du CSTB n° 3803\_V3

#### Tuiles Solaire Max

NV65 modifiées		coefficient de sécurité utilisé lors de l'essai au vent	charge (Pa)
TSM STANDARD	neige	*	2 363
	Vent	3,4	2 000
TSM-XL	neige	*	1 818
	Vent	3	2 000
ASM	neige	*	1 818
	Vent	2,5	2 000

\* : se référer au cahier du CSTB n° 3803\_V3

- que le calcul des charges climatiques appliquées sur la toiture s'effectue conformément au Cahier du CSTB n°3803\_V3,
- d'une reconnaissance préalable de la charpente support vis-à-vis de sa capacité à accueillir le procédé photovoltaïque,
- de la fixation du champ photovoltaïque uniquement sur des liteaux neufs répondant aux préconisations du Dossier Technique (§ 2.2.4.4),
- que la toiture d'implantation présente :
  - des épaisseurs minimales des liteaux respectant les préconisations des DTU des séries 40.1, 40.2 et 31.3 (fermettes industrielles) correspondants,
  - des distances maximales entre appuis respectant les mêmes préconisations que celles des DTU des séries 40.1, 40.2 et 31.3 (fermettes industrielles) correspondants,



- dans le cas de fermettes industrielles, uniquement sur charpente neuve.
- de l'adéquation de la "Tuile ou Ardoise PV" ou de la « Tuile ou Ardoise Solaire Max » avec les tuiles ou ardoises de la couverture au regard du **Tableau 2** du Dossier Technique.

#### 1.2.3.2.2. Sécurité en cas de séisme

Les applications du procédé ne sont pas limitées compte tenu de la conception 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 (*avec notamment la limitation de la longueur de rampant de la toiture projetée horizontalement à 9 m maximum*), la réalisation d'un présiliconage des rivets multi-serrage avant montage sur les éléments du châssis, la mise en œuvre d'abergements spécifiques aux éléments de couverture avoisinants, et les retours d'expérience permettent de considérer l'étanchéité à l'eau satisfaisante.

#### 1.2.3.2.4. Risque de condensation

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

#### 1.2.3.2.5. Ventilation de la toiture

La mise en œuvre des "Tuiles et Ardoises PV" ou « Tuiles Ardoises Solaire Max » telle que décrite dans le Dossier Technique et dans les notices de montage 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.

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

#### 1.2.3.2.7. 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 permettant la circulation des personnes sans appui direct sur les modules,
- de dispositifs antichute selon la réglementation en vigueur : d'une part pour éviter les chutes sur les modules et d'autre part, 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 (Équipement de Protection Individuel).

#### 1.2.3.2.8. Sécurité des usagers

La sécurité des usagers au bris de glace est assurée grâce à la présence du châssis métallique continu, support des modules photovoltaïques, et à un domaine d'emploi limité à la mise en œuvre du procédé sur toiture isolée ou au-dessus de combles perdus.

### 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 produits pouvant contenir des substances dangereuses, pour leur fabrication, leur intégration dans les ouvrages du domaine d'emploi accepté et l'exploitation de ceux-ci. Le contrôle des informations et déclarations délivrées en application des réglementations en vigueur n'entre pas dans le champ du présent Avis. Le titulaire du présent Avis conserve l'entière responsabilité de ces informations et déclarations.

### 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 le Tableau 1) et moyennant un entretien conforme aux indications portées dans le Dossier Technique, la durabilité de cette couverture peut être estimée comme satisfaisante.

### 1.2.6. Impact environnemental

La grille de vérification associée à cet Avis Technique indique en fonction des gammes de module indiquées si le procédé « Tuile Solaire Max » : "TSM STANDARD, TSM-XL", et « Ardoise Solaire Max » : "ASM" 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 du module photovoltaïque et des châssis de montage ainsi que dans les usines d'assemblage, 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 (cf § 2.4.2) des entreprises obligatoirement averties des particularités de pose de ce procédé ( *disposant de compétences en couverture pour la pose du procédé en toiture et de compétences en génie électrique pour la connexion de l'installation photovoltaïque, complétées par une qualification et/ou certification professionnelle pour la pose de procédés photovoltaïques* ) 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.

### 1.2.9. Modules photovoltaïques

Au moment de la commande des modules photovoltaïques pour un chantier donné, le Maître d'Ouvrage assisté de 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/15-50\_V4 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 souple 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.

Le Groupe Spécialisé attire l'attention sur le fait que dans le cas d'une mise en œuvre avec larmiers souples en plomb, elle doit être réalisée impérativement avec le mastic-colle Sikaflex Pro 11 FC tel que préconisé dans le Dossier Technique.

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.

Comme tous les procédés de couverture, les ancrages des lignes de vie ne doivent pas être effectués ni dans les liteaux, ni dans le voligeage support, mais dans la structure porteuse. Néanmoins, l'ancrage dans les fermettes est interdit.

Le Groupe Spécialisé attire l'attention, dans le cas d'une pose sur fermette industrielle, sur le dimensionnement de la charpente (cf. §1.2.3.2.1).

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 Batipedia de l'Avis Technique 21/15-50\_V4.

## 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

Le procédé est commercialisé par le titulaire.

Titulaire :

Société EDILIANS TECH

3 IMPASSE DE CHAVANNE

FR 69400 CEDEX

Tél. : 04 72 26 39 07

E-mail : [be.solaire@edilians.com](mailto:be.solaire@edilians.com) ou [accueil.solaire@edilians.com](mailto:accueil.solaire@edilians.com)

Internet : [edilians.com](http://edilians.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 cartons les contenant et par une fiche présente dans ces mêmes cartons.

#### 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, comprenant l'annexe de consignes de sécurité et de préparation chantier, un livret des principes de raccordement et de câblage photovoltaïque, et un livret de mise en œuvre en toiture, doit être fournie pour chaque chantier, accompagnée du dossier technique personnalisé complet comprenant : un plan d'implantation ; un plan de câblage ; une nomenclature ; et une simulation de productible si elle est demandée.

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

Procédé photovoltaïque, mis en œuvre en toiture partielle, sur charpente en bois avec liteaux ou fermette industrielle, en remplacement de petits éléments de couverture (ardoises et tuiles).

Le procédé photovoltaïque Tuiles PV : "TPVS, TPVXL, TPVXS" et Ardoises PV : "APVS" est l'association d'un laminé photovoltaïque non cadré, fixé sur un châssis spécifique monté en atelier constituant une "Tuile PV" (**Figure 1, Figure 3 et Figure 4**) ou "Ardoise PV" (**Figure 6**) et de kits d'accessoires de montage fonction des éléments de couverture avoisinants lui permettant une mise en œuvre en toiture.

Le procédé photovoltaïque Tuiles Solaire Max : "TSM STANDARD, TSM-XL" et Ardoises Solaire Max : "ASM" est l'association d'un laminé photovoltaïque non cadré fixé sur un châssis spécifique monté en atelier constituant une "Tuile Solaire Max" (**Figure 2, Figure 5**) ou "Ardoise Solaire Max" (**Figure 7**) et de kits d'accessoires de montage fonction des éléments de couverture avoisinants lui permettant une mise en œuvre en toiture.

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

Il intègre (Figure 1 à Figure 7) :

- un (des) laminé(s) photovoltaïque(s), 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 via le lien Batipedia de l'Avis Technique 21/15-50\_V4.
- un châssis monté en usine (permettant la mise en œuvre en toiture), constituant la tuile PV ou tuile Solaire Max ou l'ardoise PV ou ardoise Solaire Max,
- des accessoires de montage supplémentaires sous forme de kits (fonction des éléments de couverture avoisinants) permettant une mise en œuvre en mode "paysage".

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

Sa dénomination commerciale est « Tuiles PV Standard » (TPVS) ou « Tuiles Solaire Max » (TSM STANDARD) et « Tuiles PV XL » (TPVXL) ou « Tuiles Solaire Max » (TSM-XL) et « Tuiles PV XS » (TPVXS) et « Ardoises PV Standard » (APVS) ou « Ardoises Solaire Max » (ASM) selon la nature des éléments de couverture avoisinants : tuiles ou ardoises.

Sa dénomination commerciale est :

- pour le format de laminé 1 317x355mm : « Tuiles PV Standard » (TPVS) ou « Tuiles PV XL » (TPVXL) ou « Ardoises PV Standard » (APVS) selon la nature des éléments de couverture avoisinants : tuiles ou ardoises.
- pour le format de laminé 1 580x369mm : « Tuiles Solaire Max » (TSM STANDARD) ou « Tuiles Solaire Max-XL » (TSM-XL) ou « Ardoises Solaire Max » (ASM) selon la nature des éléments de couverture avoisinants : tuiles ou ardoises.
- Pour le format de laminé 1 633x235mm : « Tuiles PV XS » (TPVXS) pour les tuiles petit format.

Le **Tableau 4** indique les associations possibles entre châssis et produits de couverture avoisinants, et le **Tableau 5** indique le détail de composition des kits comme décrit ci-après.

Le terme « module » désigne ici l'assemblage du châssis avec le laminé photovoltaïque.

Les "Tuiles PV" et "ardoises PV" se déclinent en 4 modules : s'adaptant aux dimensions des tuiles de couverture avoisinantes.

- Module TPVXS si p est compris entre 220 et 250 mm et module TPVXS+ si p est compris entre 250 et 300 mm,
- Module TPVS si p est compris entre 340 et 375 mm et module TPVS10 si p est compris entre 370 et 410 mm,
- Module TPVXL si p est compris entre 360 et 400 mm et module TPVXL+ si p est compris entre 390 et 440 mm.
- Module APVS si p est compris entre 335 et 355mm

Les "Tuiles Solaire Max" et « Ardoises Solaire Max » se déclinent en 3 modules : s'adaptant aux dimensions des tuiles de couverture avoisinantes.

- Module TSM STANDARD si p est compris entre 360 et 375 mm et module TSM STANDARD\_10 si p est compris entre 370 et 410 mm,
- Module TSM-XL si p est compris entre 360 et 400 mm et module TSM-XL+ si p est compris entre 390 et 440 mm.
- Module ASM si p est compris entre 335 et 355mm

Les kits formant les accessoires d'étanchéité sont de différents types pour s'adapter aux éléments de couverture avoisinants :

- Kit FAG, compatible avec les châssis TPVS/TSM STANDARD et TPVS10/TSM STANDARD\_10 : pour tuiles Faiblement Galbées (galbe  $\leq$  40 mm),
- Kit Béton, compatible avec les châssis TPVS/ TSM STANDARD : pour tuiles en béton faiblement galbées (galbe  $\leq$  40 mm) (le kit Béton s'utilise de façon rigoureusement identique au kit FAG, seules les dimensions du couloir Gauche sont différentes),
- Kit FOG13, compatible avec les châssis TPVS/TSM STANDARD : pour tuiles Fortement Galbées (galbe  $>$  40 mm, typiquement 13 tuiles/m<sup>2</sup>)
- Kit FOG10, compatible avec les châssis TPVS/TSM STANDARD et TPVS10/TSM STANDARD\_10 : pour tuiles Fortement Galbées (galbe  $>$  40 mm, typiquement 10 tuiles/m<sup>2</sup>) ou pour tuiles canal,
- Kit XL, compatible avec les châssis TPVXL/TSM-XL et TPVXL+/TSM-XL+ : pour tuiles fortement galbées (galbe  $>$  40 mm),
- Kit XL+, compatible avec les châssis TPVXL/TSM-XL et TPVXL+/TSM-XL+ : pour tuiles fortement galbées (galbe  $>$  40 mm),
- Kit XS, compatible avec les châssis TPVXS et TPVXS+ : pour tuiles faiblement galbées (galbe  $\leq$  40 mm)
- Kit PM, compatible avec les châssis APVS/ASM : pour tuiles Petits Moules faiblement galbées (galbe  $\leq$  40 mm),
- Kit ARD, compatible avec les châssis APVS/ASM : pour Ardoises d'épaisseur  $\leq$  6 mm. Les dimensions des noquets sont fonction de la taille des ardoises avoisinantes. Ils sont fournis aux dimensions adaptées sur demande à la société EDILIANS. Les autres éléments du kit ne changent pas,
- Kit TP, compatible avec les châssis APVS/ASM : pour Tuiles Plates d'épaisseur environ 10 mm. Les dimensions des noquets sont fonction de la taille des tuiles plates avoisinantes. Ils sont fournis aux dimensions adaptées sur demande à la société EDILIANS. Les autres éléments du kit ne changent pas,
- Kit NOUES, compatible avec les châssis APVS/ASM : pour tuiles à Pureau Plat.

Tous les éléments décrits dans les paragraphes **2.2.2 et 2.2.3** font partie de la livraison du procédé assurée par la société EDILIANS.

## 2.2.2. Laminés 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 Batipedia de l'Avis Technique 21/15-50\_V4.

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 des différents groupes cités ici sont indiquées dans la grille de vérification associée à cet Avis Technique (voir § **1.2.9**)

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

### 2.2.2.2. Caractéristiques dimensionnelles des laminés

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

Les dimensions hors tout et masses des laminés sont :

- 1 633 X 235 mm (3,8 kg)
- 1 317 X 355 mm (4,6 kg)
- 1 580 X 369 mm (6 kg)
- Masse spécifique : 10 kg/m<sup>2</sup>
- Hauteur avec le châssis comprise entre 380 et 559 mm
- Masse spécifique avec châssis comprise entre 6 et 17 kg/m<sup>2</sup>

### 2.2.2.3. Face arrière

Face arrière faite d'un film de sous-face, 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

Référence faisant partie de la BOM des modules validés.

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 laminé. 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 minimum,
- tension assignée de 600 V (cf. grille de vérification des modules),
- certificat de conformité valide à 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 0,75 m minimum 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 : 600 V (cf. grille de vérification des modules),
- certificat de conformité valide à la norme EN 50618:2015 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 600 V (cf. grille de vérification des modules),
- certificat de conformité valide à la norme IEC 62852:2014,
- la référence fait partie de la BOM des modules validés.

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

## 2.2.3. Système de montage châssis

### 2.2.3.1. Châssis de montage

#### 2.2.3.1.1. Éléments constitutifs du châssis

Les châssis sont de géométrie différente en fonction des versions "Tuile PV" et Tuiles Solaire Max ( **Figure 1**, **Figure 2**, **Figure 3**, **Figure 4** et **Figure 5** ) ou "Ardoise PV" et Ardoise Solaire Max (**Figure 6** et **Figure 7**). Les châssis Tuile PV et Tuile Solaire Max se déclinent en 3 types par format de laminé, chacune ayant 2 versions :

- TPVXS et TPVXS+,
- Tuile PV TPVS et TPVS10, ou Tuile Solaire Max TSM STANDARD et TSM STANDARD-10
- Tuile PV TVPXL et TPVXL+ ou Tuile Solaire Max TSM-XL et TSM-XL+.

Le **Tableau 4** indique les gammes de pureaux des éléments de couverture associés à chaque châssis en aluminium (dont les matériaux avec leurs nuances de chaque composant ont été fournies au secrétariat de la CCFAT) éventuellement prélaqués. Les châssis sont composés :

- d'un cadre support des châssis en aluminium EN AW-3105 H42 prélaqué (voir § 2.22 pour le revêtement) ou EN AW-5754 H111 (pour les châssis APVS et ASM) d'épaisseur 1 mm. Ce cadre dispose de 2 passages de câble sur le retour en partie supérieure du châssis dans le cas de la version Tuile et sur 2 bossages de 10,5 mm de hauteur en fond de châssis dans le cas de la version Ardoise. Il comporte également des bossages de 3 mm de haut pour la fixation des profilés de maintien et à l'endroit des fixations des châssis sur liteau ;
- de 4 profilés de maintien arrière du laminé et de liaison inter-panneau en aluminium EN AW-6106 T5 d'épaisseur 2 à 5 mm et de largeur 25 mm destinés à maintenir le haut des laminés et à assurer une liaison avec le châssis supérieur. Dans le cas des châssis TPVS et TSM STANDARD, il existe un châssis haut de champ pour lequel ce profilé n'a pas la barre de liaison inter-panneau ;
- de 4 pattes de maintien avant du laminé en aluminium EN AW-6106 T5-d'épaisseur 4,8 et 4 mm pour la version Tuile et en inox 1.4301 d'épaisseur 3 mm pour la version Ardoise et de largeur 25 mm destinées à maintenir le bas des laminés ;
- d'un joint de module par point de maintien du laminé (4 en haut et 4 en bas) en EPDM de 25 mm de largeur et de dureté 70 Sha ;
- d'un tube rectangulaire de section (20 x 35) mm et de longueur 25 mm en aluminium EN AW-6060 T5 d'épaisseur 1,5 mm (uniquement pour TPVS, TSM STANDARD et TPVXS) destiné à supporter les pattes de maintien avant du laminé ;
- de 2 butées sur liteau en aluminium EN AW-5754 H111 d'épaisseur 1,5 mm destinées à caler les châssis sur les liteaux en sous face des châssis ;
- de 2 passe-câble par châssis, en EPDM, destinés à boucher les perforations du châssis pour le passage des câbles. Ils sont d'indice IP 67 ;
- d'une ou deux bande(s) en mousse PVC d'épaisseur 3 mm sur la largeur du châssis. Elles sont disposées en sous-face du châssis en partie basse et sont destinées à protéger l'appui d'une "Tuile ou Ardoise PV" et « Tuile ou Ardoise Solaire Max supérieure au-dessus de la "Tuile ou Ardoise PV" et « Tuile ou Ardoise Solaire Max inférieure.

Les châssis TPVS10, TSM STANDARD-10 et TPVXS+ sont identiques aux châssis TPVS, TSM STANDARD et TPVXS respectivement, à l'exception (**Figure 8**) :

- d'un méplat en inox, inséré en usine dans des logements entre le fond de châssis, les tubes rectangulaires et les pattes de maintien avant du module. Il est destiné à diminuer le moment de l'effort appliqué sur les profilés de liaison inter-panneau,
- d'une tôle décor en aluminium EN AW-3105 H42 d'épaisseur 0,6 mm minimum-prélaqué (voir §2.2.3.2 pour le revêtement) permettant de boucher l'espace entre le châssis supérieur et le module inférieur et de conserver l'écoulement principal de l'eau en surface des laminés.

Les châssis TPVXL+ et TSM-XL+ sont identiques aux châssis TPVXL et TSM-XL respectivement, à l'exception (**Figure 9**) de la largeur de la tôle clipsée sur le profilé arrière, en aluminium EN AW-3105 H42-d'épaisseur 0,6 mm minimum prélaqué (voir §2.2.3.2 pour le revêtement), permettant de boucher l'espace entre le châssis supérieur et le module inférieur et de conserver l'écoulement principal de l'eau en surface des laminés.

Le cadre support des châssis est équipé en partie supérieure d'une patte pour effectuer les liaisons équipotentielles des masses.

### 2.2.3.1.2. Fixations des éléments constitutifs du châssis

Tous les éléments des châssis sont fixés en usine. La fixation se fait au moyen de rivets multi-serrage 4,8 x 10 à corps aluminium poli et tige en acier zingué (*galvanisation à chaud de 5 µm d'épaisseur*), de 160 daN minimum de résistance à l'arrachement, sauf les pattes de maintien avant des châssis Tuile (*rivets visibles*) fixées au moyen de rivets aluminium prélaqué RAL 7016 4,8 x 10 de 160 daN minimum de résistance à l'arrachement. Les rivets de fixation sont au nombre de :

- 2 rivets pour la fixation des profilés de maintien arrière de tous les châssis, pour les tubes des châssis TPVS, TSM STANDARD et TPVXS pour les pattes de maintien avant des châssis TPVXL, TSM-XL et APVS,
- 1 rivet pour les pattes de maintien avant des châssis TPVS, TSM STANDARD et TPVXS et pour chaque butée sur liteau de tous les châssis.

Afin de renforcer leur étanchéité, même s'ils ne sont pas dans le passage d'eau, les fixations par rivet multi-serrage des profilés arrière sur les bossages en fond de châssis sont pré-siliconées à l'aide d'un mastic silicone à base de polysiloxanes avant montage.

### 2.2.3.1.3. Dispositifs de fixation du laminé sur le châssis

Le laminé est maintenu par les 4 profilés de maintien arrière du laminé et de liaison inter-panneau (voir § 2.2.3.1.4) en partie supérieure, avec 8 mm de prise en feuillure, et par les 4 pattes de maintien avant du laminé (voir § 2.2.3.1.4) en partie inférieure, avec 8 mm de prise en feuillure.

L'écoulement de l'eau se fait principalement en surface des laminés. Les fuites éventuelles sont récupérées par le fond des châssis. L'espace entre le fond de châssis et le laminé est de 20 mm pour TPVS, TSM STANDARD et TPVXS, de 60 mm pour TPVXL, TSM-XL et de 15 mm pour APVS, ASM.

### 2.2.3.1.4. Dispositifs de liaison inter-modules

Les 4 profilés de maintien arrière du module et de liaison inter-module sont aussi destinés à permettre la liaison entre le module inférieur et le module supérieur.

## 2.2.3.2. Accessoires de montage

### 2.2.3.2.1. Kits de montage

Les kits d'accessoires de montage permettent l'adéquation du châssis aux différentes familles d'éléments de couverture avoisinants.

Pour des raisons esthétiques, les parties visibles (*côtés de châssis, tôles décor, couloirs, noquets*) sont prélaquées (*référence couleur RAL 7016, gris ou RAL 8004*) à l'aide d'une peinture à base de poudre polyester thermodurcissable d'épaisseur 70 µm certifiée de qualité Qualicoil® (*essais réalisés selon les tests de l'European Coil Coating Association*).

Les kits comportent (*le nombre des composants dépend du kit retenu et de l'implantation en toiture, voir Tableau 4, Tableau 5, Figure 10 à Figure 20*) :

- Des crochets d'égout en bas de champ photovoltaïque destinés à retenir le nez des « Tuiles ou Ardoises PV » et « Tuiles ou Ardoises Solaire Max » en bas de champ (*2 crochets par châssis*), en aluminium EN AW-5754 H111 d'épaisseur 3 mm. Ils disposent d'un joint EPDM collé en usine de 2 mm d'épaisseur en sous-face au niveau des trous de fixation.
- Un larmier souple ou un larmier rigide, destinés à assurer la jonction entre le bas du champ photovoltaïque et les éléments de couverture. Les larmiers souples sont des bandes de plomb laqué, plissé ou structuré ou tout autre accessoire de couverture bénéficiant d'un Avis Technique pour cet usage, et de largeur 450 mm, 300 mm ou 200 mm. Le larmier rigide est en aluminium EN AW-3105 H42 d'épaisseur 0,6 mm minimum et de largeur 320 mm. Il dispose de pinces de 2 mm vers le haut et vers le bas respectivement à droite et à gauche.
- Une bavette d'étanchéité haute, de largeur 350 mm, destinée à assurer la jonction entre le haut du champ photovoltaïque et les éléments de couverture. Elles sont en aluminium EN AW-3105 H42 d'épaisseur 0,6 mm minimum. Elle dispose de pinces de 1,5 mm vers le haut et vers le bas respectivement à droite et à gauche. Pour les "Tuiles PV ou Tuiles Solaire Max", elle dispose aussi d'une pince de 15 mm sur le bord supérieur.
- Des abergements intermédiaires pour les "Tuiles PV ou Tuiles Solaire Max" en aluminium EN AW-5754 H111 d'épaisseur 0,6 mm minimum destinés à réaliser les liaisons latérales entre les "Tuiles PV". Ils sont de géométrie similaire au couloir droit du kit FAG. Les abergements intermédiaires sont prémontés en usine sur le châssis du côté droit (cf. **Figure 1 et Figure 2**).
- Des abergements droit et gauche en aluminium EN AW-3105 H42 d'épaisseur 0,6 mm minimum destinés à réaliser les liaisons latérales entre les tuiles de couverture (*à l'exception des tuiles plates*) et le champ photovoltaïque :
  - dans le cas des kits FAG, XS, XL et FOG, il s'agit de couloirs simples.
  - dans le cas du kit PM, les abergements sont en aluminium EN AW-3105 H42 et sont constitués d'un couloir soit solo, soit pour 3 "Tuiles PV et Tuiles Solaire Max", soit de haut de champ, disposant d'une remontée intermédiaire de 50 mm de haut.
  - dans le cas du kit NOUES, il s'agit d'un couloir en fongure qui descend jusqu'à l'égout.
- Des noquets droit, gauche et intermédiaire en aluminium EN AW-3105 H42 d'épaisseur 0,6 mm minimum destinés à réaliser les liaisons latérales entre les ardoises ou tuiles plates et le champ photovoltaïque ainsi qu'entre les "Ardoises PV ou Ardoise Solaire Max" entre elle.
- Des agrafes en aluminium EN AW-1060 H111 d'épaisseur 0,6 mm minimum pour la fixation des bavettes, noquets intermédiaires et couloirs au niveau des pinces présentes sur chacun d'eux.
- Des joints adhésifs en mousse de polyuréthane de polyester à cellules ouvertes (*mousse PU*) de forme triangulaire (*65 mm de hauteur, 30 mm de base*) destinés à éviter l'écoulement laminaire en concomitance vent / pluie sous les tuiles de couverture en haut du champ photovoltaïque.

- Des vis à bois à tête fraisée bombée Torx 4,5 x 35 (*pour des liteaux d'épaisseur supérieure à 20 mm*) ou 4,5 x 25, en inox A2, de la société Etanco ou SCHAFFER & PETERS, + rondelles étanches Vulca Inox (*acier inoxydable A2 + EPDM rigide vulcanisé*) diamètre 20 permettant de fixer les châssis et les crochets d'égout sur les liteaux, ainsi que les noquets intermédiaires.

### 2.2.3.2.2. Connecteurs de liaison équipotentielle des masses

La liaison équipotentielle entre "Tuiles PV" ou entre "Ardoises PV" est réalisée au moyen de câbles de terre (vert/jaune) HO7VK fournis de section conforme aux guides UTE C 15-712.

Ces câbles sont pré-équipés à chaque extrémité de cosses type FASTON (simples et doubles) bi-matières pré-étamées. Ces cosses sont insérées dans l'une des pattes prévues sur le châssis de chaque module en partie supérieure au droit de la sortie des câbles électriques. Les cosses doubles permettent de débrancher un module sans rompre la continuité des câbles.

Le câble principal de liaison équipotentielle du champ photovoltaïque vers l'habitation doit être raccordé à une barrette de terre côté habitation.

## 2.2.4. Autres éléments

### 2.2.4.1. Liminaire

La fourniture peut également comprendre des éléments permettant de constituer un kit complet 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.

### 2.2.4.2. Visserie

Vis destinées à fixer les liteaux sur les appuis, de résistance à l'arrachement Pk de 203 daN minimum ayant une profondeur d'ancrage de 50 mm minimum dans les appuis. Dans le cas d'une mise en œuvre sur fermettes, il faut s'assurer de la compatibilité entre le diamètre de la vis, son positionnement et la section de fermette utilisée.

### 2.2.4.3. Écran souple de sous-toiture

Dans le cas où l'écran souple de sous-toiture doit être rajouté, il doit être sous certification « QB 25 » avec un classement E1. Il doit être mis en œuvre conformément aux dispositions définies dans le DTU 40.29 et complétées par les indications portées dans la suite du présent Dossier.

### 2.2.4.4. Liteaux / lattes de bois supplémentaires

Liteaux et planches en bois de classe d'emploi 2 selon le fascicule de documentation FD P20-651, de classement visuel ST II suivant la norme NF B 52 001-1 présentant une humidité inférieure à 20 %. Ils sont destinés à remplacer des liteaux existants et à réaliser l'assise des larmiers en bas de champ. Les essences préconisées sont le pin laricio, le pin maritime et le pin sylvestre, devant être purgés d'aubier et sans traitement.

### 2.2.4.5. Autres

Joint mastic-colle polyuréthane Sikaflex Pro 11 FC pour la mise en œuvre des bas de champ avec larmier souple en plomb.

---

## 2.3. Dispositions de conception

---

### 2.3.1. Généralités

Le procédé est livré avec sa notice de montage, un livret de consignes de sécurité et de préparation chantier, un livret des principes de raccordement et de câblage photovoltaïque, et un livret de mise en œuvre en toiture. Chaque chantier est traité comme un projet. En plus des notices, un dossier technique complet est remis avec le plan d'implantation, le plan de câblage et la nomenclature propre à chaque chantier. Ce dossier est accompagné d'une simulation de productible si elle est demandée.

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 souple de sous-toiture (cf. § 2.4.1).

Les «Tuiles ou Ardoises PV» et «Tuiles ou Ardoises Solaire Max» peuvent être connectées en série, parallèle ou série/parallèle.

La **Figure 25** présente les possibilités d'implantation du champ photovoltaïque.

Avant toute mise en œuvre, l'adéquation du modèle de «Tuiles ou Ardoises PV» et «Tuiles ou Ardoises Solaire Max» avec les tuiles ou ardoises de couverture doit être vérifiée conformément au tableau de compatibilité (*voir § 1.1.2*).

Les appuis ne doivent pas être espacés de plus que les valeurs indiquées dans les DTU des séries 40.1 et 40.2 correspondants (cf. § 1.1.2).

Les liteaux doivent avoir une section minimale conforme aux DTU des séries 40.1 et 40.2 correspondants (cf. § 1.1.2). Les liteaux supports des «Tuiles ou Ardoises PV» et «Tuiles ou Ardoises Solaire Max» doivent être des liteaux neufs répondant aux préconisations les concernant (*non fournis, voir § 2.2.4.4*). Dans le cas d'une toiture existante, les liteaux d'origine situés sous le champ photovoltaïque doivent être remplacés en utilisant des liteaux neufs de même épaisseur.



Les fixations des liteaux sur les appuis sous le champ photovoltaïque doivent être réalisées à l'aide de vis ( *non fournies, voir 2.2.4.2*).

Dans le cas d'une installation réalisée sur fermette industrielles, le charpentier devra dimensionner la charpente en considérant des charges uniformément réparties.

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 d'attirer l'attention du Maître d'ouvrage sur le fait qu'une reconnaissance préalable de la toiture doit être réalisée à l'instigation du Maître d'ouvrage vis-à-vis de la tenue des fixations et 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 préalable des éléments de couverture avoisinants pour vérifier leur adéquation avec les «Tuiles ou Ardoises PV» et «Tuiles ou Ardoises Solaire Max» selon le **Tableau 2** du Dossier Technique. 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 :

- soit 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,
- soit conformément au DTU 31.3 et au § 1.1.2 dans le cas d'une mise en œuvre sur fermettes industrielles.

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 (points singuliers), 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 ni dans les liteaux, ni dans le voligeage support, mais dans la structure porteuse. Néanmoins, l'ancrage dans les fermettes est interdit.

### 2.3.2. Caractéristiques dimensionnelles

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

Les dimensions hors-tout des «Tuiles ou Ardoises PV» et «Tuiles ou Ardoises Solaire Max», leur pureau (*pureau longitudinal dans le sens du rampant*) et largeur utile (*pureau transversal dans le sens horizontal*) sont définis ci-dessous :

Modèle	TPVXS	TPVS	TPVXL	APVS
<b>Largeur utile (mm)</b>	1 640 à 1 785	1 320 à 1 350	1 320 à 1 480	1 330 à 1 355
<b>Largeur 1 colonne (mm)</b>	1 680 à 1 830	1 370 à 1 690	1 500 à 1 690	1 330 à 1 690
<b>Hauteur hors-tout (mm)</b>	380	500	560	500
<b>Pureau (mm)</b>	XS : 220 à 250 XS+ : 250 à 300	S : 340 à 375 S10 : 375 à 410	XL : 360 à 400 XL+ : 390 à 440	335 à 355
<b>Épaisseur utile / hors tout (mm)</b>	26/58	26/58	28/73	23/43
<b>Masse (kg)</b>	≈ 6	≈ 7		
<b>Masse spécifique (kg/m<sup>2</sup>)</b>	≈ 15			

Modèle	TSM STANDARD	TSM-XL	ASM
<b>Largeur utile (mm)</b>	1 585 à 1695	1 585 à 1 710	1 590 à 1 640
<b>Largeur 1 colonne (mm)</b>	1 635 à 1 940	1 760 à 1 980	1 585+1/2 tuile à 2 005
<b>Hauteur hors-tout (mm)</b>	500	560	500
<b>Pureau (mm)</b>	TSM STANDARD : 355 à 390 TSM STANDARD-10 : 390 à 415	XL : 360 à 420 XL+ : 410 à 440	350 à 370
<b>Épaisseur utile / hors tout (mm)</b>	26/58	28/73	23/43
<b>Masse (kg)</b>	≈ 8		
<b>Masse spécifique (kg/m<sup>2</sup>)</b>	≈ 15		

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

Chaque chantier étant constitué d'un dossier technique complet, l'implantation, le calepinage et les dimensions de champ y sont indiquées.

Leurs caractéristiques dimensionnelles sont les suivantes :

Caractéristiques des champs photovoltaïques	
<b>Largeur L du champ (mm)</b>	• $L = (NbX - 1) \times \text{Largeur utile} + \text{largeur 1 colonne}$
<b>Hauteur H du champ (mm)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Sans bavette ni larmier</u> : <math>H = (NbY - 1) \times \text{pureau} + \text{Hauteur hors tout}</math></li> <li>• <u>Avec bavette sans larmier</u> : <math>H = H + 165</math></li> <li>• <u>Avec bavette et larmier</u> : <math>H = H + 140</math></li> </ul>
<b>Poids de l'installation (kg/m<sup>2</sup>)</b>	≈ 15

Avec :

*NbX* : le nombre de modules dans le sens horizontal du champ photovoltaïque,

*NbY* : le nombre de modules dans le sens vertical du champ photovoltaïque.

### 2.3.3. Caractéristiques électriques

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

Les laminés photovoltaïques munis de leur châssis aluminium ont été certifiés conformes à la norme NF EN 61215.

#### 2.3.3.2. Sécurité électrique

Les laminés photovoltaïques munis de leur châssis aluminium 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 laminés photovoltaïques 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.  
La réalisation de l'installation doit être effectuée conformément aux documents suivants en vigueur : norme électrique NF C 15-100 et guides UTE C 15-712.  
Les câbles électriques 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 (voir §.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 600 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 21.

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

- Liaison inter-modules et module/onduleur.  
Avant la pose d'une «Tuiles ou Ardoises PV» et «Tuiles ou Ardoises Solaire Max», il est nécessaire de tester la tension de celle-ci à l'aide d'un voltmètre : une tension de circuit ouvert doit être mesurée.  
La connexion des modules se fait au fur et à mesure de la pose des modules (*de la gauche vers la droite puis du bas vers le haut*) avant leur fixation.  
Les câbles électriques passent au travers du châssis à l'aide de passe-câbles positionnés lors de l'assemblage en usine pour assurer l'étanchéité de la « Tuiles ou Ardoises PV » et « Tuiles ou Ardoises Solaire Max ». Lors de la mise en œuvre, il convient de vérifier que ceux-ci sont bien positionnés (**Figure 23**).  
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.
- Câbles de liaison équipotentielle des masses.  
Les câbles de mise à la terre doivent être mis en œuvre dans le même temps que la pose des modules. Grâce aux cosses, ils peuvent être fixés sur les pattes du châssis prévues à cet effet.
- Passage des câbles à l'intérieur du bâtiment.  
Le passage des câbles doit se faire préférentiellement par le faîtage si l'écran est interrompu avant le faîtage, ou au

niveau du premier recouvrement d'écran se situant juste au-dessus du champ photovoltaïque. Il est réalisé entre deux lés d'écran souple de sous-toiture de manière à ne pas le percer. Un recouvrement minimal de 100 mm à 200 mm doit être respecté en fonction de la pente de la toiture. Au niveau du passage des câbles sous le recouvrement entre les écrans, l'étanchéité doit être assurée par l'usage d'une bande adhésive d'étanchéité préconisée par le fabricant de l'écran souple de sous-toiture (**Figure 24**).

Le positionnement et le raccordement des câbles électriques doit se faire avant la fixation de la « Tuiles ou Ardoises PV » et « Tuiles ou Ardoises Solaire Max » sur la charpente. Les câbles doivent être fixés à la charpente à l'aide de serre-câbles sous les liteaux.

Les câbles doivent ensuite être acheminés dans des gaines techniques repérées et prévues à cet effet ou au travers des combles conformément aux prescriptions des documents en vigueur suivants : norme NF C 15-100 et 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 par l'électricien (*test de continuité*).

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

La circulation d'air autour des micro-onduleurs doit être assurée conformément aux prescriptions de leurs fabricants.

La mise en œuvre des micro-onduleurs est réalisée :

- Soit sous les produits de couverture, (**Figure 22**) (sauf pour les kits Ardoise et tuiles plates),
- Soit dans les combles, vissés contre la charpente, pour tous les éléments de couverture.

Dans tous les cas, ne pas obstruer la libre circulation d'air autour des micro-onduleurs.

---

## 2.4. Dispositions de mise en œuvre

---

### 2.4.1. Conditions préalables à la pose

La société EDILIANS met à la disposition de ses clients un technicien pour accompagner à la réalisation au moins du premier chantier par type de « Tuiles ou Ardoises PV » et « Tuiles ou Ardoises Solaire Max ».

Les règles de mise en œuvre décrites au Dossier Technique et les dispositions mentionnées au §1.2.3.2.1 "Stabilité" et 1.2.3.2.2 « Sécurité en cas de séismes » doivent être respectées.

Le montage doit impérativement être réalisé au-dessus d'un écran souple de sous-toiture afin d'évacuer jusqu'à l'égout la condensation pouvant se créer sous les modules : si cet écran n'est pas présent sur la toiture, il est obligatoire d'en ajouter un. Dans ce cas, cet écran souple de sous-toiture doit être conforme aux préconisations du Dossier Technique et sous certification conforme au Dossier Technique (cf. § 2.2.4.3 : : *sous certification « QB 25 » avec un classement E1*). Il doit être mis en œuvre sur tout le pan de toiture accueillant le champ photovoltaïque (par conséquent, il débouche à l'égout) conformément aux dispositions définies dans le DTU 40.29.

La mise en œuvre, ainsi que les opérations d'entretien, de maintenance et de réparation du procédé photovoltaïque doivent être assurées par des installateurs ayant les compétences requises en couverture et en génie électrique conformément au Dossier Technique (cf. § 2.4.2).

Il est nécessaire de noter que la mise en œuvre requiert une attention particulière afin d'éviter tout ombrage entre les « Tuiles ou Ardoises PV » et « Tuiles ou Ardoises Solaire Max ». Il convient à ce titre de respecter le Tableau 3 du Dossier Technique.

### 2.4.2. Compétences des installateurs

La mise en œuvre du procédé doit être assurée par des installateurs ayant été formés par la société EDILIANS (voir § 2.9).

Pour la mise en place d'un champ photovoltaïque, les installateurs doivent disposer des compétences suivantes :

- qualification et/ou certification professionnelle pour la pose de procédés photovoltaïques,
- pour la partie couverture :
  - compétences en charpente et en couverture pour la mise en œuvre des « Tuiles ou Ardoises PV » et « Tuiles ou Ardoises Solaire Max »,
  - habilitation électrique BP, au sens de la publication UTE C 18-510 ou équivalente, pour le raccordement des modules,
  - habilitation de travail en hauteur,
- pour les connexions électriques :
  - compétences électriques pour la connexion et la mise en marche du champ photovoltaïque avec les organes de sécurité définis dans les guides UTE C 15 712 en vigueur,
  - habilitation BR au sens de la publication UTE C 18-510 ou équivalente.

### 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, ...*).

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 de retirer les éléments de couverture sur la zone d'implantation du champ photovoltaïque (voir § 2.3.2) plus un rang d'éléments de couverture sur tout le pourtour du champ, puis de créer le lattage spécifique sous le champ photovoltaïque :

- Quel que soit le kit, si le pureau des éléments de couverture est compris entre les pureaux minimum et maximum des «Tuiles ou Ardoises PV» et «Tuiles ou Ardoises Solaire Max», le calepinage longitudinal est identique au calepinage des éléments de couverture (1 ligne d'éléments de couverture = 1 ligne de «Tuiles ou Ardoises PV» et «Tuiles ou Ardoises Solaire Max»). Dans le cas contraire, le lattage spécifique au champ photovoltaïque est mis en œuvre sur toute la surface du champ photovoltaïque d'appui à appui linteaux. Il peut donc déborder sur le lattage des produits de couverture.
- Dans les cas des kits PM et TP, les linteaux du champ photovoltaïque sont doublés en hauteur avec des linteaux de 20 mm d'épaisseur.
- Dans le cas du kit NOUES, il convient de découper les linteaux des tuiles de couverture à 140 mm du châssis des "Tuiles PV", puis d'effectuer une fonçure de 140 mm à l'aide d'une volige vissée de part et d'autre sous les linteaux (volige de 200 mm et d'épaisseur 18 mm minimum). Cette fonçure sert à supporter les couloirs d'étanchéité du kit NOUES ( **Figure 40**). Dans cette configuration, le champ photovoltaïque descend systématiquement jusqu'à l'égout.

Les linteaux existants doivent être remplacés par des linteaux neufs. Il convient de reconstituer les orifices de ventilation dont les sections totales doivent être assurées selon les dispositions précisées dans les DTU de la série 40 concernés. 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 faitage. La section totale (*entrées et sorties*) des orifices de ventilation de cette lame d'air est définie dans les DTU de la série 40 concernés.

### 2.4.4.2. Pose du procédé

#### 2.4.4.2.1. Pose du bas de champ

##### **Pose à l'égout**

Des crochets d'égout permettent de retenir les nez des «Tuiles ou Ardoises PV» et «Tuiles ou Ardoises Solaire Max » en bas de champ (**Figure 26**).

Ils sont positionnés en respectant les écarts suivants :

Châssis	TPVXS	TPVS	TSM STANDARD	TPV XL	TSM-XL	APVS	ASM
Distance tenon du châssis (linteau PV) / extrémité basse du châssis	27cm	41cm	41cm	45cm	45cm	37cm	37cm
Entraxe entre crochets d'un châssis	123cm	99cm	118cm	99cm	118cm	99cm	118cm

Chaque crochet d'égout est fixé au double linteau en bas de toiture par 2 vis sans rondelle étanche. L'emboîtement d'une «Tuile PV / Tuile Solaire Max» ou «Ardoise PV / Ardoise Solaire Max» dans ce crochet est de 20 mm minimum.

Les «Tuile PV / Tuile Solaire Max» ou «Ardoise PV / Ardoise Solaire Max» étant dans le même plan longitudinal et transversal que les éléments de couverture, ils ne modifient en rien la mise en œuvre des gouttières.

##### **Pose en plain carré sans larmier**

Pour les éléments de couverture de type tuile mécanique dont la zone de recouvrement dans le sens de la pente est plane et si le recouvrement entre le champ photovoltaïque et l'élément de couverture est suffisant (*selon le DTU du produit de couverture et se référer au tableau de compatibilité*), deux linteaux superposés positionnés à 10 mm derrière la tuile de couverture permettent de positionner les crochets d'égouts (**Figure 26**). Les distances de positionnement des crochets sont identiques à celles de la pose à l'égout.

Les recouvrements dans le sens de la pente sont détaillés **Figure 27**. La mousse PVC de sous-face du châssis (*collée en usine*) en bas de la "Tuile PV" de bas de champ, vient en contact avec les tuiles de couverture.

##### **Pose « Tuile PV / Tuile Solaire Max » en plain carré avec larmier souple**

Pour les tuiles de couverture (*pour les ardoises de couverture, un larmier rigide est utilisé, voir plus bas*) dont la zone de recouvrement dans le sens de la pente n'est pas plane ou n'est pas suffisante pour garantir l'étanchéité avec les "Tuiles PV" (*se référer au tableau de compatibilité*), ainsi que pour les tuiles plates, il est nécessaire de mettre en œuvre les larmiers souples en bas du champ photovoltaïque.

Pour la mise en œuvre des larmiers souples avec «Tuile PV / Tuile Solaire Max» (**Figure 28 et Figure 30**), il est nécessaire de poser une volige de (h x 150) mm, h étant l'épaisseur des linteaux, pour supporter les tuiles coupées en bas de champ et une seconde volige de (27 x 150) mm pour supporter les nez des «Tuiles PV / Tuile Solaire Max». Couper les tuiles de couverture en bas de champ au regard des préconisations données dans la **Figure 31**, à 10 mm de la volige et suivant un angle de 30°, et les coller à l'aide du mastic-colle polyuréthane Sikaflex Pro 11 FC ou les visser à travers une entaille réalisée dans le sens de la pente en haut de l'élément de couverture. Le larmier est ensuite déroulé puis marouflé en suivant le galbe des éléments de couverture, en assurant un recouvrement sur les tuiles de couverture et sous les "Tuiles PV / Tuiles Solaire Max" d'au moins 120 mm. Latéralement, le larmier souple dépasse le champ photovoltaïque d'une demi-tuile minimum. Dans le cas des larmiers en plomb, réaliser un cordon continu de colle polyuréthane Sikaflex Pro 11 FC sur les éléments de couverture à 15 mm du bord du larmier.

##### **Pose « Ardoise PV / Ardoise Solaire Max » en plain carré avec larmier souple**

Pour la mise en œuvre des larmiers souples avec "Ardoise PV / Ardoise Solaire Max" et kit tuiles plates (TP) (**Figure 29**), 2 liteaux superposés positionnés à 10 mm derrière la tuile de couverture la plus haute permettent de positionner les crochets d'égouts. Le larmier est déroulé puis marouflé sur les tuiles de couverture, en assurant un recouvrement sur la première tuile d'au moins 155 mm et sur la tuile de couverture juste inférieure au moins égal au recouvrement selon le DTU de la tuile plate. Latéralement, le larmier dépasse le champ photovoltaïque d'une demi-tuile minimum. Dans le cas des larmiers en plomb, réaliser un cordon continu de colle polyuréthane Sikaflex Pro 11 FC sur les éléments de couverture à 15 mm du bord du larmier. Les distances de positionnement des crochets sont identiques à celles de la pose à l'égout.

#### **Pose en plain carré avec larmier rigide**

Pour les ardoises de couverture, un larmier rigide livré avec le kit permet de simplifier le doublis de liaison en bas de champ photovoltaïque. Les larmiers sont insérés dans des crochets identiques à ceux utilisés pour les ardoises de couverture et mis en œuvre de droite à gauche à 80 mm du bord du champ photovoltaïque.

Les recouvrements dans le sens de la pente sont détaillés **Figure 29**.

Les recouvrements latéraux entre les larmiers sont d'au moins 140 mm. Les larmiers présentent une pince et contre-pince (2 mm) à ce recouvrement.

Le positionnement des crochets d'égout est identique à celui de la pose à l'égout. Leur fixation à l'aide de vis à travers le larmier est réalisée en face des repères matérialisés sur les larmiers (*coup de pointeau*).

#### **2.4.4.2.2. Pose des «Tuiles ou Ardoises PV» et «Tuiles ou Ardoises Solaire Max»**

La mise en œuvre est réalisée de gauche à droite puis de bas en haut.

Dans le sens longitudinal, les «Tuiles PV / Tuiles Solaire Max ou Ardoises PV / Ardoise Solaire Max» en bas du champ photovoltaïque viennent se glisser dans les crochets d'égout (**Figure 26**). Les "Tuiles PV / Tuiles Solaire Max" ou "Ardoises PV / Ardoise Solaire Max" des lignes supérieures viennent se glisser sous les pattes de liaison inter-panneau des "Tuiles PV / Tuiles Solaire Max" ou «Ardoises PV / Ardoise Solaire Max» de la ligne en dessous.

Les recouvrements dans le sens de la pente sont détaillés **Figure 27, Figure 28, Figure 29**.

Des tenons (*butées sur liteau*) permettent de positionner la "Tuile PV / Tuile Solaire Max" ou "Ardoise PV / Ardoise Solaire Max" sur les liteaux. Celle-ci est ensuite vissée dans le liteau grâce à 3 vis pour les « Tuiles et Ardoises PV », et grâce à 4 vis pour les « Tuiles et Ardoises Solaire Max » + rondelles étanches fournies (*voir § 2.2.3.2.1*) au niveau des perçages sur bossage en fond de châssis.

Dans le sens transversal, les liaisons entre les "Tuiles PV / Tuiles Solaire Max" ou "Ardoises PV / Ardoise Solaire Max" sont réalisées au moyen d'abergements ou noquets intermédiaires (**Figure 32**). Ces abergements viennent en recouvrement sous les laminés et sur les châssis. Un marquage de chaque côté du châssis permet de repérer le recouvrement minimum à respecter. Pour celle-ci, ils doivent être verrouillés en position en fermant la pince arrière du couloir sur le châssis à l'aide d'une pince. Dans le cas des "Ardoises PV / Ardoises Solaire Max", les noquets intermédiaires de haut de champ sont fixés par une agrafe sur le liteau et les noquets intermédiaires inférieurs sont fixés par des vis à rondelles étanches (*fournies, voir § 2.2.3.2.1*) recouvertes par le noquet intermédiaire supérieur.

Les recouvrements latéraux des abergements ou noquets intermédiaires sont détaillés **Figure 33** et **Figure 36**.

#### **2.4.4.2.3. Pose des éléments de couverture**

Afin de faire la liaison avec l'élément de couverture avoisinant le champ photovoltaïque, un kit d'abergements dédié à chaque famille d'éléments de couverture est fourni (*voir Tableau 4 et Tableau 5*).

Tous les éléments de couverture autour du champ photovoltaïque doivent être fixés par des vis, clous, ou crochets (*spécifiques à chaque élément de couverture*).

#### **Pose des éléments de couverture sur les côtés droit et gauche du champ photovoltaïque**

À droite et à gauche du champ photovoltaïque, des abergements spécifiques sont mis en place. L'abergement intermédiaire de la «Tuile PV / Tuile Solaire Max» est remplacé par l'abergement droit fourni dans le kit dédié.

Selon les kits :

- Les abergements latéraux des kits FAG, XS et XS+ reproduisent les mêmes emboîtements mécaniques latéraux que ceux des tuiles mécaniques faiblement galbées. Les liaisons avec les éléments de couverture sont illustrées **Figure 34**.
- Les abergements latéraux des kits FOG, XL et XL+ reproduisent le plateau des tuiles mécaniques fortement galbées. La liaison est donc réalisée sous le cornet de la tuile et de la demi-tuile de part et d'autre du champ photovoltaïque. De part et d'autre des couloirs, des liteaux sur champ permettent de caler ces couloirs latéraux et de fixer les colonnes de tuiles autour du champ photovoltaïque. Ils sont disposés dans le sens de la pente de la toiture, au droit des cornets des tuiles de couverture et doivent couvrir sur toute la hauteur du champ photovoltaïque. Les liaisons avec les éléments de couverture sont illustrées **Figure 35**.
- Les abergements latéraux du kit PM sont réalisés par les couloirs solo, triple ou haut de champ disposant d'une remontée destinée à guider l'eau et à boucher les interstices au niveau des nez des recouvrements des éléments de couverture. Ce couloir est fixé aux liteaux à l'aide d'agrafes (fournies, cf. § 2.2.3.2.1). Les liaisons avec les éléments de couverture sont illustrées **Figure 39**. La pince du couloir ne devant pas être écrasée, il est possible de rogner la sous-face de la tuile de couverture. Il en est de même pour la pince supérieure du couloir de haut de champ. Un joint mousse PU (fourni, voir § 2.2.3.2) est appliqué sur toute la hauteur du couloir afin d'éviter l'écoulement laminaire de la concomitance vent/pluie. Si la mousse triangle est trop haute, pour éviter que les tuiles boitent, il convient de couper le haut de la mousse avec un cutter.
- Les abergements latéraux du kit NOUES sont réalisés par un couloir mis en œuvre en fonçure au niveau des appuis sous le niveau des éléments de couverture et du châssis de la "Tuile PV". Pour ce kit, seul le montage à l'égout est possible. Les liaisons avec les éléments de couverture sont illustrées **Figure 40**.
- Les abergements latéraux des kits Ardoise et TP sont réalisés par des noquets conformément aux DTU les concernant. Ces noquets sont spécifiques aux dimensions des éléments de couverture. Le montage est traditionnel

avec un noquet par rang si la pente est inférieure à 58 % (30 °), sinon un noquet sous les demi-tuiles ou demi-ardoises de couverture. Les liaisons avec les ardoises de couverture sont illustrées **Figure 37**. Les liaisons avec les tuiles plates sont illustrées **Figure 38**.

#### **Pose des éléments de couverture en haut du champ photovoltaïque**

En haut de champ, une bavette par colonne (*pour châssis TPVXL/TSM-XL+, TPVS10/TSM STANDARD-10, APVS/ASM*) permet de faire la liaison avec les éléments de couverture par recouvrement supérieur ou égal au recouvrement de l'élément de couverture et recouvrement d'au moins 155 mm du premier élément de couverture au-dessus du champ photovoltaïque sur la bavette. Elle est insérée à l'avant dans le logement prévu à cet effet des pattes de liaison inter-panneau. Elle est fixée à l'arrière par trois agrafes sur la pince arrière. Cette pince arrière ne devant pas être écrasée, il est possible de rogner la sous-face de la tuile de couverture. En «Ardoise PV / Ardoise Solaire Max», la bavette est fixée avec 3 vis.

Dans les cas des châssis TPVS/TSM STANDARD ; TPVXL/TSM-XL ; TPVXS/ TSM STANDARDXS, il n'y a pas de bavette.

La **Figure 28** présente les recouvrements dans le sens de la pente dans tous les cas de figure.

Pour les "Tuiles PV / Tuile Solaire Max", il est nécessaire de couper les pattes de liaison inter-panneau pour mettre en place les bavettes ou les éléments de couverture (**Figure 41**). Dans le cas des châssis TPVS / TSM STANDARD, EDILIANS propose en option des pattes prédécoupées sur le châssis haut de champ ce qui permet de ne pas avoir à réaliser cette découpe. En plus du recouvrement, un joint mousse PU (*fourni, voir § 2.2.3.2.1*) est appliqué sur toute la largeur soit du châssis, soit de la bavette quand elle est utilisée, afin d'éviter l'écoulement laminaire de la concomitance vent/pluie. Si la mousse triangle est trop haute, pour éviter que les tuiles boitent, il convient de couper le haut de la mousse avec un cutter.

Tous les recouvrements latéraux entre bavettes sont de 140mm minimum. Les bavettes présentent une pince et contre-pince (1,5 mm) à ce recouvrement.

#### **2.4.4.2.4. Pose au faîtage**

La pose au faîtage (**Figure 42**) s'effectue de la même manière que la pose en haut de champ photovoltaïque avec bavette pour "Tuile PV / Tuile Solaire Max". La faîtière recouvre la bavette d'une longueur conforme au DTU concerné. Un joint mousse PU est appliqué sur toute la largeur de la bavette pour éviter l'écoulement laminaire de la concomitance vent/pluie.

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

### **2.5.1. Généralités**

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

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

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

En cas de bris de glace ou d'endommagement d'une "Tuile ou Ardoise PV et d'une Tuile ou Ardoise Solaire Max, un remplacement doit être réalisé dans les plus brefs délais par une tuile de même modèle.

Un document destiné au client final (*Fiche Client*) est remis avec chaque installation.

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 (voir § 2.5.4).

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

Avant l'intervention sur un champ photovoltaïque, il est nécessaire de procéder à la déconnexion du convertisseur d'énergie du réseau en ouvrant le disjoncteur AC placé entre l'onduleur et le compteur de production. En second lieu, il est impératif de procéder à la déconnexion du champ photovoltaïque en ouvrant l'interrupteur/sectionneur DC placé entre le champ photovoltaïque et du convertisseur d'énergie. Nota : pour les installations équipées de micro-onduleurs, cette coupure DC n'existe pas.

Lors de ces interventions, une attention particulière doit être portée à la qualité d'isolement des connecteurs débrochés afin d'éviter tout contact entre ceux-ci et les pièces métalliques de l'installation.

À la fin d'une intervention, après vérification par un électricien du bon fonctionnement de la série de modules concernés avec mesure de sa plage de tension en circuit ouvert, il convient de reconnecter le champ photovoltaïque en enclenchant de nouveau l'interrupteur/sectionneur DC pour les installations équipées d'onduleurs string.

Pour terminer, il est nécessaire de reconnecter l'onduleur au réseau en fermant le disjoncteur AC.

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

Le nettoyage des "Tuiles PV / Solaire Max PV" ou «Ardoises PV / Ardoise Solaire Max» doit se faire annuellement ou de façon plus fréquente en fonction des risques de salissures, et comporte notamment :

- L'enlèvement des mousses, de la végétation, des débris divers pouvant nuire au bon fonctionnement de la toiture et du champ photovoltaïque.
- Le maintien en bon état des évacuations d'eaux pluviales : libre circulation de l'eau.
- Le maintien en bon état d'ouvrages accessoires tels que solins, bavettes etc. : pas percés, épousent bien les éléments de couverture...

- Le maintien en bon état des éléments du support de la couverture : pas de pourrissement ou de dégradation dus à des animaux.
- Le maintien d'une ventilation suffisante en sous face des tuiles ou ardoises : pas d'éléments exogènes.
- La vérification visuelle du bon état des passages de câbles et des connexions. Le serrage des fils dans les coffrets électriques et dans l'onduleur doit être vérifié.

Ce contrôle est réalisé visuellement et cet entretien est réalisé manuellement et à l'aide d'un jet d'eau (haute pression et jet concentré interdits), de haut en bas.

### 2.5.3. Maintenance électrique

Un test mensuel des dispositifs de protection différentiel doit être réalisé.

Toute défaillance électrique est signalée par l'onduleur. Celui-ci permet également de connaître la production instantanée et le cumul de production depuis sa mise en service. Il est recommandé de vérifier les valeurs de production mesurées par l'onduleur par rapport à l'estimation de production dans le dossier technique.

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 laminé

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

Le remplacement d'un laminé seul n'étant pas possible, il faut remplacer la «Tuile PV / Tuile Solaire Max » ou «Ardoise PV / Ardoise Solaire Max» complète. Il est nécessaire de démonter les "TuilesPV / Tuiles Solaire Max ou Ardoises PV / Ardoise Solaire Max, au-dessus de la «Tuile PV / Tuile Solaire Max» ou «Ardoise PV / Ardoise Solaire Max» à remplacer.

- Débrancher les câbles électriques du module.
- Déconnecter les câbles de liaison à la terre côté châssis (la cosse double permet de conserver la continuité du câble).
- Dévisser les vis de la «Tuile PV / Tuile Solaire Max» ou «Ardoise PV / Ardoise Solaire Max».
- Retirer la «Tuile PV / Tuile Solaire Max» ou «Ardoise PV / Ardoise Solaire Max».
- Recommencer ces opérations par colonne, de haut en bas jusqu'à atteindre la «Tuile PV / Tuile Solaire Max» ou «Ardoise PV / Ardoise Solaire Max» à remplacer.
- Le remontage se fait en sens inverse conformément aux notices de mise en œuvre. Remplacer les vis par du matériel neuf.

---

## 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.

Nota : Le site EDILIANS d'ARNAS est centre de collecte « SOREN ».

---

## 2.7. Fabrication et contrôles

### 2.7.1. Laminés photovoltaïques

La fabrication des laminés 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.

Au départ de la livraison, les registres de contrôle de chaque laminé sont envoyés à la société EDILIANS permettant ainsi de retrouver toutes leurs caractéristiques électriques.

### 2.7.2. «Tuile PV / Tuile Solaire Max» ou «Ardoise PV / Ardoise Solaire Max».

La société EDILIANS a déposé au Secrétariat de la Commission Chargée de Formuler les Avis Techniques, la liste de ses fournisseurs et sous-traitants pour la fabrication des châssis de montage, leur assemblage avec les modules photovoltaïques et le conditionnement du procédé.

Les composants (hors laminé photovoltaïque) sont fabriqués par une société de tôlerie locale. Des contrôles dimensionnels (épaisseur et dimensions des découpes dans la tôle, puis dimensions caractéristiques des pièces après leur mise en forme) sont réalisés toutes les 100 à 250 pièces selon les composants.

L'assemblage des laminés sur leur châssis se fait en partie sur le site de EDILIANS à Arnas (69) et en partie chez un sous-traitant local.

Pendant l'assemblage, des contrôles visuels sont effectués par l'opérateur selon un plan de contrôle. Chaque «Tuile PV/Tuile Solaire Max» et chaque «Ardoise PV/Ardoise Solaire Max» fait l'objet d'un contrôle unitaire visuel par un contrôleur qualité avant conditionnement.

EDILIANS assure la traçabilité complète de la chaîne de fabrication allant du fournisseur du module et de ses composants au client final.

---

## 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. "Tuiles PV, Tuiles Solaire Max, PV, Ardoises PV et Ardoises Solaire Max" et accessoires

Le conditionnement s'effectue dans des cartons par lot maximum de 8 pour les châssis TPVS / TSM STANDARD, 5 pour les châssis TPVXL / TSM-XL ou 9 pour les châssis APVS / ASM et TPVXS. Celles-ci sont protégées par des intercalaires en carton.

Les composants des kits d'accessoires de montage sont conditionnés dans des cartons identiques à ceux des modules et protégés par des mousses.

Les larmiers souples sont conditionnés en rouleau de 5 m ou à la longueur définie par le Bureau d'études d'EDILIANS.

*Étiquetage du conditionnement :*

Lors de l'assemblage du laminé sur son châssis, une étiquette avec le même code barre que celui du laminé associé, la date de production, le châssis associé et le nom de l'opérateur est éditée. Elle permet d'établir la traçabilité de la production et de l'assemblage des "Tuiles et Ardoises PV".

Ces étiquettes sont collées sur chaque châssis et sont scannées avant la mise en carton. Une nouvelle étiquette comportant le détail de la composition de chaque carton est éditée. On trouve également sur chaque carton le type de modèle, et le nombre de modules contenus dans le lot. De plus, des pictogrammes indiquent qu'il s'agit de produits fragiles et qu'ils doivent être conservés à l'abri de l'humidité.

Par kit, un bon de livraison est édité précisant les références et les quantités de chaque composant.

Les codes barre sont destinés à assurer la traçabilité de la fabrication du laminé jusqu'à la livraison au client final.

Les cartons sont livrés sur palettes en bois, protégés par un film et sanglés. Le stockage sur chantier s'effectue à l'abri des intempéries.

---

## 2.9. Formation

---

Une formation photovoltaïque est obligatoirement dispensée à chaque installateur leur permettant d'appréhender les systèmes photovoltaïques en général et de découvrir les spécificités des "Tuiles PV / Tuile Solaire Max" et "Ardoises PV / Ardoise Solaire Max". EDILIANS et de leur mise en œuvre. Ils sont formés par la société EDILIANS qui dispose de 5 centres de formation : St Germer de Fly (*Beauvais*), Quincieux (*Lyon*), Léguevin (*Toulouse*), Salon de Provence (*Marseille*) et St Geours d'Auribat (*Dax*).

Chaque centre dispose de maquettes à l'échelle 1 permettant de travailler sur la mise en œuvre des "Tuiles PV / Tuile Solaire Max" et "Ardoises PV / Ardoise Solaire Max". Ces travaux pratiques permettent de travailler sous conditions réelles et selon les règles techniques en vigueur. Cela permet également de sensibiliser les installateurs sur les risques professionnels et sur le respect des règles de sécurité.

À l'issue de cette formation, la société EDILIANS délivre une attestation de formation nominative dont la liste est tenue à jour. La société EDILIANS tient à jour une liste d'entreprises ayant une expérience de mise en œuvre des produits EDILIANS. Cette liste est disponible en contactant EDILIANS.

L'installateur peut également être formé directement sur le chantier. Un rapport d'assistance chantier est alors signé par l'entreprise et conservé chez EDILIANS

Nota : en partenariat avec l'AFPA et le Groupe ACM, EDILIANS propose une formation permettant d'avoir une compétence appropriée pour la délivrance d'une habilitation BP.

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



## 2.10. Assistance technique

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

Les ventes de "Tuiles PV / Tuiles Solaire Max" ou «Ardoises PV / Ardoise Solaire Max» se font par projet. Elles sont réalisées exclusivement par les services commerciaux d'EDILIANS qui vend aux constructeurs de maisons individuelles, à des négociants en matériaux et aux solaristes.

Un accompagnement est proposé aux installateurs pour la mise en œuvre de leur premier chantier par type de kit. Cet accompagnement peut être réalisé par EDILIANS.

Les livraisons sont réalisées par préparation de commande spécifique suite à une étude préalable. La société EDILIANS a son propre bureau d'études à même de déterminer tous les éléments nécessaires au champ photovoltaïque et à son environnement. Une assistance téléphonique est disponible sous la forme d'un numéro Hotline EDILIANS spécifique au photovoltaïque.

## 2.11. Mention des justificatifs

### 2.11.1. Résultats expérimentaux

- Les laminés 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 Batipedia de l'Avis Technique 21/15-50\_V4. (voir § 1.2.9).
- Les laminés photovoltaïques ont été testés selon la norme NF EN 61215 : qualification de la conception et homologation des modules photovoltaïques. Les tests ont été réalisés avec châssis et sous charge accrues pour les Tuiles et Ardoise Solaire Max : Les tests MQT16 ont été réalisés avec une charge d'essais de 6700Pa en pression et 3600Pa de dépression). Les tests mécaniques MQT17 ont été réalisés avec des grêlons de 45mm à une vitesse de 30.7m/s
- Les laminés 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 600 V DC (cf. grille de vérification des modules).
- 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 "Tuile PV" FAG, FOG, TPPM et "Ardoise PV" a été testé dans la soufflerie Moby Dick II du CTMNC (rapports d'essais du 11/12/2006, du 18/09/2007 et n° 2034011809(2) du 8-10/12/2009).
- La compatibilité du procédé avec un nouvel élément de couverture est testée systématiquement en suivant une procédure de validation de la mise en œuvre du procédé en association avec chaque modèle d'élément de couverture. Cette procédure a été mise en place par EDILIANS. Elle est réalisée à l'aide des maquettes de toiture dans les locaux de EDILIANS, site d'ARNAS.
- Les justifications aux zones sismiques sont basées sur un rapport d'étude du CSTB (rapport d'étude n° DEIS/FaCeT-15-375-1) ayant comparé les sollicitations agissantes suivant les Eurocodes 8-1, EN 1998-1 § 4.3.5, aux capacités résistantes des vis de fixation du procédé selon la méthode du cahier du CSTB n° 3725.

### 2.11.2. Références chantiers

Les tuiles PV existent depuis 2002.

Près de 78 000m<sup>2</sup> (soit plus 11 MWc) de Tuiles PV (TPVS, TPVXL, TPVXS) et Ardoises PV (APVS) ont été installés depuis 2012, date du premier avis technique.

Près de 1 700 m<sup>2</sup> (soit environ 280 kWc) de Tuiles Solaires Max (TSM, TSMXL) et Ardoises Solaires Max (ASM) ont été installés depuis 2023.

## 2.12. Annexe du Dossier Technique

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

Matériau	Revêtement de finition sur la face exposée	Éléments du procédé concernés	Atmosphères extérieures							Spéciale
			Rurale non pollué	Industrielle ou urbaine		Marine				
				Normale	Sévère	20 km à 10 km	10 km à 3 km	Bord de mer* (<3km)	Mixte	
Aluminium 5754 H111, 1060 H111, 6060 T5, 6106 T5, 3105 H42	non revêtu ou poudre polyester 70 µm ou corps non revêtu ou tige zinguée	s support châssis, butées sur liteau, crochets d'égout, abergements, agrafes, tube, profilés avant, arrière, et méplat, tôles décor, abergements	•	•	□	•	•	□	□	□
Inox A2	-	pattes avant Ardoises, vis à bois	•	•	□	•	•	□	□	□
Rivet 4,8 x 10 aluminium / acier	-	fixations éléments du châssis	•	•	□	•	•	□	□	□
Plomb plissé	-	larmier souple	•	•	□	•	•	□	□	□
EPDM	-	passe-câble, joint module, joint d'abergement	•	•	□	•	•	□	□	□
Mousse PVC	-	bande d'appui	•	•	□	•	•	□	□	□

Les expositions atmosphériques sont définies dans les annexes 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.

\* : à l'exception du front de mer

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

FABRICANT	Modèle Tuile de couverture	TPV S / TS M	TPVS X0 / TSM- X0	APV S / AS M	TPVX S	TPVX S+	TPV XL / TSM- XL	TPVX L+ / TSM- XL+	Kit FAG	Kit FOGXX	Kit FOGX0	Kit PM	Kit Ard.	Kit TP	kit béton	kit XS	kit XL	Kit XL X0	Kit Noues	
MONIER	Abeille		X					X			X								X	
KORAMIC	Actua	X	X	X					X			X								X
KORAMIC	Actua Duplex	X	X	X					X			X								X
KORAMIC	Alegra	X		X					X			X								X
EDILIANS	Alpha 10	X		X					X			X								X
EDILIANS	Aquitaine poudenx		X				X				X								X	
EDILIANS	Ardoise écaille			X								X								X
EDILIANS	Ardoise rectangulaire			X								X								X
ADA	Ardoise 20x10			X									X							
ADA	Ardoise 27x18			X									X							
ADA	Ardoise 30x18			X									X							
ADA	Ardoise 30x20			X									X							
ADA	Ardoise 32x22			X									X							
ADA	Ardoise 32x25			X									X							
ADA	Ardoise 35x25			X									X							
ADA	Ardoise 40x25			X									X							
ADA	Ardoise 40x30			X									X							
ADA	Ardoise 46x25			X									X							
ADA	Ardoise 46x30			X									X							
ADA	Ardoise 60x30			X									X							
EDILIANS	Artoise			X		X						X				X				X
EDILIANS	Auxoise			X		X						X				X				X
EDILIANS	Beauvoise			X								X								X
EDILIANS	canal 230-50	X					X				X								X	
EDILIANS	canal 50 provence	X					X				X								X	
EDILIANS	Canal blocage à	X					X				X								X	
TERREAL	Canal verrou à	X					X				X								X	
EDILIANS	canal antique	X					X				X								X	
EDILIANS	Canal charentaise poudenx	X					X				X								X	
TERREAL	Canal Evolution	X	X				4	X			X								X	
EDILIANS	canal Gélis	X					X				X								X	
EDILIANS	canal gironde 50	X					X				X								X	
TERREAL	Canal Languedoc ienne à talons	X					X				X								X	

**Tableau 2 – Liste des tuiles et ardoises de couverture validées comme compatibles avec le procédé (liste non limitative\*)**

FABRICANT	Modèle de Tuile de couverture	TPV S / TSM	TPVS X0 / TSM-X0	APV S / ASM	TPVX S	TPVX S+	TPV XL / TSM-XL	TPVX L+ / TSM-XL+	Kit FAG	Kit	Kit	Kit PM	Kit Ard.	Kit TP	kit béton	kit XS	kit XL	Kit XL X0	Kit Noues
EDILIANS	Canal Lyonnaise 40	x	o	o	o	o	x	o			x							x	
MONIER	Canal midi	x	o	o	o	o	x	o			x							x	
EDILIANS	Canal Reabilis	x	o	o	o	o	x	o			x							x	
EDILIANS	canal restauration	x	o	o	o	o	x	o			x							x	
EDILIANS	Canal S	o	x	o	o	o	x	o			x							x	
EDILIANS	Castel	o	o	x	x	x	o	o				x				x			x
MONIER	Chapeau / courant Stop	x	o	o	o	o	x	o			x							x	
MONIER	Chartreuse	o	o	x	o	x	o	o				x				x			x
TERREAL	Côte de baune	x	x	x	o	o	o	o	x			x							x
TERREAL	Côte universelle	x	o	x	o	o	o	o	x			x							x
TERREAL	DC Languedoc	o	x	o	o	o	o	x			x							x	
TERREAL	DC10	o	x	o	o	o	o	x			x							x	
TERREAL	DC12	x	x	o	o	o	x	o			x							x	
EDILIANS	Delta 10	x	x	o	o	o	o	o	x										
EDILIANS	Diamant	o	x	o	o	o	o	o	x										
MONIER	Domanial (plate)	o	o	x	o	o	o	o						x					
EDILIANS	Double HP20	o	o	x	x	o	o	o				x				x			x
EDILIANS	Double Panne S	o	o	x	o	x	o	o				x				x			x
MONIER	Double Romane Beton	o	o	x	o	o	o	o				x							x
TERREAL	Elysée (TP 27-35)	o	o	x	o	o	o	o						x					
TERREAL	Eminence (TP 17-27)	o	o	x	o	o	o	o						x					
MONIER	Fontenelle	o	o	x	x	x	o	o				x				x			x
MONIER	Franche Comté	x	o	o	o	o	o	o	x										
MONIER	Galéane 10	x	x	o	o	o	x	o			x							x	
MONIER	Galéane 12	x	x	o	o	o	x	o			x							x	
MONIER	Gallo Romane GR13	x	o	o	o	o	x	o		x							x		
TERREAL	Gauloise	o	o	x	o	o	o	o				x							x
TUILES METALLIQUES GERARD	GERARD ROMAN	o	o	o	o	o	o	o											
TERREAL	Giverny PV	o	o	x	x	x	o	o				x				x			x
TERREAL	Gand cru (TP 17-27)	o	o	x	o	o	o	o						x					
ESCANDEL LA	Grand Sud TG	o	x	o	o	o	o	o			x								
EDILIANS	H10	x	x	x	o	o	o	o	x			x							x
EDILIANS	H13	x	o	x	o	o	o	o	x			x							x
EDILIANS	H14	x	o	o	o	o	o	o	x										
EDILIANS	HP10	x	x	x	o	o	o	o	x			x							x

**Tableau 2 – Liste des tuiles et ardoises de couverture validées comme compatibles avec le procédé (liste non limitative\*)**

FABRICANT	Modèle Tuile de couverture	TPV S/ TS M	TPVS X0/ TSM- X0	APV S/ AS M	TPVX S	TPVX S+	TPVX L/ TSM- XL	TPVX L+/ TSM- XL+	Kit FAG	Kit	Kit	Kit PM	Kit Ard.	Kit TP	kit béton	kit XS	kit XL	Kit XL X0	Kit Noues
EDILIANS	HP13	x		x		x			x			x				x			x
EDILIANS	HP17			x	x	x						x				x			x
Terreal	Horizon 12		x				x				x							x	
MONIER	Innotech Beton	x		x		x						x			x	x			x
KORAMIC	JPV2	x		x					x			x							x
TERREAL	Jura PV	x		x		x			x			x				x			x
EDILIANS	Jura10	x	x						x										
KORAMIC	Juranova	x	x	x					x			x							x
KORAMIC	Kanal 10	x	x				x				x							x	
TERREAL	Lambert Montchanin losangée	x		x					x			x							x
MONIER	Losangée	x		x					x			x							x
EDILIANS	Losangée huguenot	x							x										
EDILIANS	Losangée Ste Foy	x	x	x					x			x							x
EDILIANS	Marseille	x		x					x			x							x
MONIER	Marseille	x		x					x			x							x
TERREAL	Marseille	x		x					x			x							x
CREATON	MAXIMA																		
EDILIANS	Médiane Gélis	x	x				x				x							x	
KORAMIC	Mega	x	x	x					x			x							x
TERREAL	Mercurey		x						x										
TERREAL	Meridienne	x					x			x								x	
EDILIANS	Méridionale Poudenx	x					x			x								x	
TERREAL	Meursault (TP 18-39)			x										x					
KORAMIC	Modula	x		x					x			x							x
EDILIANS	Monopole n°1			x	x							x					x		x
EDILIANS	Monopole n°3			x	x							x					x		x
TERREAL	Montagny																		
EDILIANS	Néoplate			x										x					
MONIER	Nobilée Beton	x		x		x						x			x	x			x
MONIER	Noreva 10 (FT10)	x	x	x					x			x							x
MONIER	Occitane							x										x	
EDILIANS	Océane		x				x				x							x	
EDILIANS	Omega 10 Ste Foy		x					x			x							x	
EDILIANS	Oméga Max							x										x	
EDILIANS	Omega 13 Ste FOY	x					x			x								x	
KORAMIC	Optima	x	x						x										
KORAMIC	Orea 9		x						x										
MONIER	Palace beton			x		x						x				x			x

**Tableau 2 – Liste des tuiles et ardoises de couverture validées comme compatibles avec le procédé (liste non limitative\*)**

FABRICANT	Modèle Tuile de couverture	TPV S / TSM	TPVS X0 / TSM- X0	APV S / AS M	TPVX S	TPVX S+	TPVX L / TSM- XL	TPVX L+ / TSM- XL+	Kit FAG	Kit	Kit	Kit PM	Kit Ard.	Kit TP	kit béton	kit XS	kit XL	Kit XL X0	Kit Noues
KORAMIC	Panne			x								x							x
EDILIANS	Panne H2			x								x							x
EDILIANS	Panne S			x								x							x
MONIER	Perspective Béton			x								x							x
TERREAL	Plaque de France			x										x					
MONIER	Plein ciel Béton (ex Marley Betopan)			x								x							x
EDILIANS	Plein Sud Gélis		x				x	x			x							x	
TERREAL	Pommard Lambert TP 17-26)			x										x					
MONIER	Postel 20			x	x							x				x			x
MONIER	Prestige Béton	x		x		x						x			x	x			x
TERREAL	Prieuré (17- 26)			x										x					
KORAMIC	Prima	x	x						x										
EDILIANS	Provincial			x		x						x				x			x
EDILIANS	PV10	x	x	x					x			x							x
EDILIANS	PV13	x		x					x			x							x
MONIER	Régence			x		x						x				x			x
TERREAL	Renaissance			x	x							x				x			x
TERREAL	Résidence			x		x						x				x			x
EDILIANS	Restoriale	x					x				x							x	
EDILIANS	Rhodanienn e	x					x			x							x		
EDILIANS	Rhona 10	x	x						x										
EDILIANS	Romane	x					x			x							x		
MONIER	Romane	x					x			x							x		
KORAMIC	Romane	x					x			x							x		
TERREAL	Romane Azur							x										x	
TERREAL	Romane Canal		x				x				x							x	
TERREAL	Romane Evolution	x					x			x							x		
TERREAL	Romane Guiraud	x					x			x							x		
EDILIANS	Romane Sans	x					x			x							x		
TERREAL	Romanee		x					x			x							x	
TERREAL	Rully			x								x							x
KORAMIC	S12	x		4	x	x			x			4				x			4
TERREAL	Santenay	x	x						x										
TERREAL	Segala TP 20-30)			x										x					
MONIER	Signy	x		x					x			x							x
TERREAL	Sologne (TP)			x										x					

**Tableau 2 – Liste des tuiles et ardoises de couverture validées comme compatibles avec le procédé (liste non limitative\*)**

FABRICANT	Modèle Tuile de couverture	TPV S/ TS M	TPVS X0/ TSM- X0	APV S/ ASM	TPVX S	TPVX S+	TPVX L/ TSM- XL	TPVX L+/ TSM- XL+	Kit FAG	Kit	Kit	Kit PM	Kit Ard.	Kit TP	kit béton	kit XS	kit XL	Kit XL X0	Kit Noues
EDILIANS	Standard 14 Vario	x							x										
EDILIANS	Standard 14 Vario	x													x				
EDILIANS	Standard 9	x	x						x										
EDILIANS	Stretto (TP faible pente)			x										x					
KORAMIC	Super tempête 44			x								x							x
KORAMIC	Tempo (TP)			x										x					
EDILIANS	Terroise			x		x						x				x			x
EDILIANS	Tempo (TP)			x										x					
EDILIANS	TENOR			x	x							x				x			x
KORAMIC	Tradi 12	x		x					x			x							x
MONIER	Tradipanne Beton			x		x						x				x			x
EDILIANS	Tuile Plate 16x24			x										x					
EDILIANS	Tuile Plate 16x27			x										x					
EDILIANS	Tuile Plate 16x38			x										x					
KORAMIC	Tuile plate 16x38			x										x					
EDILIANS	Tuile Plate 17x27			x										x					
KORAMIC	Tuile plate 18x38 écaille			x										x					
EDILIANS	Tuile Plate 20x30			x										x					
EDILIANS	Tuile Plate 27x41			x										x					
TERREAL	Tuile plate Bocage			x										x					
KORAMIC	Tuile plate écaille			x										x					
TERREAL	Tuile plate perigord			x										x					
KORAMIC	Tuile plate Tourelle			x										x					
TERREAL	Vallon							x										x	
EDILIANS	Valoise			x		x						x				x			x
KORAMIC	Vauban			x		x						x				x			x
MONIER	Vieille France (TP)			x										x					
TERREAL	Volnay	x	x						x										

**Tableau 2 – Liste des tuiles et ardoises de couverture validées comme compatibles avec le procédé (liste non limitative\*)**

\* : pour les modèles ne figurant pas sur cette liste, il est obligatoire de consulter la société EDILIANS au préalable et de n'utiliser ces modèles de tuile ou ardoise de couverture qu'en association avec des «Tuiles ou Ardoises PV» et «Tuiles ou Ardoises Solaire Max» validées comme compatibles par EDILIANS.

Nota : une croix dans une case correspond à une compatibilité produit.

Nota : il convient de respecter pour chaque modèle de tuile et d'ardoise les pentes minimales conformément au § 1.1.2.

- La compatibilité du procédé avec un nouvel élément de couverture est testée systématiquement en suivant une procédure de validation de la mise en œuvre du procédé en association avec chaque modèle d'élément de couverture. Cette procédure a été mise en place par EDILIANS. Elle est réalisée à l'aide des maquettes de toiture dans les locaux de EDILIANS, site d'ARNAS.

**TPVXS**

Latitude		41°	42°	43°	44°	45°	46°	47°	48°	49°	50°	51°
<i>a sol.</i>		72,7	71,7	70,7	69,7	68,7	67,7	66,7	65,7	64,7	63,7	62,7
Pente %	Pente °											
20	11	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220
36	20	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220
58	30	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220
84	40	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220
100	45	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220
119	50	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220
173	60	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220
215	65	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220

**Tableau 3** *Pureau minimum (en mm) à respecter en fonction de la latitude et de la pente de toiture (pour éviter l'auto ombrage)*

**TPVS**

Latitude		41°	42°	43°	44°	45°	46°	47°	48°	49°	50°	51°
<i>a sol.</i>		72,7	71,7	70,7	69,7	68,7	67,7	66,7	65,7	64,7	63,7	62,7
Pente %	Pente °											
20	11	340	340	340	340	340	340	340	340	340	340	340
36	20	340	340	340	340	340	340	340	340	340	340	340
58	30	340	340	340	340	340	340	340	340	340	340	340
84	40	346	346	345	344	344	343	342	342	341	340	340
100	45	350	349	348	348	347	346	346	345	344	344	343
119	50	354	353	352	351	351	350	349	348	348	347	346
173	60	363	362	361	360	359	358	357	356	356	355	354
215	65	369	368	367	366	365	363	362	361	360	359	358

**Tableau 3 (suite)** *Pureau minimum (en mm) à respecter en fonction de la latitude et de la pente de toiture (pour éviter l'auto ombrage)*

**TSM STANDARD**

Latitude		41°	42°	43°	44°	45°	46°	47°	48°	49°	50°	51°
<i>a sol.</i>		72,7	71,7	70,7	69,7	68,7	67,7	66,7	65,7	64,7	63,7	62,7
Pente %	Pente °											
20	11	355	355	355	355	355	355	355	355	355	355	355
36	20	355	355	355	355	355	355	355	355	355	355	355
58	30	355	355	355	355	355	355	355	355	355	355	355
84	40	355	355	355	355	355	355	355	355	355	355	355
100	45	355	355	355	355	355	355	355	355	355	355	355
119	50	355	355	355	355	355	355	355	355	355	355	355
173	60	363	362	361	360	359	358	357	356	356	355	355
215	65	369	368	367	366	365	363	362	361	360	359	358

**Tableau 3 (suite)** *Pureau minimum (en mm) à respecter en fonction de la latitude et de la pente de toiture (pour éviter l'auto ombrage)*



**TPVXL**

Latitude		41°	42°	43°	44°	45°	46°	47°	48°	49°	50°	51°
<i>a sol.</i>		72,7	71,7	70,7	69,7	68,7	67,7	66,7	65,7	64,7	63,7	62,7
Pente %	Pente °											
20	11	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360
36	20	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360
58	30	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360
84	40	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360
100	45	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360
119	50	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360
173	60	363	362	361	360	360	360	360	360	360	360	360
215	65	369	368	367	366	365	363	362	361	360	360	360

**Tableau 3 (suite) Pureau minimum (en mm) à respecter en fonction de la latitude et de la pente de toiture (pour éviter l'auto ombrage)**

**TSM-XL**

Latitude		41°	42°	43°	44°	45°	46°	47°	48°	49°	50°	51°
<i>a sol.</i>		72,7	71,7	70,7	69,7	68,7	67,7	66,7	65,7	64,7	63,7	62,7
Pente %	Pente °											
20	11	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360
36	20	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360
58	30	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360
84	40	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360
100	45	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360
119	50	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360
173	60	363	362	361	360	360	360	360	360	360	360	360
215	65	369	368	367	366	365	363	362	361	360	360	360

**Tableau 3 (suite) Pureau minimum (en mm) à respecter en fonction de la latitude et de la pente de toiture (pour éviter l'auto ombrage)**

**APVS**

Latitude		41°	42°	43°	44°	45°	46°	47°	48°	49°	50°	51°
<i>a sol.</i>		72,7	71,7	70,7	69,7	68,7	67,7	66,7	65,7	64,7	63,7	62,7
Pente %	Pente °											
20	11	335	335	335	335	335	335	335	335	335	335	335
36	20	335	335	335	335	335	335	335	335	335	335	335
58	30	335	335	335	335	335	335	335	335	335	335	335
84	40	336	335	335	335	335	335	335	335	335	335	335
100	45	337	337	337	336	336	336	335	335	335	335	335
119	50	340	339	339	338	338	337	337	337	336	336	336
173	60	345	344	343	343	342	342	341	341	340	340	340
215	65	348	347	346	346	345	345	344	344	343	342	342

**Tableau 3 (suite) Pureau minimum (en mm) à respecter en fonction de la latitude et de la pente de toiture (pour éviter l'auto ombrage)**

**ASM**

<b>Latitude</b>		<b>41°</b>	<b>42°</b>	<b>43°</b>	<b>44°</b>	<b>45°</b>	<b>46°</b>	<b>47°</b>	<b>48°</b>	<b>49°</b>	<b>50°</b>	<b>51°</b>
<i>a sol.</i>		<b>72,7</b>	<b>71,7</b>	<b>70,7</b>	<b>69,7</b>	<b>68,7</b>	<b>67,7</b>	<b>66,7</b>	<b>65,7</b>	<b>64,7</b>	<b>63,7</b>	<b>62,7</b>
<b>Pente %</b>	<b>Pente °</b>											
<b>20</b>	<b>11</b>	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350
<b>36</b>	<b>20</b>	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350
<b>58</b>	<b>30</b>	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350
<b>84</b>	<b>40</b>	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350
<b>100</b>	<b>45</b>	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350
<b>119</b>	<b>50</b>	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350
<b>173</b>	<b>60</b>	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350
<b>215</b>	<b>65</b>	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350

**Tableau 3 (suite) Pureau minimum (en mm) à respecter en fonction de la latitude et de la pente de toiture (pour éviter l'auto ombrage)**

Tuiles de Couverture Galbe ; g/ Pureau : p /	g ≤ 40mm					40mm ≤ g ≤ 50 mm					g ≥ 50mm							
	p=220 mm	TPVXS / Kit XS																
p=230 mm																		
p=240 mm																		
p=250 mm		TPVXS+ / Kit XS																
p=260 mm																		
p=270 mm																		
p=280 mm																		
p=290 mm																		
p=300 mm																		
p=310 mm																		
p=320 mm																		
p=330 mm																		
p=340 mm	TPVS / Kit FAG ou Kit Béton																	
p=355 mm																		
p=360 mm																		
p=370 mm																		
p=375 mm																		
p=380 mm																		
p=390 mm																		
p=400 mm																		
p=410 mm																		
p=415 mm																		
p=430 mm																		
p=440 mm																		

**Tableau 4 Gamme produits en fonction du pureau et du galbe du produit de couverture avoisinant**

Toit	Grand moule Faiblement Galbé			Grand moule Fortement Galbé				Petit Moule		Ardoise	Tuile Plate	Pureau Plat
Châssis	TPVS TSM	TPVS 10 TSM10	TPVS TSM	TPVS TSM	TPVS 10 TSM10	TPVXL TSM-XL	TPVXL + TSM-XL+	TPVXS et TPVXS +	APVS ASM	APVS ASM	APVS ASM	APVS ASM
Kit	FAG		Béton	FOG13	FOG10	XL	XL +	XS	Kit PM	Kit ARD	Kit TP	Kit NOUES
Bavette Haute	JT Triangle 65x30**			JT Triangle 65x30				JT Triangle 65x30**		ARD-BAV-010 ARD-BAVSM-010 Bavette Larmier ARD	BAV-010 BAVSM-010 Bavette supérieur	BAV-030 BAVSM-030 Bavette supérieur PM
	/	TPVS10 / TSM10 -FOG10-014 Bavette supérieur	/	/	TPVS10 / TSM10 -FOG10-014 Bavette supérieur	/	/	/	BAV-030 / BAVSM-030 Bavette supérieur PM Gauche BAV-033 / BAVSM-033 Bavette sup. PM Droit			
Couloir Droit	TPVS-FAG-029 / TSM-FAG-029 Couloir droit FAG			TPVS-FOG13-018 TSM-FOG13-018 Assemblage	TPVS10-FOG10-016 / TSM10-FOG10-016 Assemblage	TPVXL-FOG13-018 / TSM-XL-FOG13-018 Assemblage	TPVXL-FOG10-018 TSM-XL-FOG10-018 Assemblage	TPVXS-029 Couloir droit PM XS	PV-049 / SM-049 Noquet FAG-PM droit x 3	ARD-018 / ARDSM-018 Noquet latéral (plan paramétrable aux dimensions des ardoises)	TP-012 / TPSSM-012 Noquet droit Tuile plate (paramétrable aux dimensions des TP)	-PM-010 / -PMSM-010 (couloir en fonçure à l'égoût pp)
									PV-059 / SM-059 Noquet FAG-PM droit x 2			
									PV-079 / SM-079 Noquet FAG-PM droit solo			
									PV-089 / SM-089 Noquet FAG-PM haut droit			
									JT Triangle 65x30			
Couloir Inter	TPVS-010 / TSM-010 Couloir inter			TPVS-010 / TSM-010 Couloir inter		TPVXL 010 / TSM-XL 010 Couloir Inter		TPVXS-010 Couloir inter PM XS	ARD-013 / ARDSM-013 Noquet inter solo			
									ARD-020 / ARDSM-020 Noquet inter 4 panneaux			

**Tableau 5 Détails des kits (avec références des éléments)**

Toit	Grand moule Faiblement Galbé			Grand moule Fortement Galbé				Petit Moule		Ardoise	Tuile Plate	Pureau Plat
Châssis	TPVS TSM	TPVS 10 TSM10	TPVS TSM	TPVS TSM	TPVS 10 TSM10	TPVXL TSM-XL	TPVXL + TSM- XL+	TPVXS et TPVXS +	APVS ASM	APVS ASM	APVS ASM	APVS ASM
Kit	FAG		Béton	FOG13	FOG10	XL	XL +	XS	Kit PM	Kit ARD	Kit TP	Kit NOUES
Couloir Gauche	TPVS-FAG-006 / TSM-FAG-006 Couloir gauche FAG		TPVS-BET-600 / TSM-BET-600 Couloir Gauche Beton	TPVS-FOG13-019 / TSM-FOG13-019 Assemblage	TPVS10-FOG10-017 / TSM10-FOG10-017 Assemblage	TPVXL-FOG13-016 / TSM-XL-FOG13-016 Assemblage	TPVXL++FOG10-016 TSM-XL++FOG10-016 Assemblage	TPVXS-006 Couloir gauche PM XS	PV-048 / SM-048 Noquet FAG-PM gauche x 3  PV-058 / SM 0-58 Noquet FAG-PM gauche x2  PV-078 / SM-078 Noquet FAG-PM gauche solo  PV-088 / SM-088 Noquet FAG-PM haut gauche  JT Triangle 65x30	Noquet gauche ardoise  Symétrie ARD-018 / Symétrie ARDSM-018	Noquet gauche Tuile plate  Symétrie TP 012 / Symétrie TPSM 012	-PM-010 / -PMSM-010  (couloir en fonçure à l'égout pp)
Larmier	Bavette souple 300**	Bavette souple 200**	Bavette souple 300**	Bavette souple 300*	Bavette souple 450*	Bavette souple 300*	Bavette souple 450*	/	/	ARD-BAV-010 / ARDSM-BAV-010 Bavette Larmier Ardoise	Bavette souple 200	/
Agrafes	/								PM ARD 005-E1 Agrafe (3 par bavette + 2 par couloir)			
Égout	/								TPLAR008 / SM LAR08		/	
Crochet d'égout	FAG-PM-FOG-PST-020 Patte de fixation égout (2 par colonne basse)											
Fixation	Vis inox + Rondelle [3/TPVS ou 3/APVS ou 3/TPVXL 1/couloir inter (ARD-013 ou ARD-020)+ 2/crochet d'égout] [3/TSM ou 3/ASM ou 3/TSM-XL 1/couloir inter (ARDSM-013 ou ARDSM-020)+ 2/crochet d'égout]											

**Tableau 5 (suite) Détails des kits (avec références des éléments)**

### 3. Annexes Graphiques

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

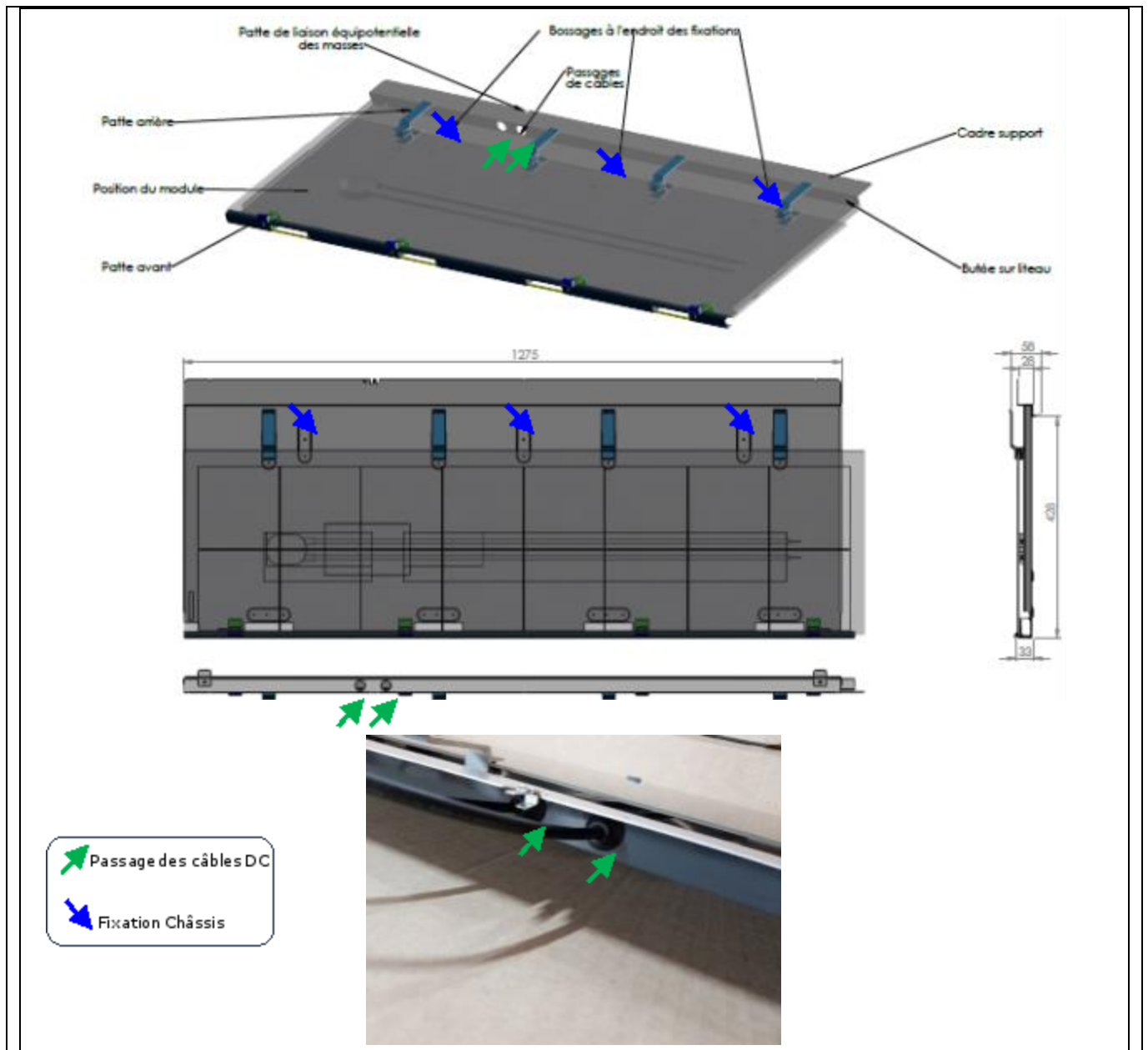
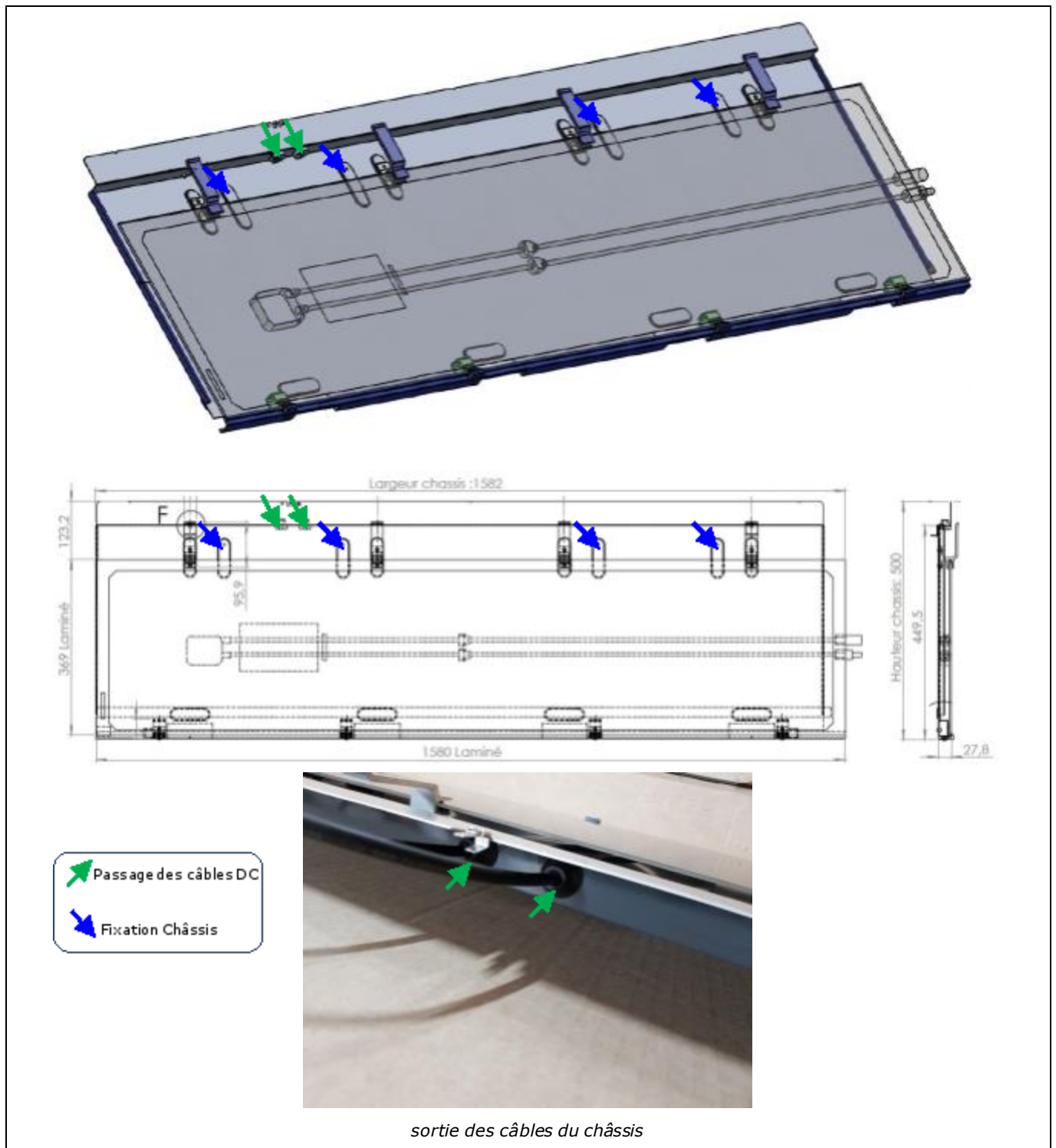
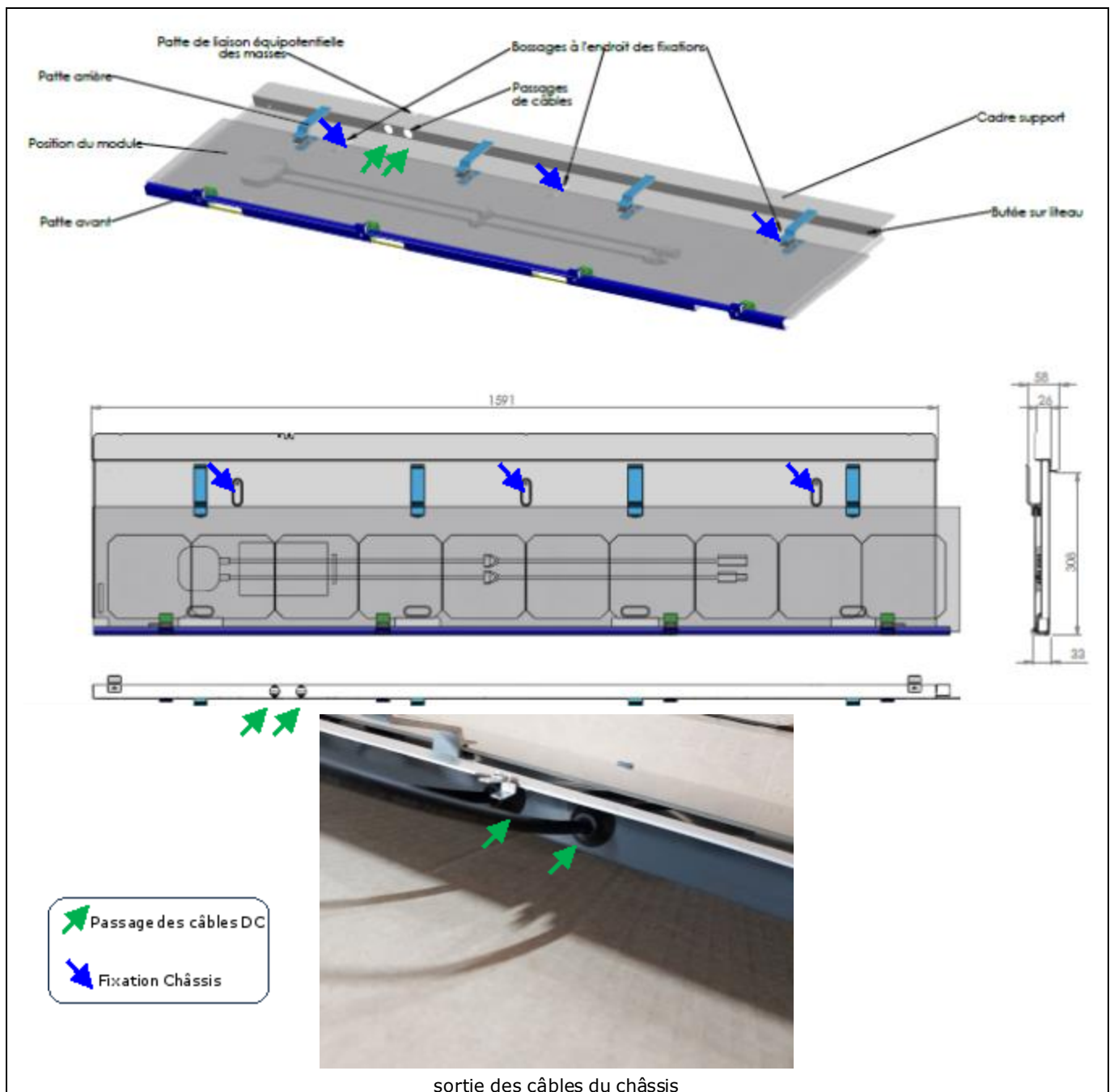


Figure 1 - Plan du châssis « Tuile PV » TPVS

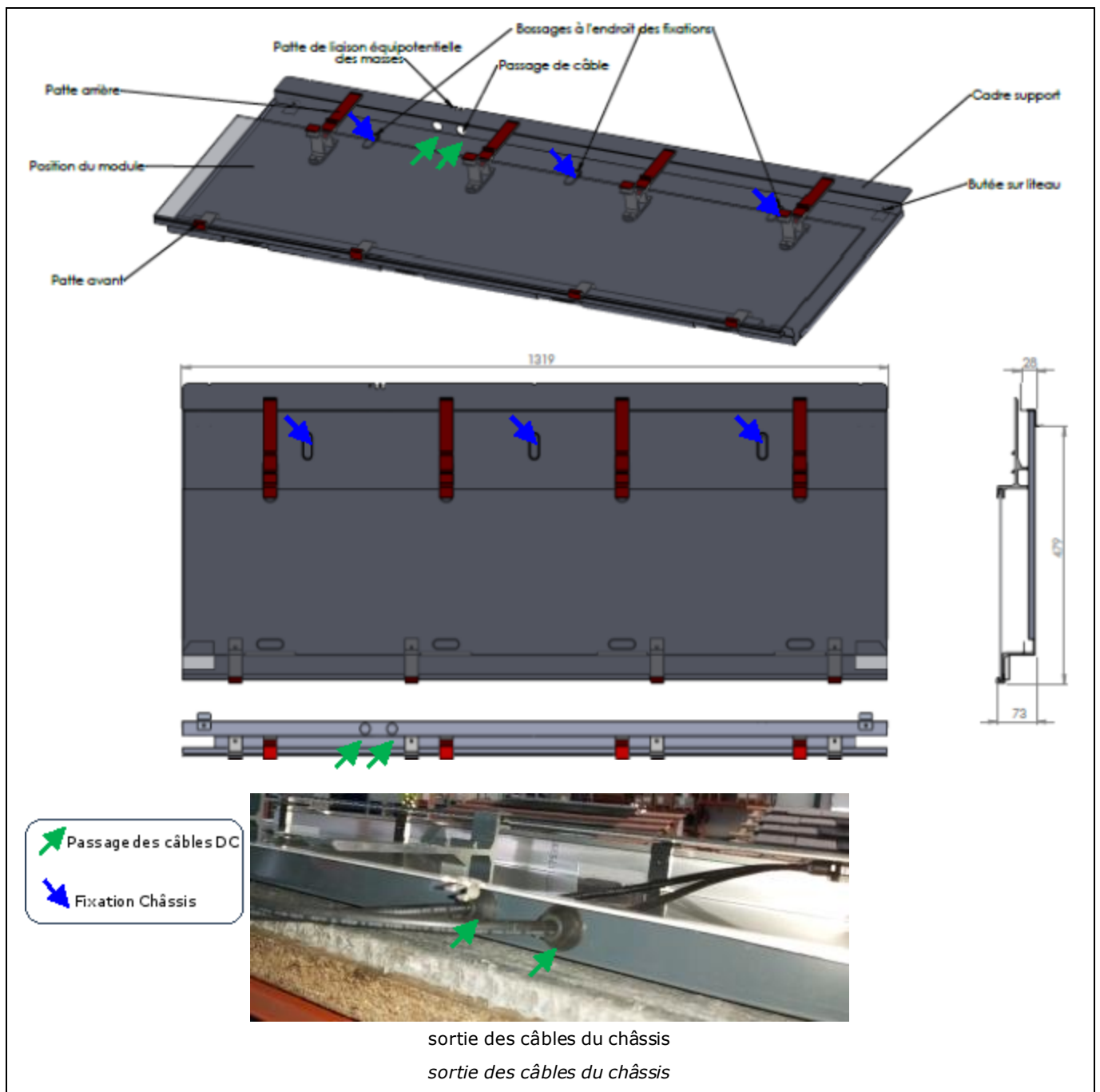


**Figure 2 - Plan du châssis « Tuile Solaire Max » TSM STANDARD**

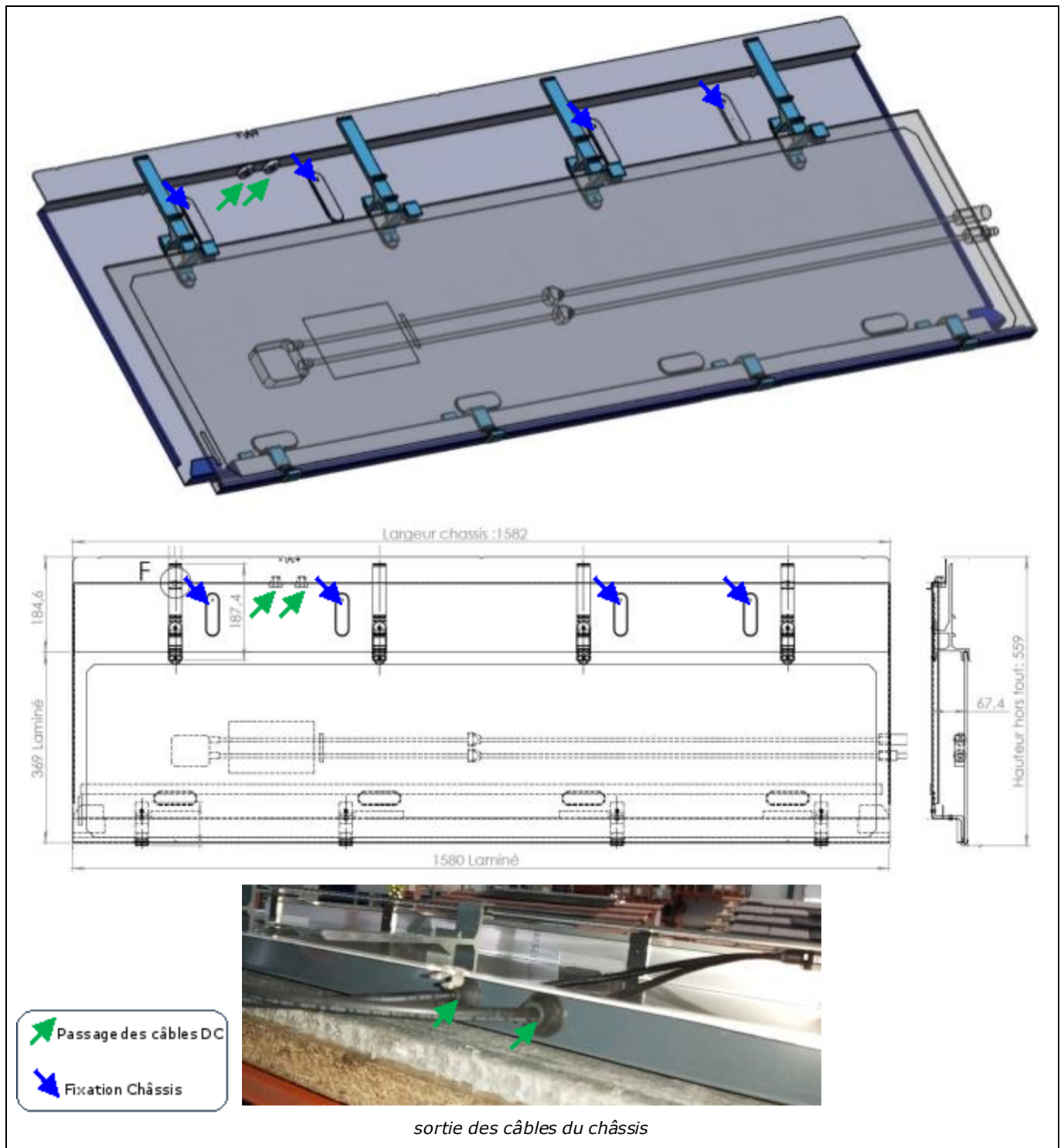


**Figure 3 - Plan du châssis "Tuile PV" XS**

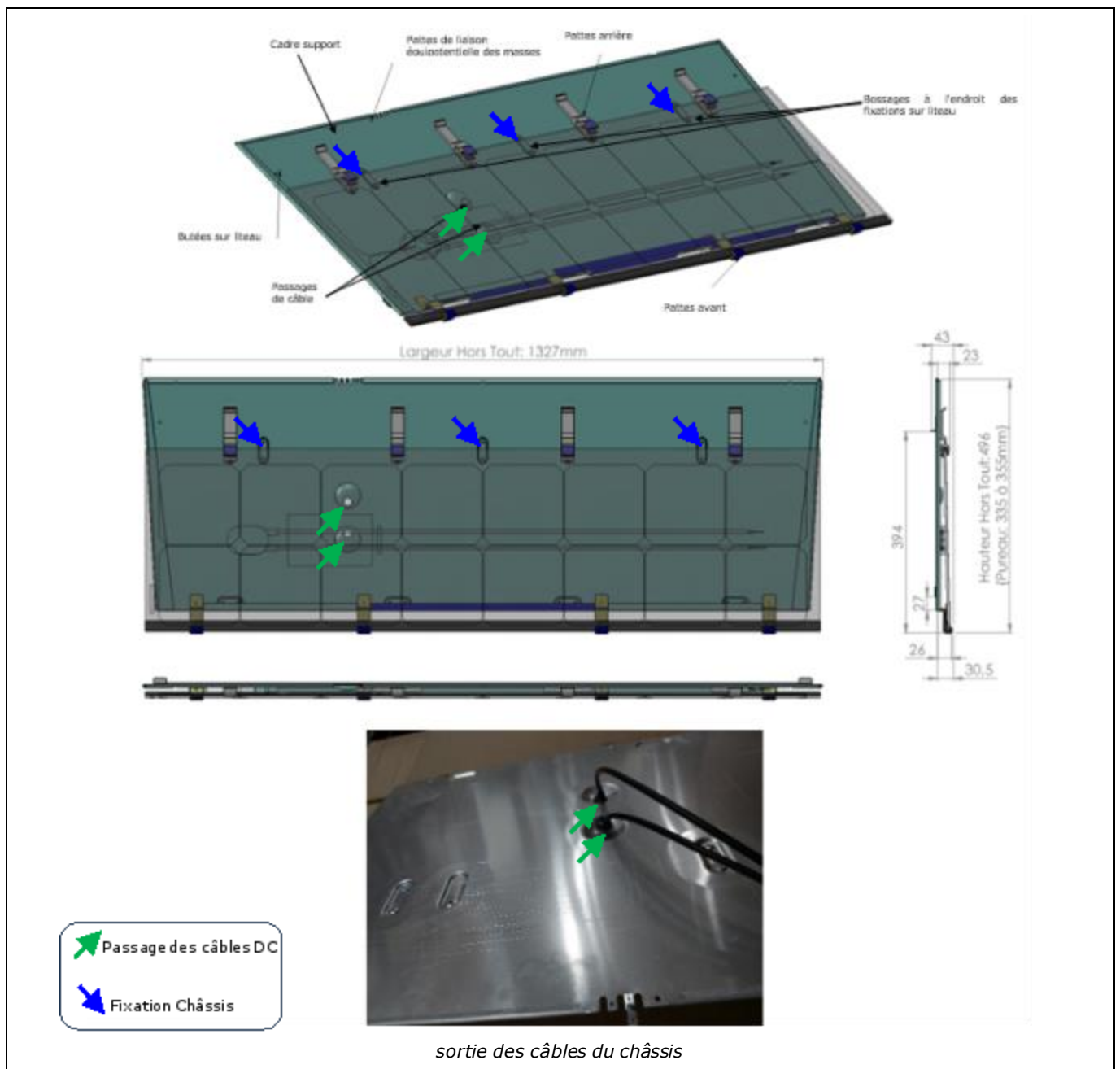




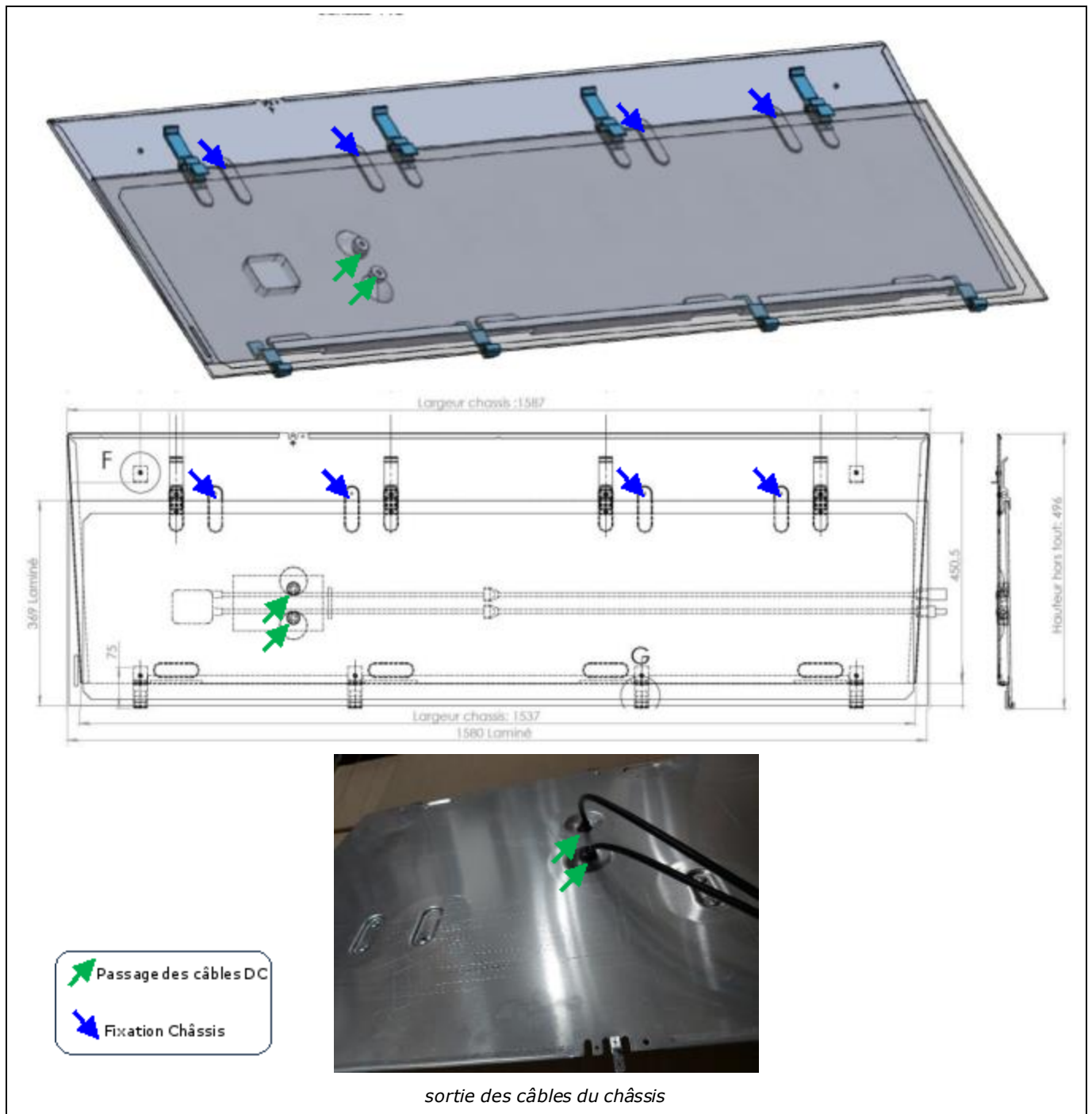
**Figure 4 - Plan du châssis "Tuile PV" TPVXL**



**Figure 5 - Plan du châssis "Tuile Solaire Max TSM-XL"**



**Figure 6 - Plan du châssis "Ardoise PV" APVS**



**Figure 7 - Plan du châssis «Ardoise Solaire Max ASM»**

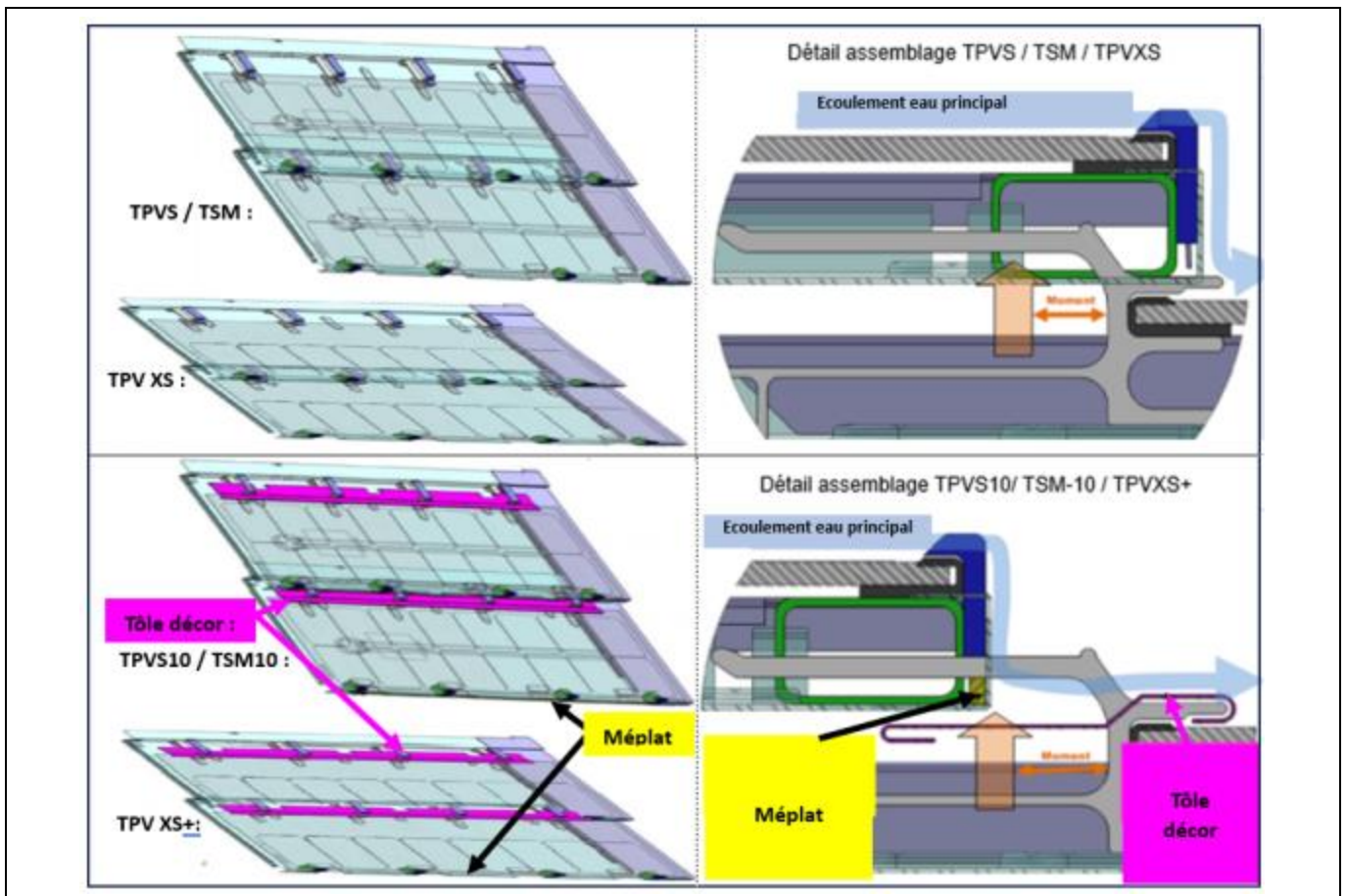


Figure 8 – Différences entre châssis TPVS - TSM STANDARD / TPVS10 - TSM STANDARD-10 et TPVXS / TPVXS+

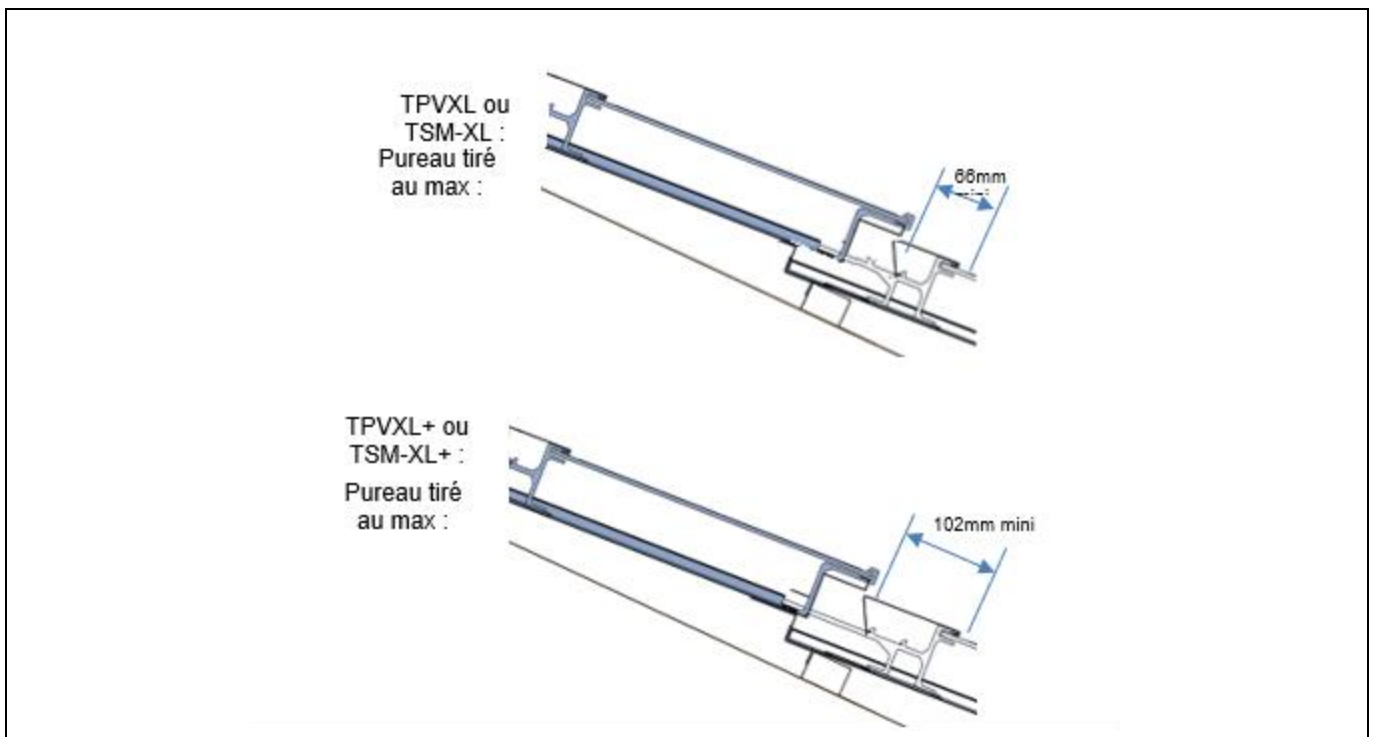
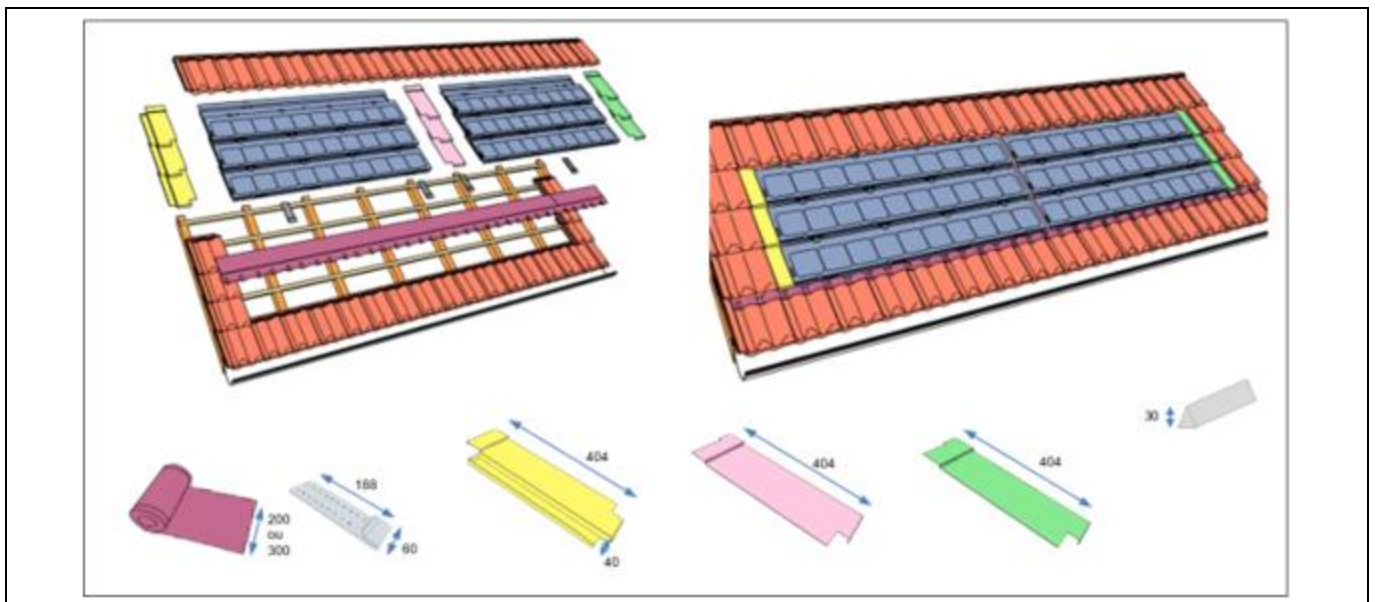
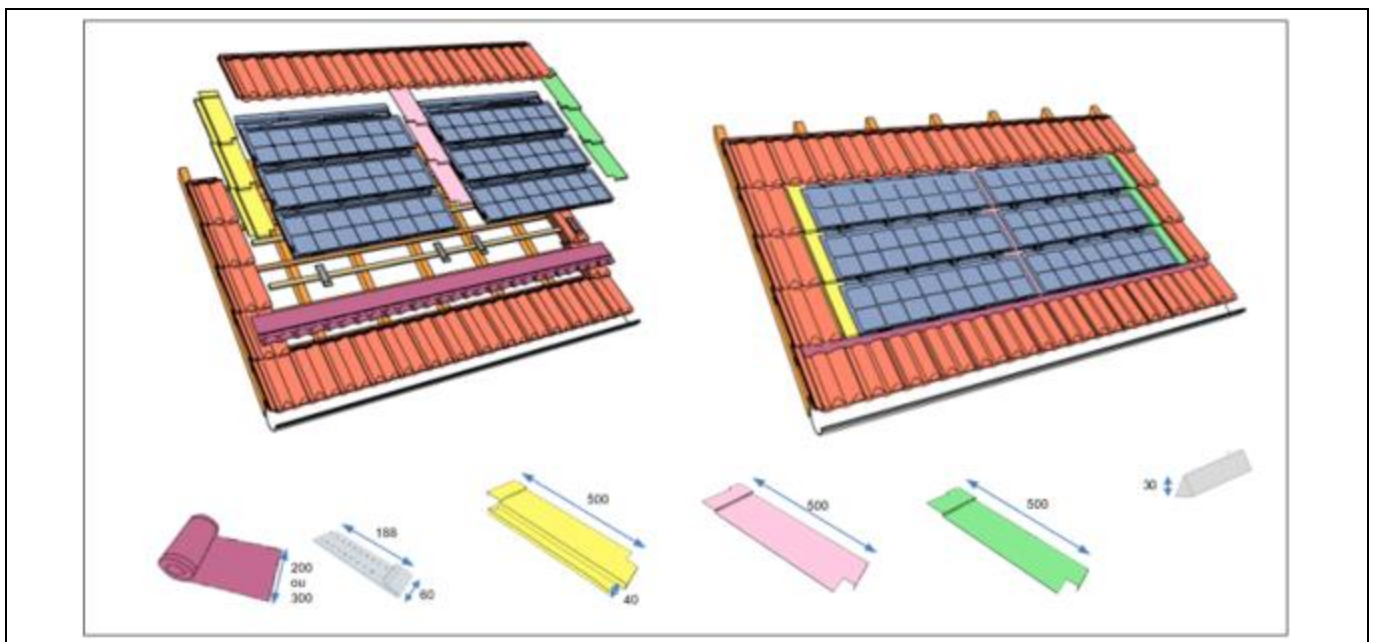


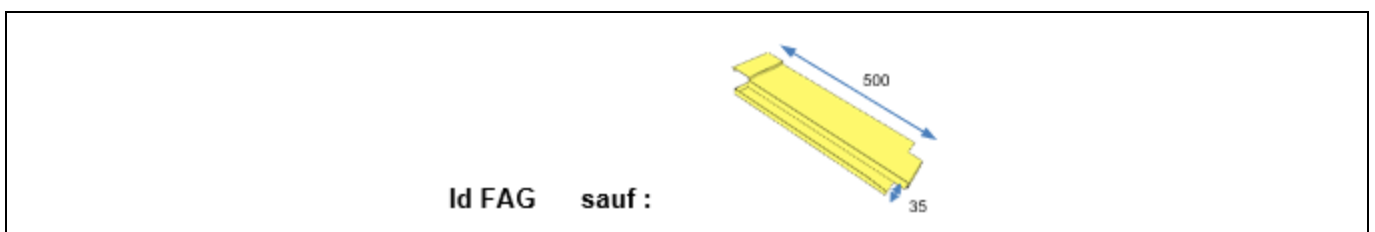
Figure 9 – Différences entre châssis TPVXL - TSM-XL et TPVXL+ - TSM-XL+



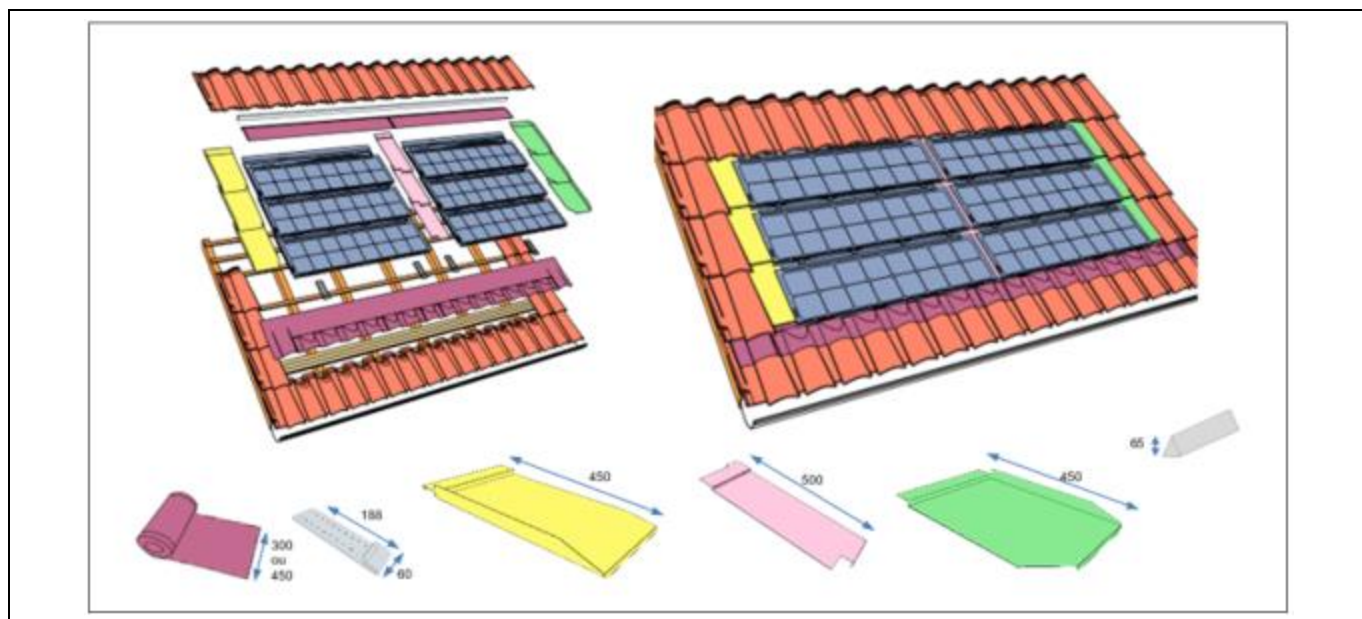
**Figure 10 - Kit XS**



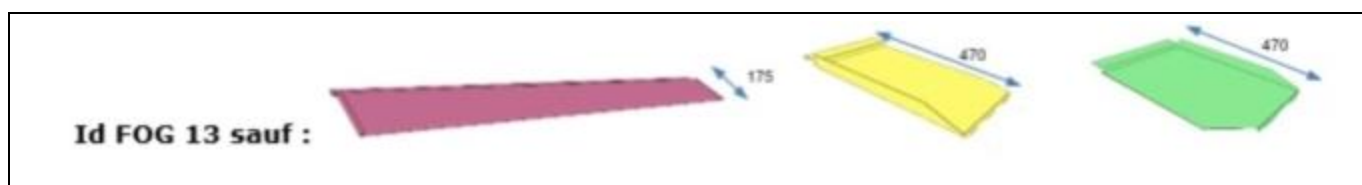
**Figure 11 - Kits FAG (faiblement galbées : 10 à 13 tuile/m²)**



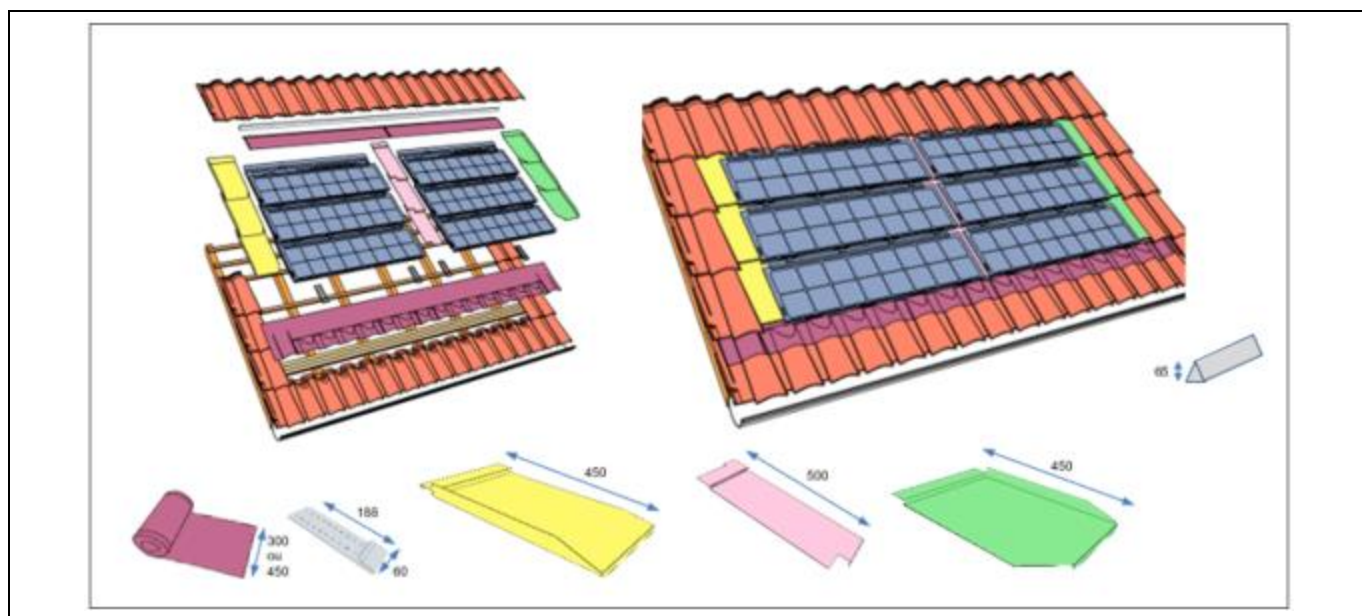
**Figure 12 - Kit Béton**



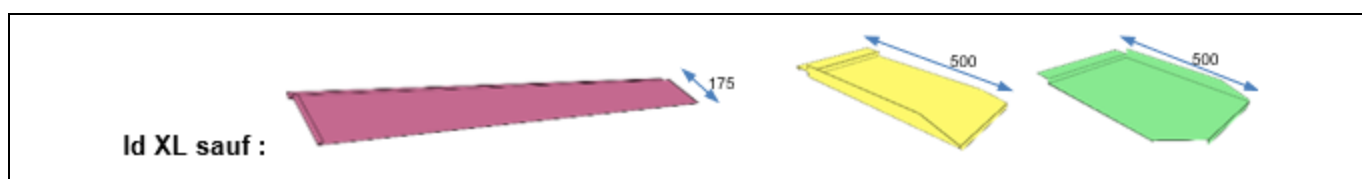
**Figure 13 - Kits FOG13 (fortement galbées : 13 tuiles/m<sup>2</sup>)**



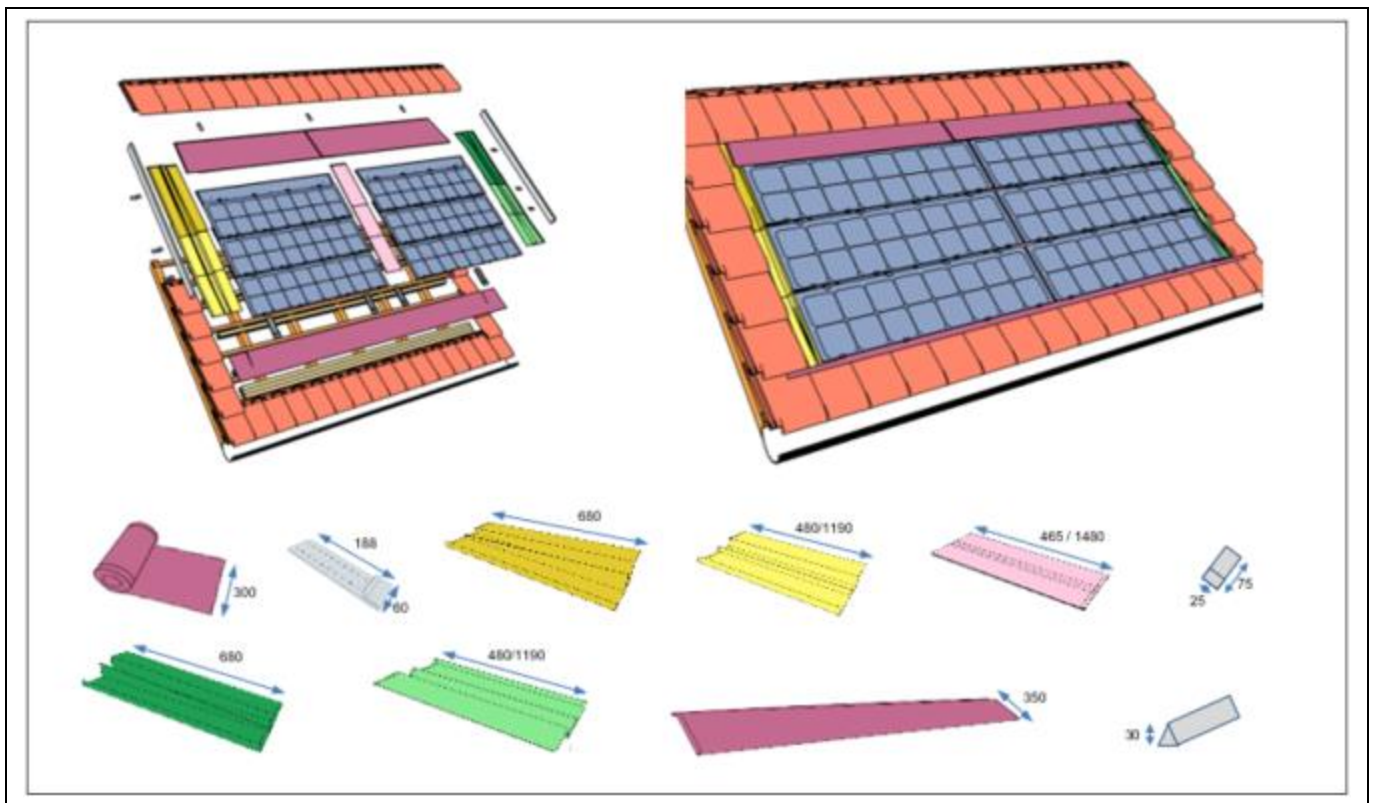
**Figure 14 - Kits FOG10 (fortement galbées : 10 tuiles/m<sup>2</sup> ou canal)**



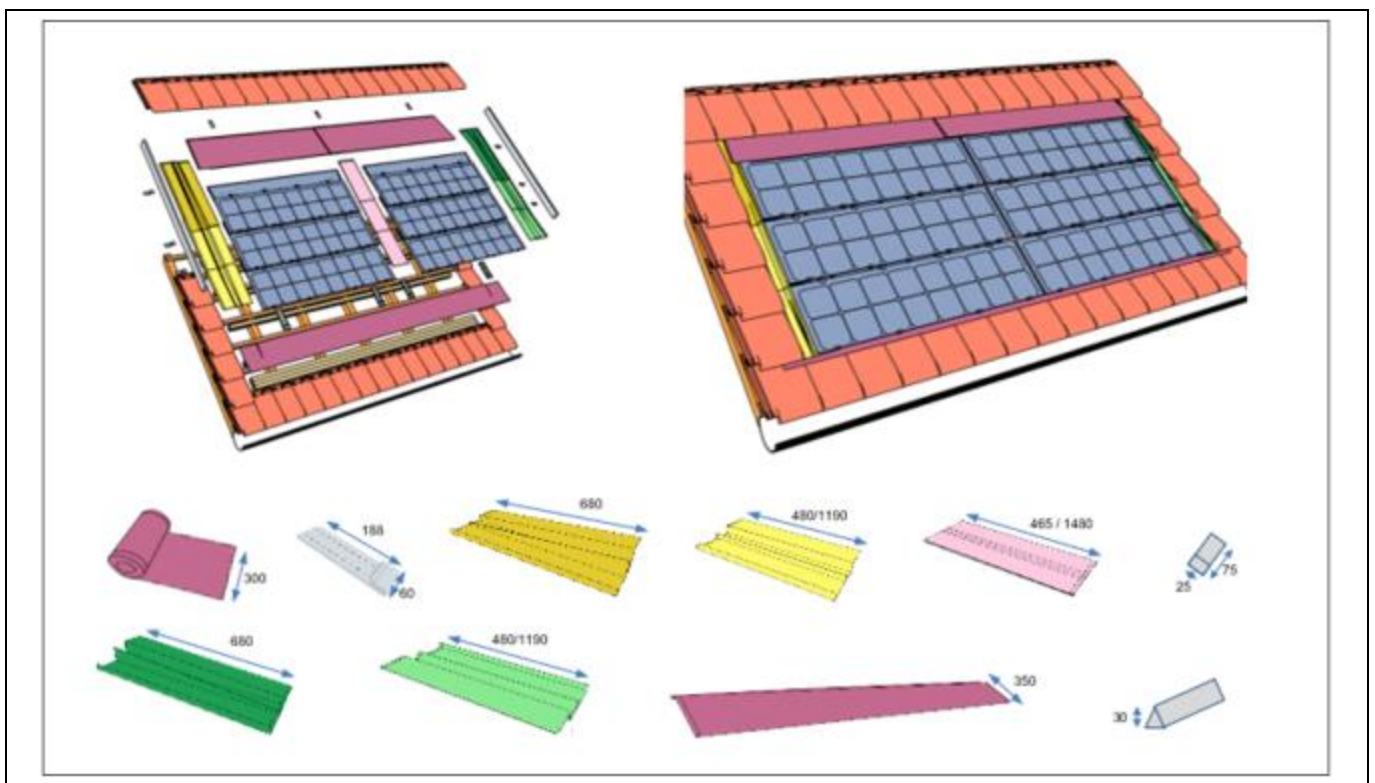
**Figure 15 - Kits XL**



**Figure 16 - Kit XL+**

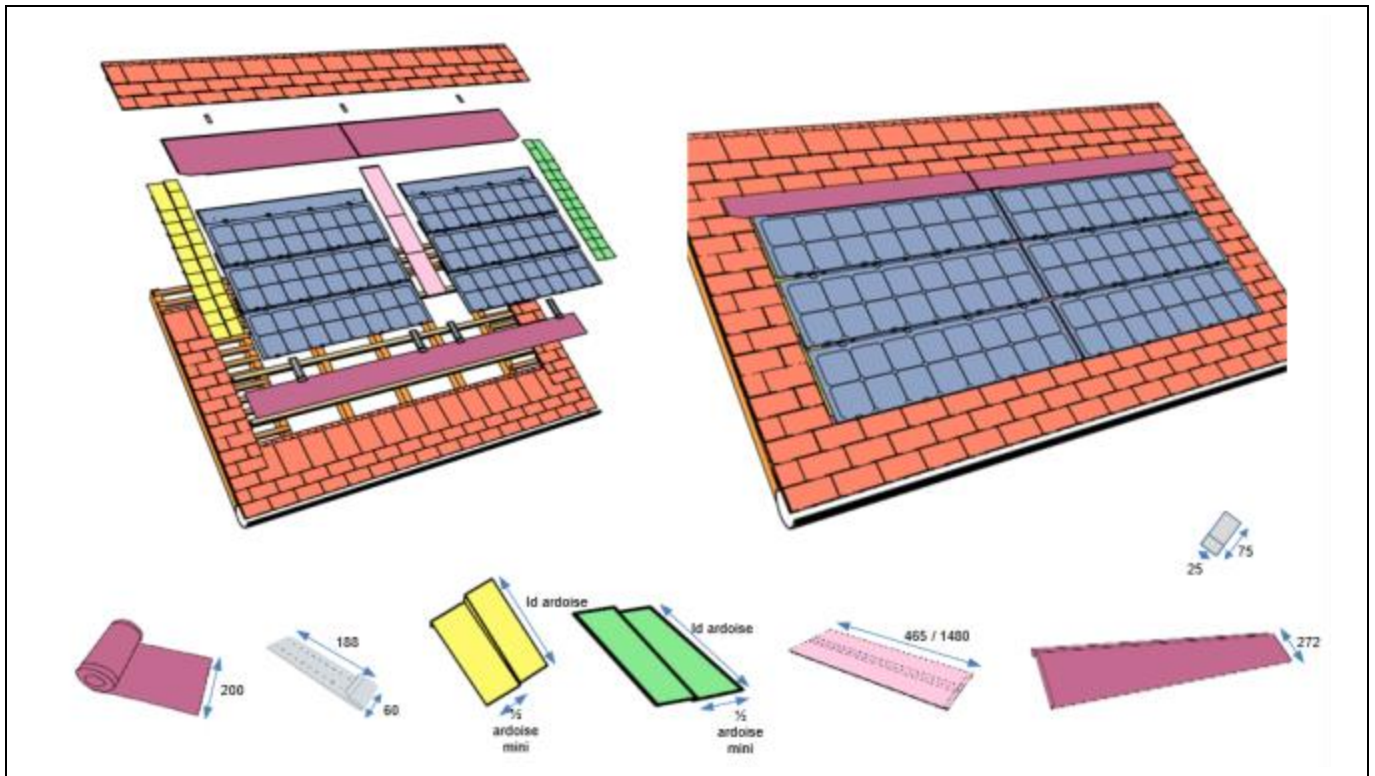


**Figure 17 – Kits PM (petits moules)**



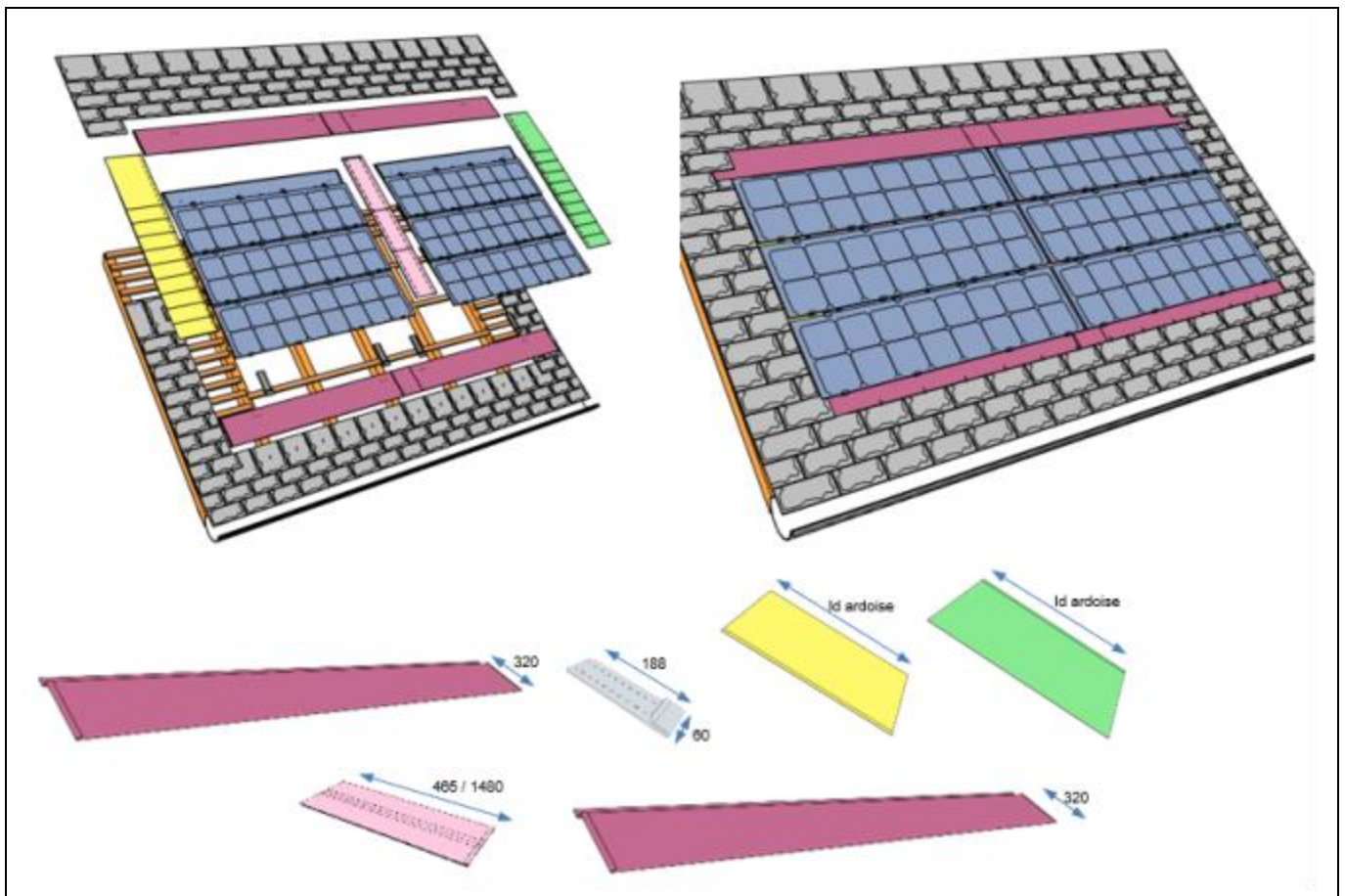
**Figure 18 – Kits NOUES (pureau plat : ne peut se monter que depuis l'égout)**





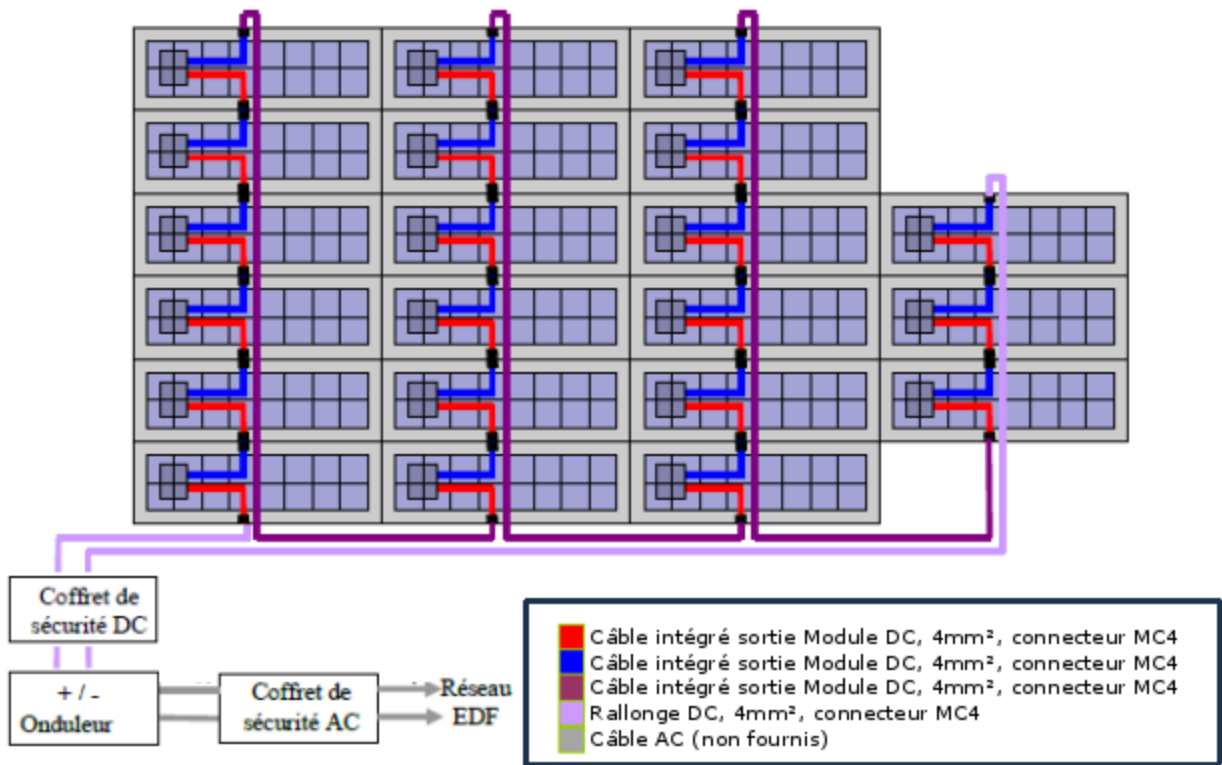
**Figure 19 – Kits TP (Tuiles Plates)**

**Nota : les noquets de dimensions adaptés sont fournis sur demande à la société EDILIANS**

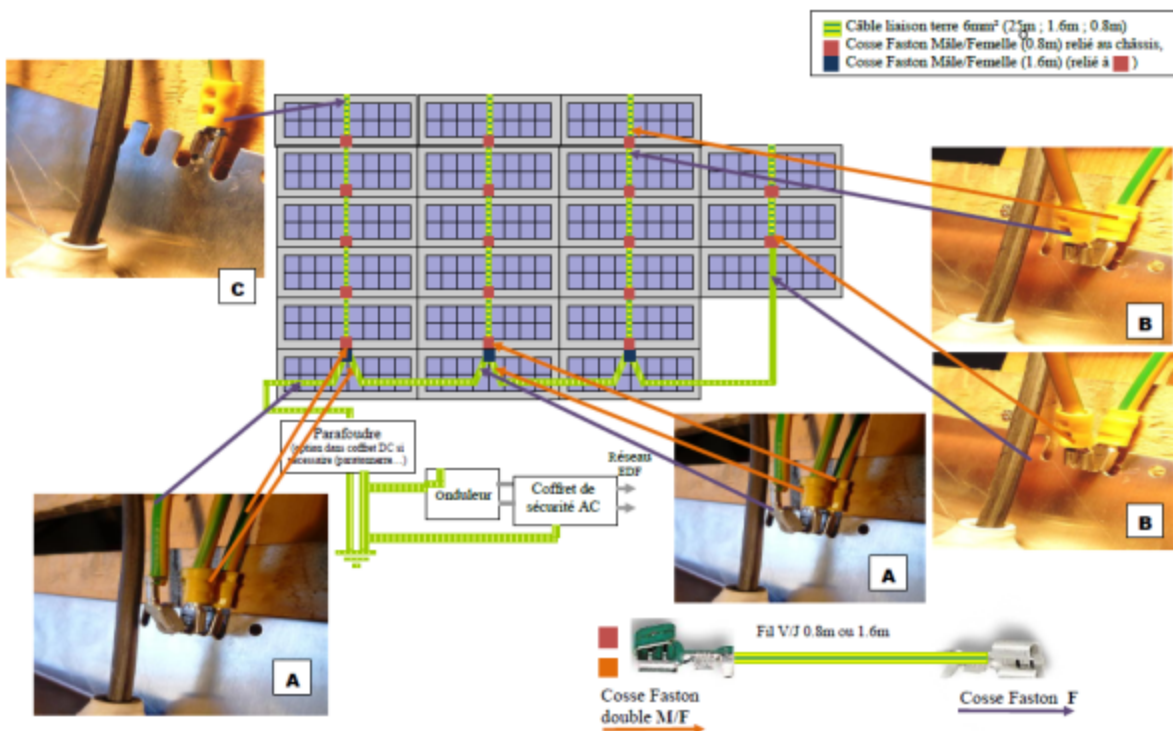


**Figure 20 – Kits Ardoise (Ardoise ou shingle)**

**Nota : les noquets de dimensions adaptés sont fournis sur demande à la société EDILIANS**

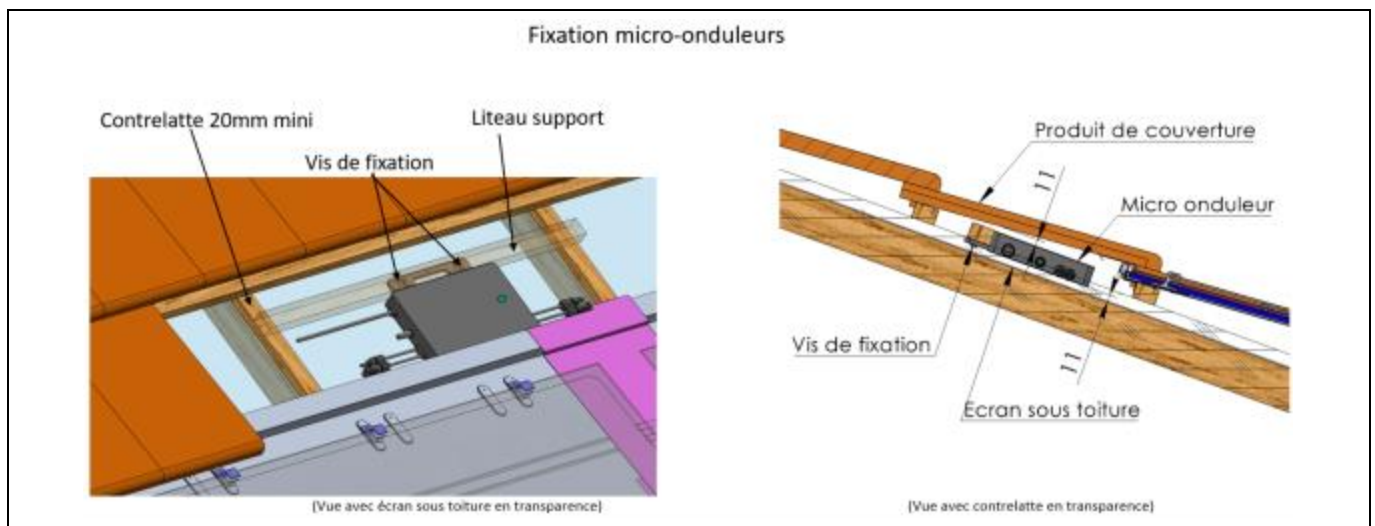


Principe de câblage électrique

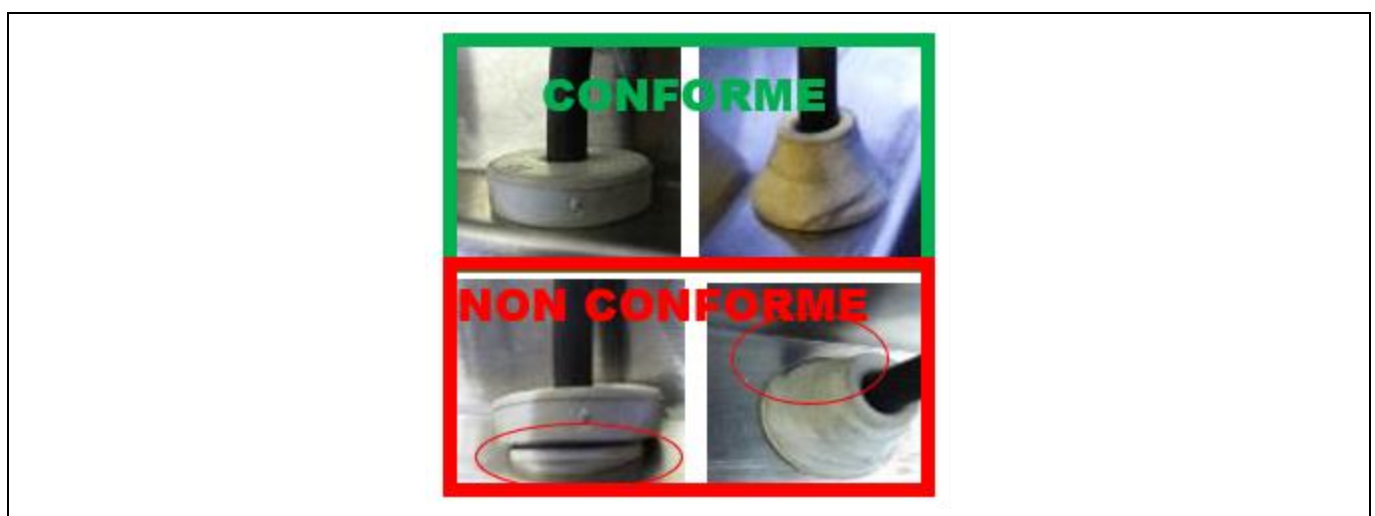


Principe de raccordement des liaisons équipotentielles

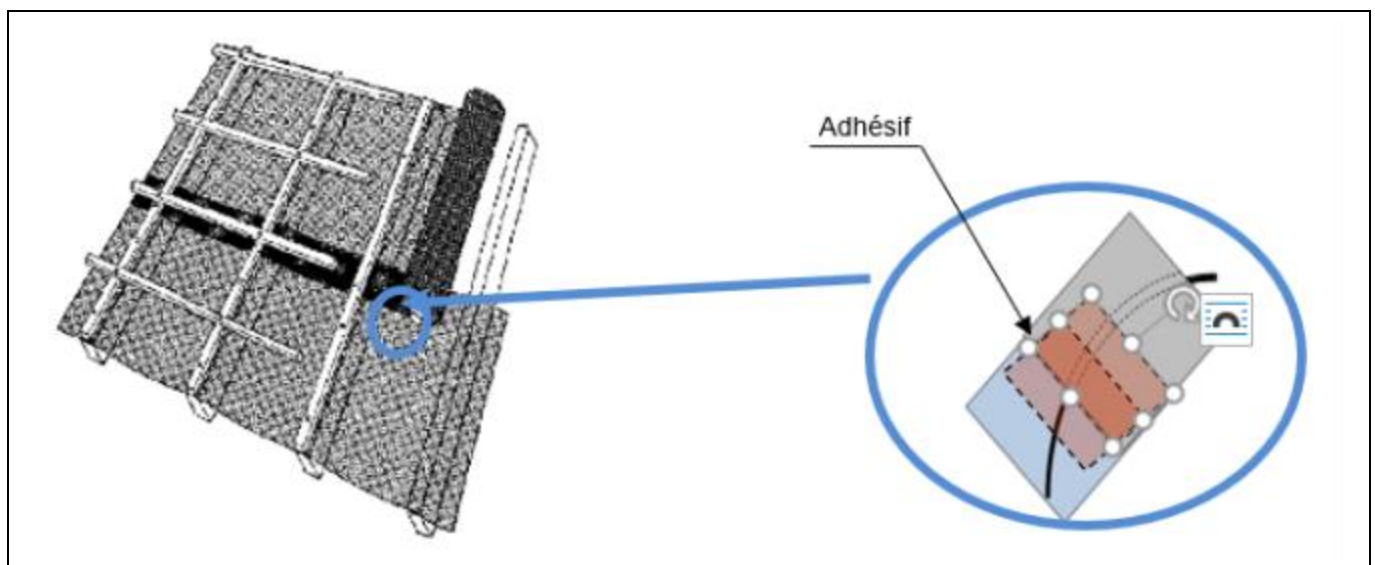
**Figure 21 – Principe de câblage du champ photovoltaïque**



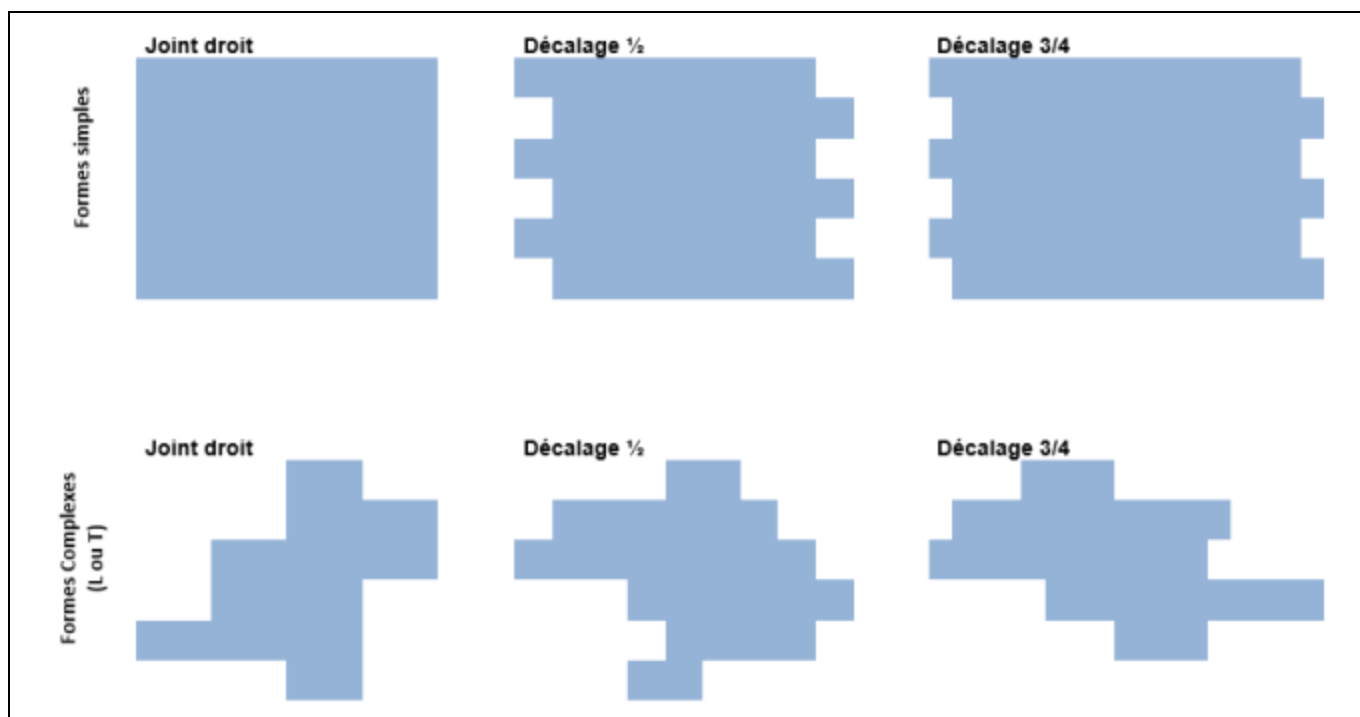
**Figure 22 – Positionnement du micro-onduleur**



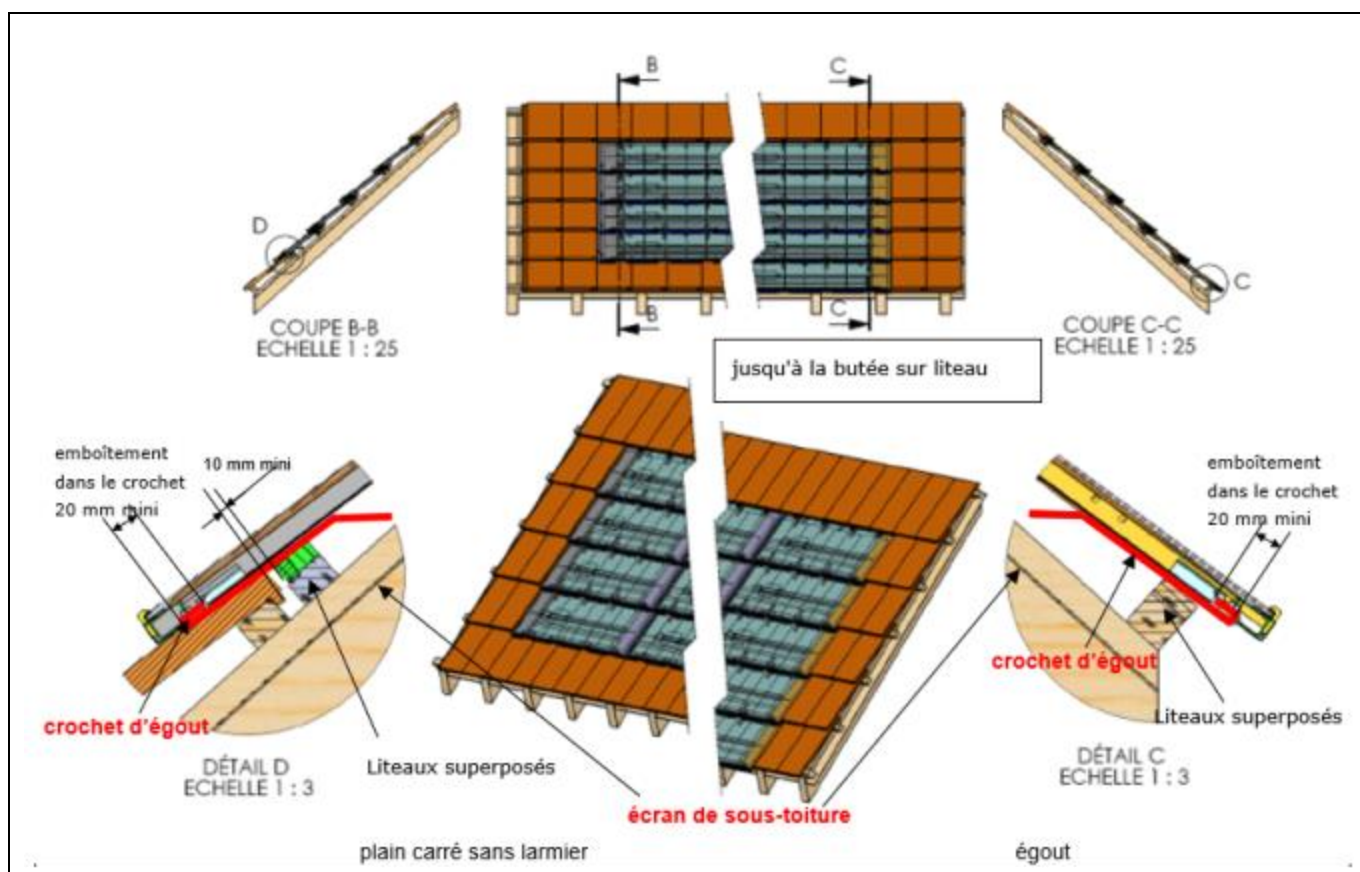
**Figure 23 – Vérification du positionnement du passe-câble étanche**



**Figure 24 – Passage des câbles au travers de l'écran souple de sous toiture**



**Figure 25 - Possibilités d'implantation en toiture**  
 (les décalages et formes complexes ne sont admis que pour les kits FAG et kit XS sans bavette ni larmier)



**Figure 26 – Pose des crochets d'égout (plain carré sans larmier ou égout)**

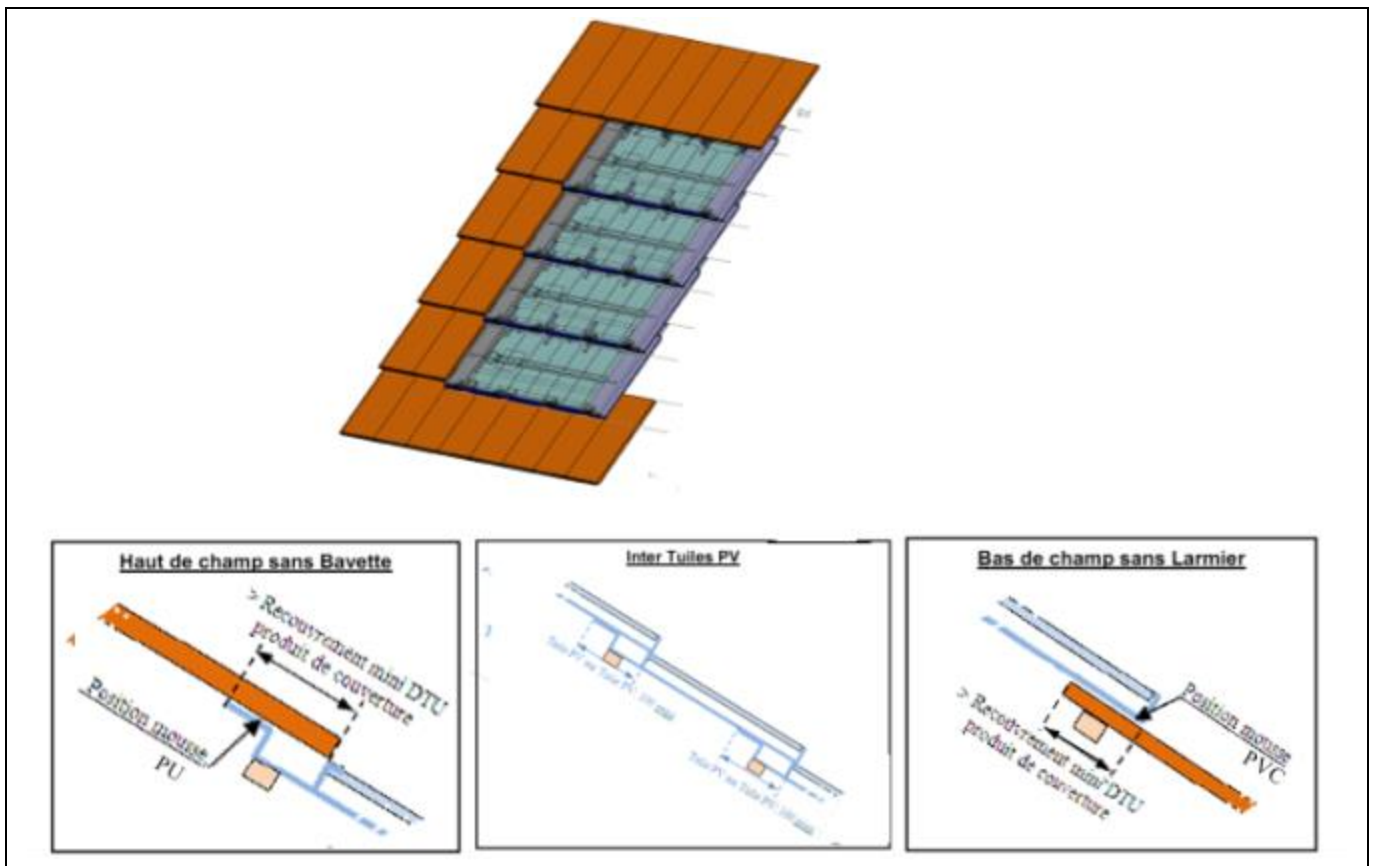


Figure 27 : Recouvrements dans le sens de la pente sans abergement bas et haut ("Tuile PV" S, XS, XL)

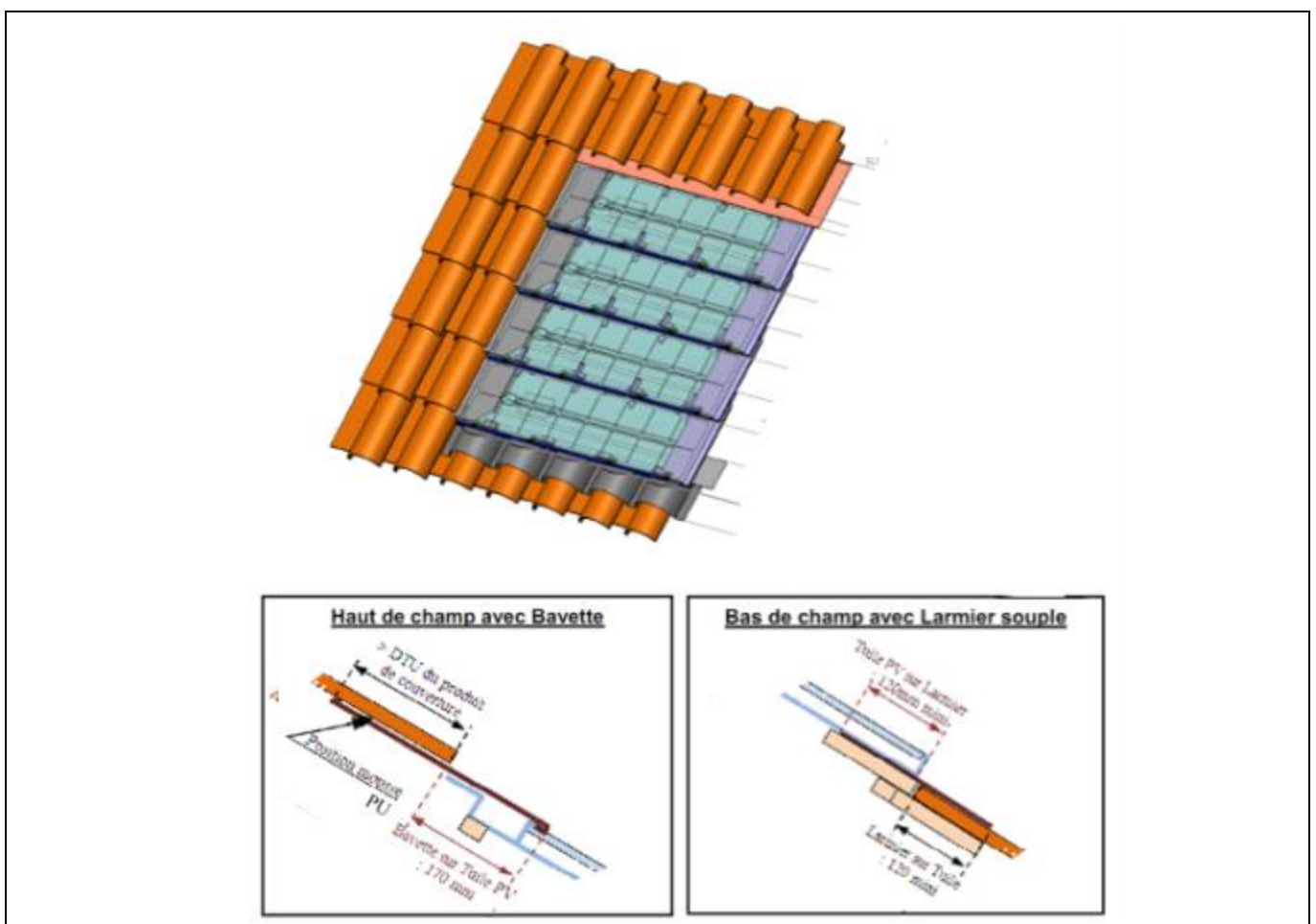
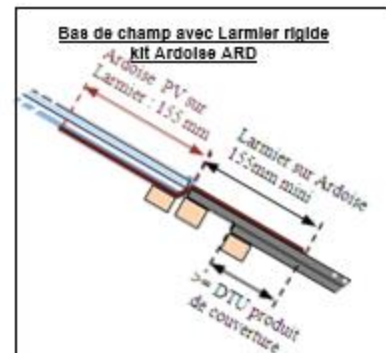
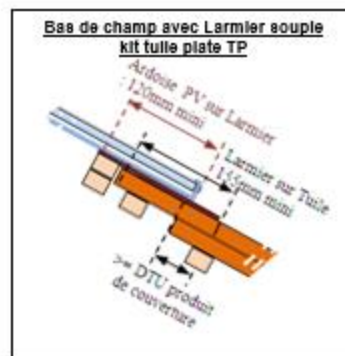
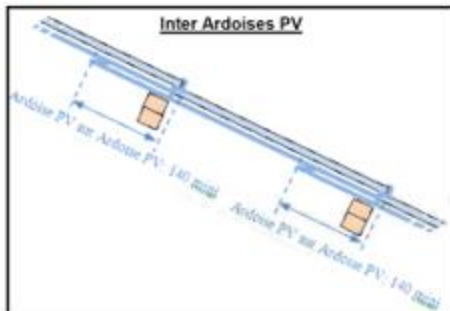
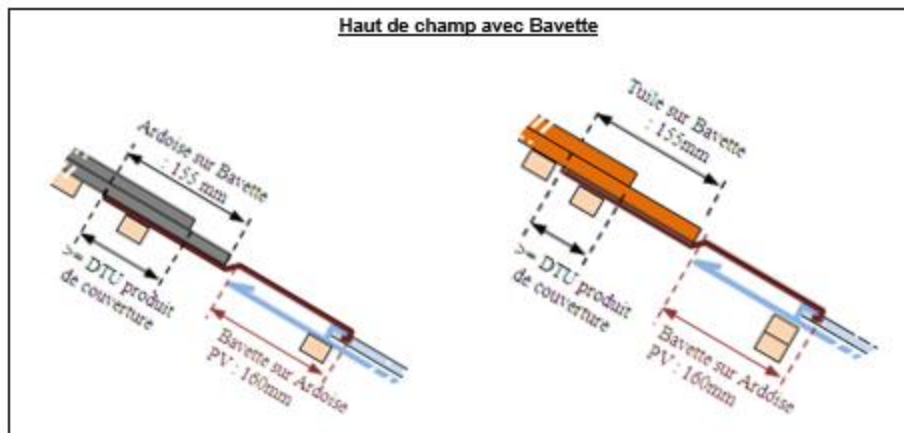
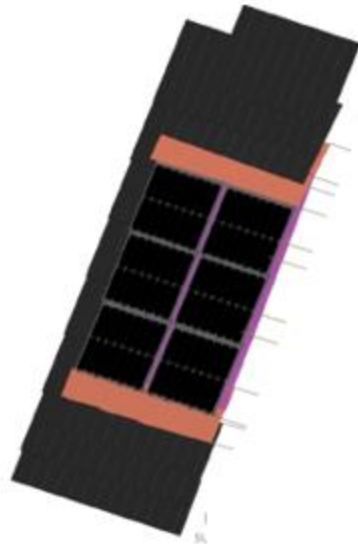
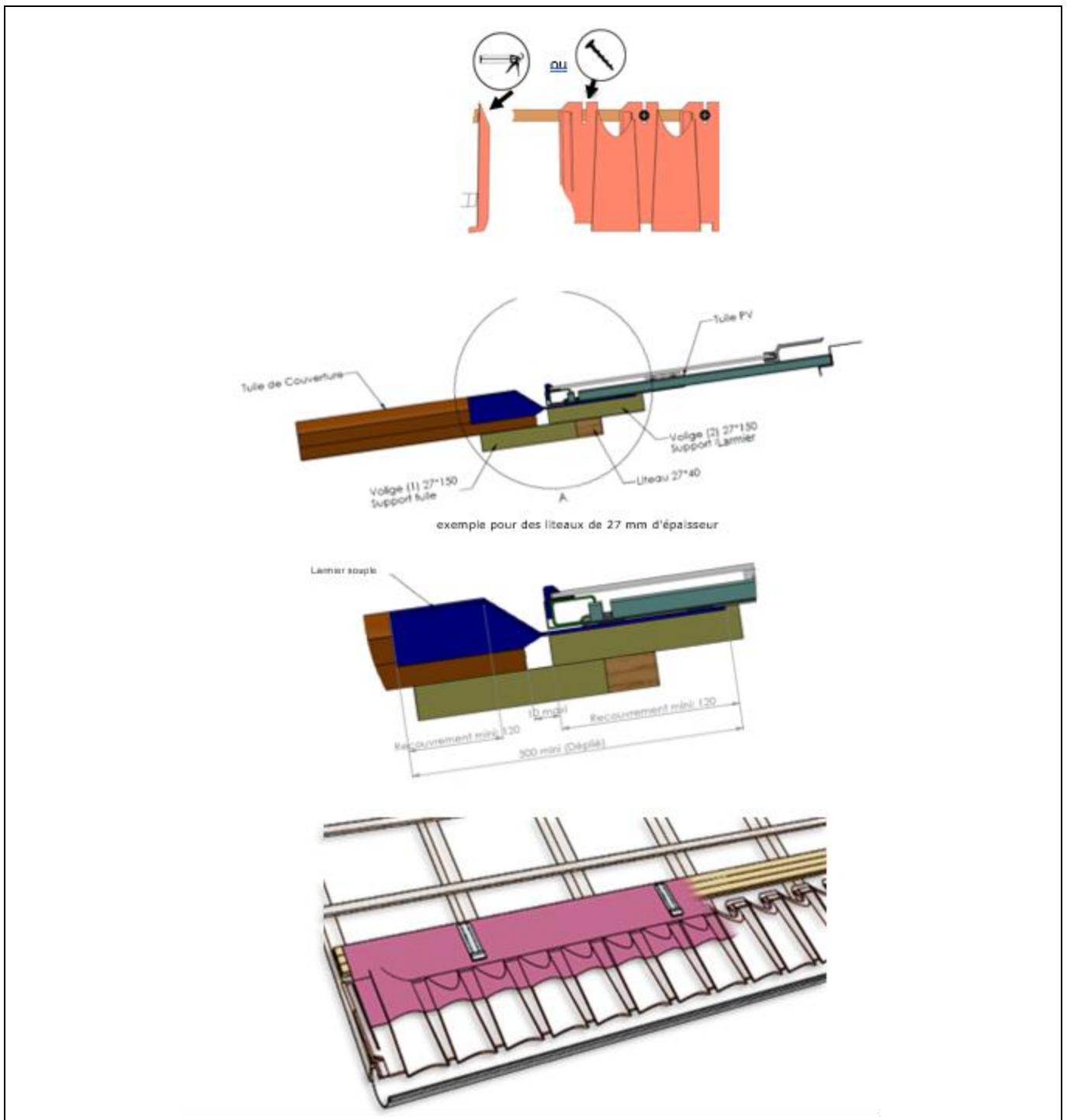


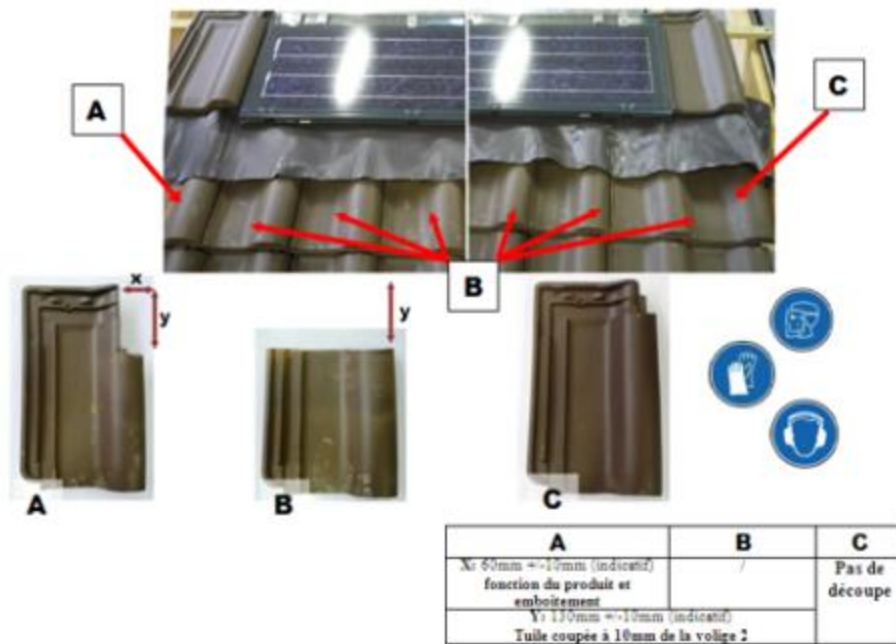
Figure 28 : Recouvrements dans le sens de la pente avec abergements ("Tuile PV" S, XS, XL)



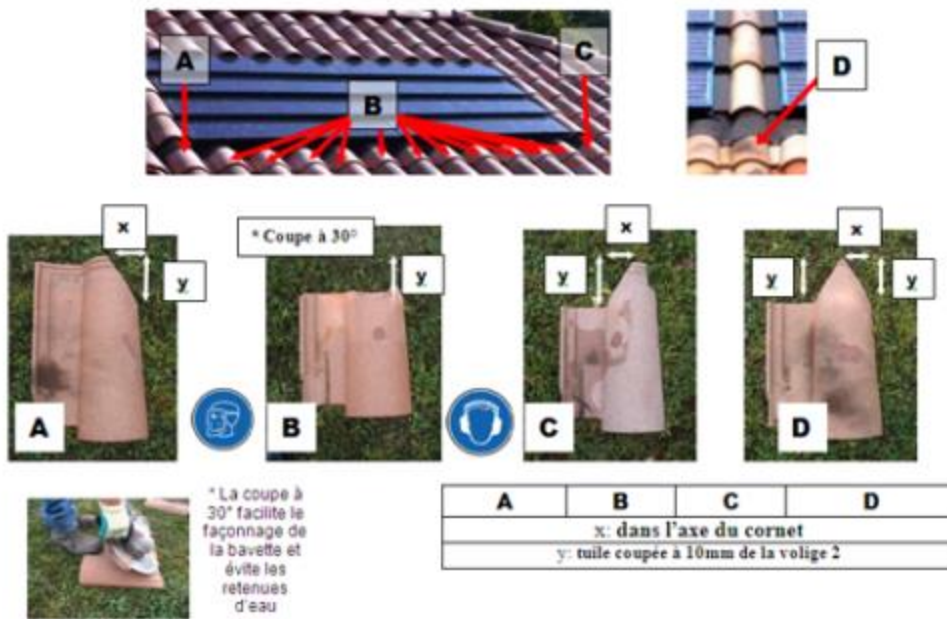
**Figure 29 – Recouvrements dans le sens de la pente avec abergement (« Ardoise PV »)**



**Figure 30 – Mise en œuvre des larmiers souples (l'écran souple de sous-toiture n'est pas représenté)**



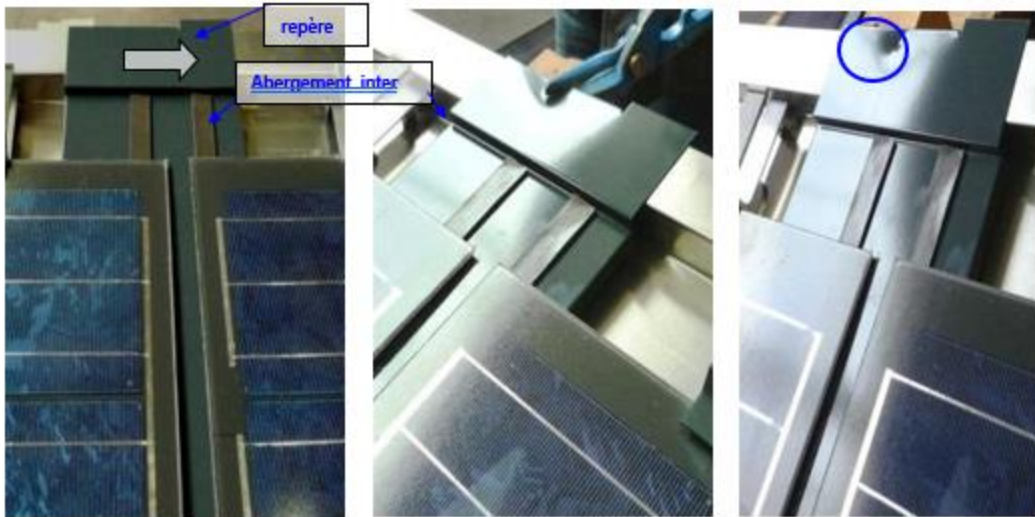
(a)



(b)

**Figure 31 - Découpe des éléments de couverture en bas de champ photovoltaïque :  
(a) cas faiblement galbé, (b) cas fortement galbé**

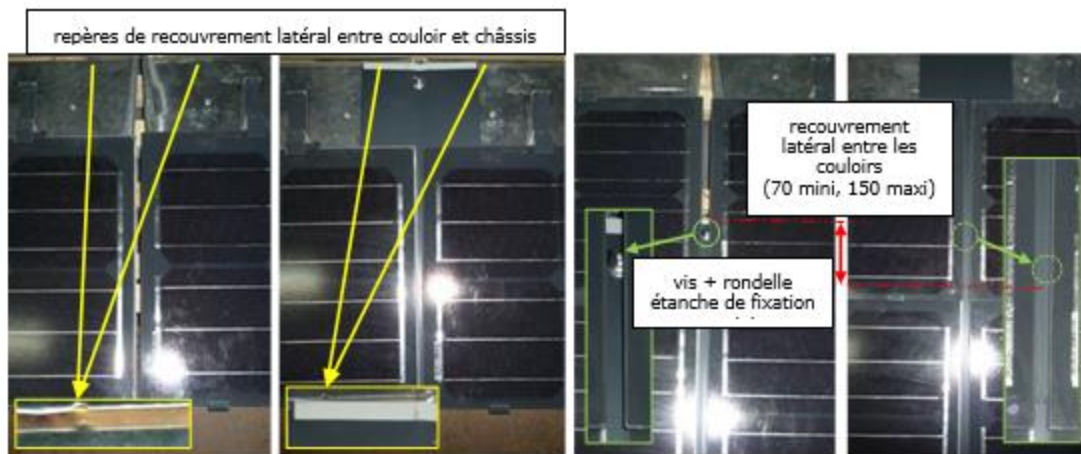




Glisser les abergements inter sous le laminé et vérifier l'alignement au-delà des repères de recouvrement mini

Verrouiller le couloir à l'aide d'une pince

Cas des "Tuiles PV / Tuiles Solaire Max"



Cas des "Ardoises PV / Ardoises Solaire Max"

Figure 32 – Pose des abergements intermédiaires

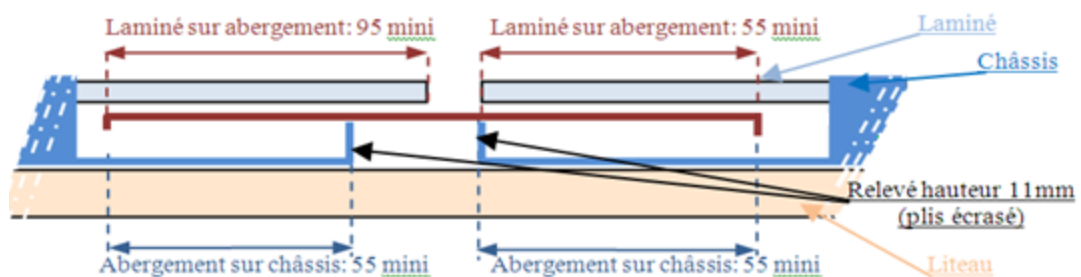
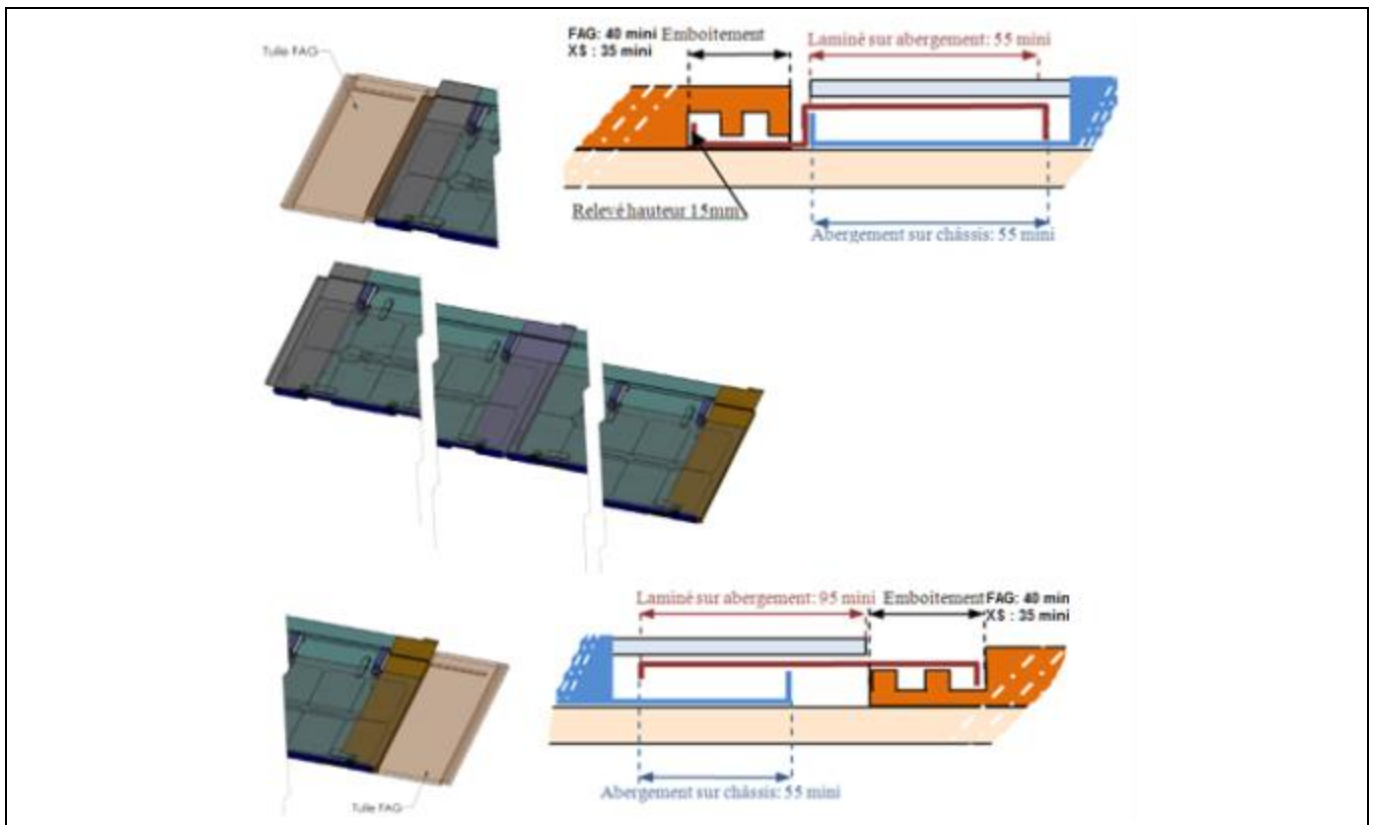
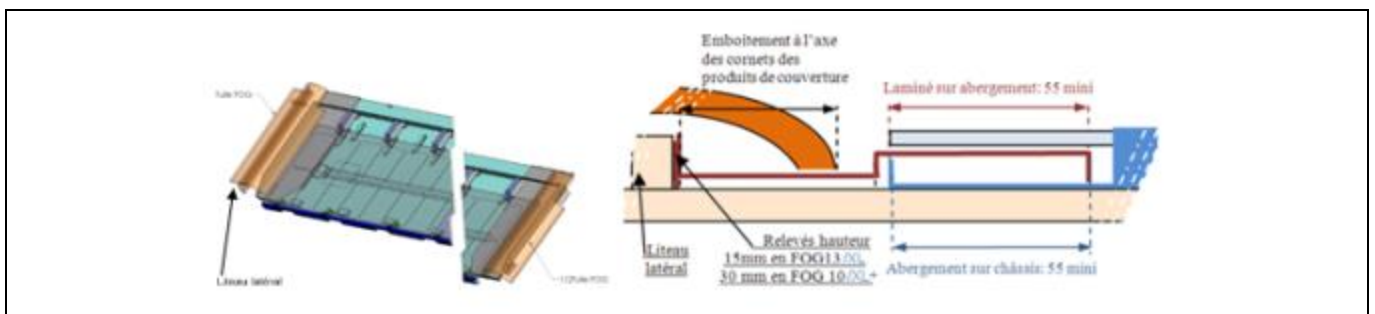


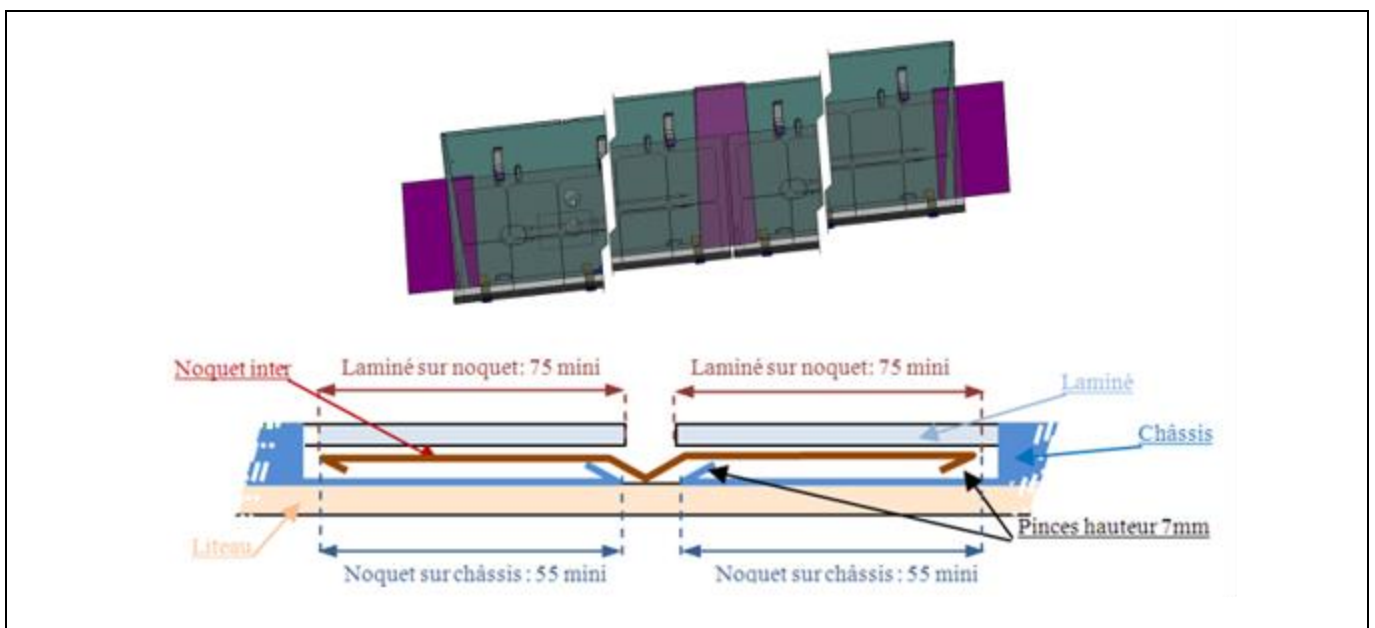
Figure 33 : Recouvrements latéraux "Tuiles PV / TuileSolaire Max"



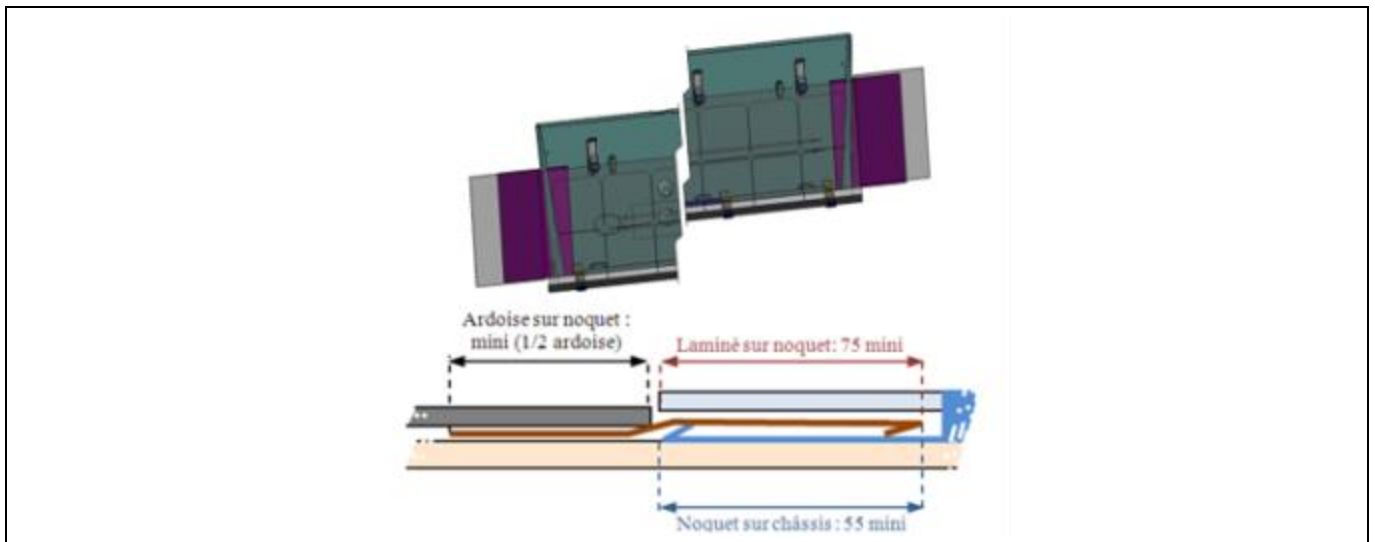
**Figure 34 : Emboîtements longitudinaux kits FAG et XS avec éléments de couverture**



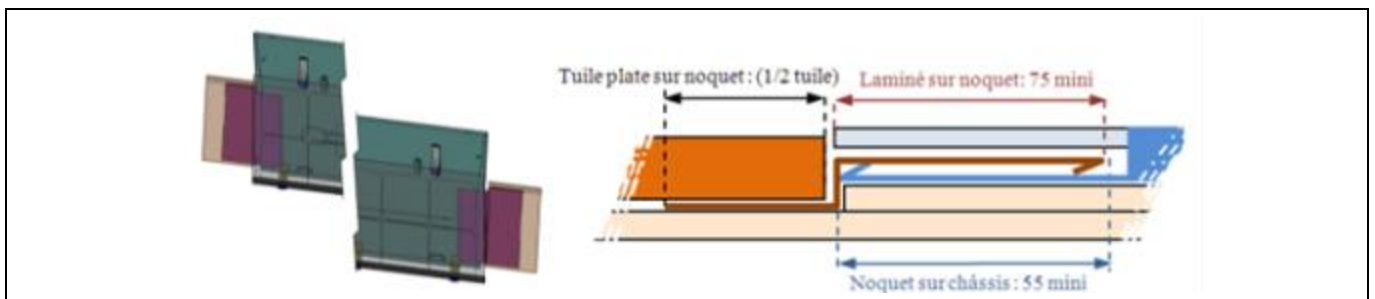
**Figure 35 : Emboîtements longitudinaux kits FOG et XL avec éléments de couverture**



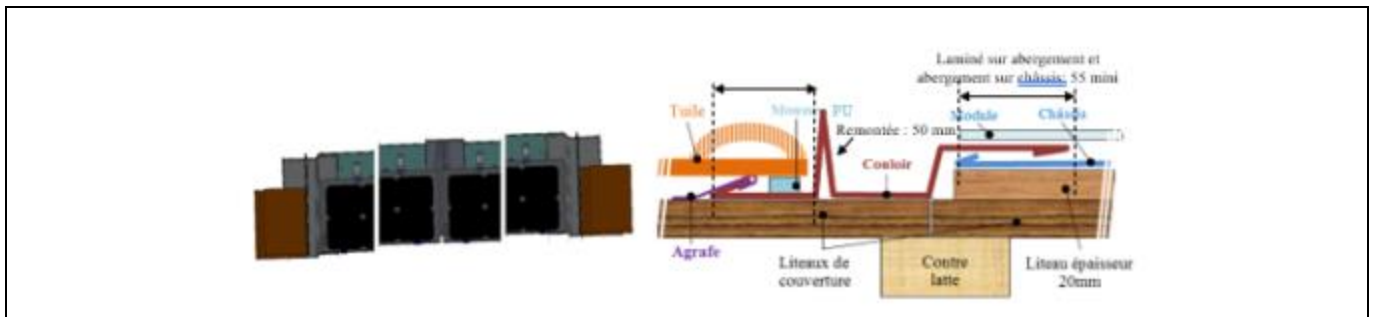
**Figure 36 : Recouvrements latéraux Ardoise PV / Ardoises Solaire Max**



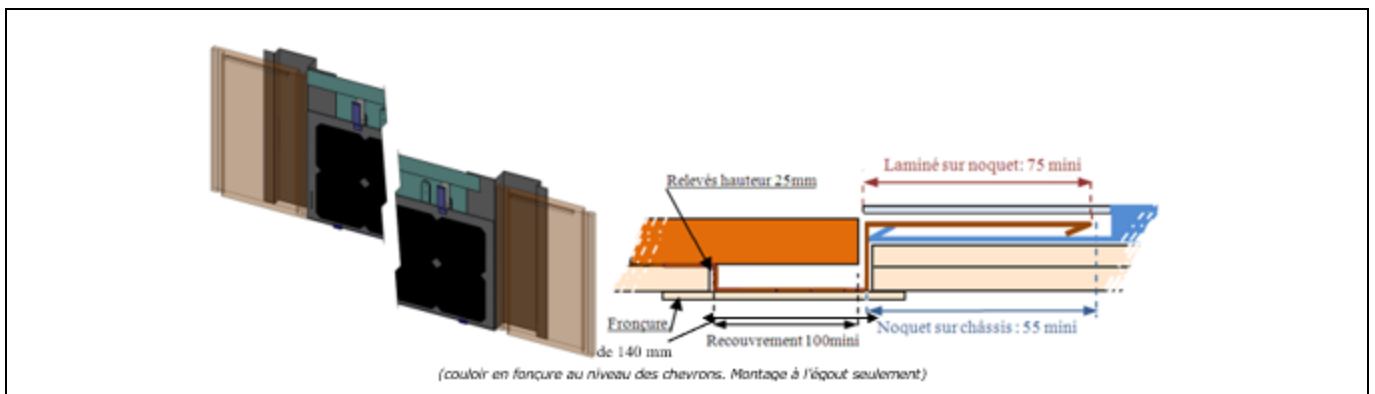
**Figure 37 : Recouvrements latéraux kit Ardoise avec éléments de couverture**



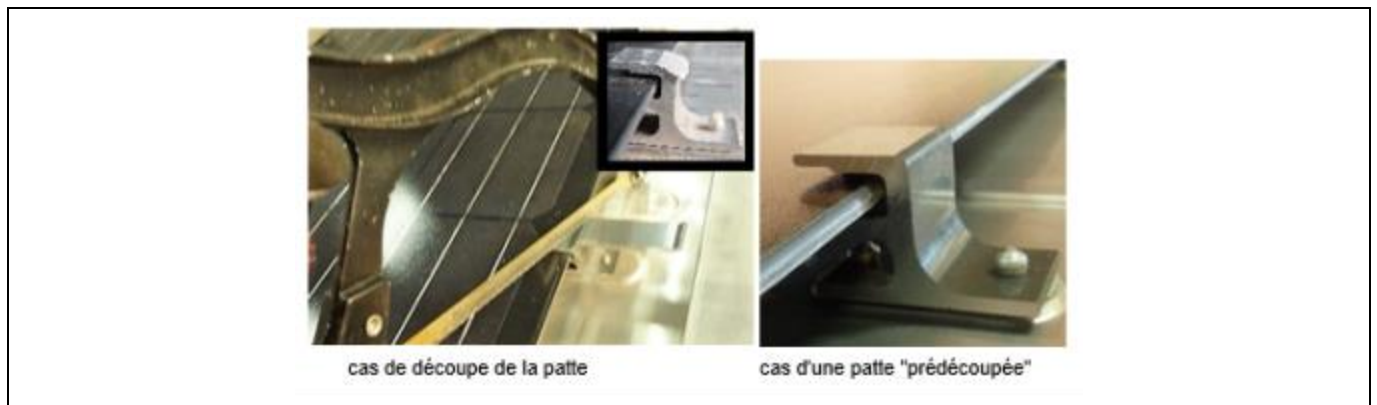
**Figure 38 : Recouvrements latéraux kit TP**



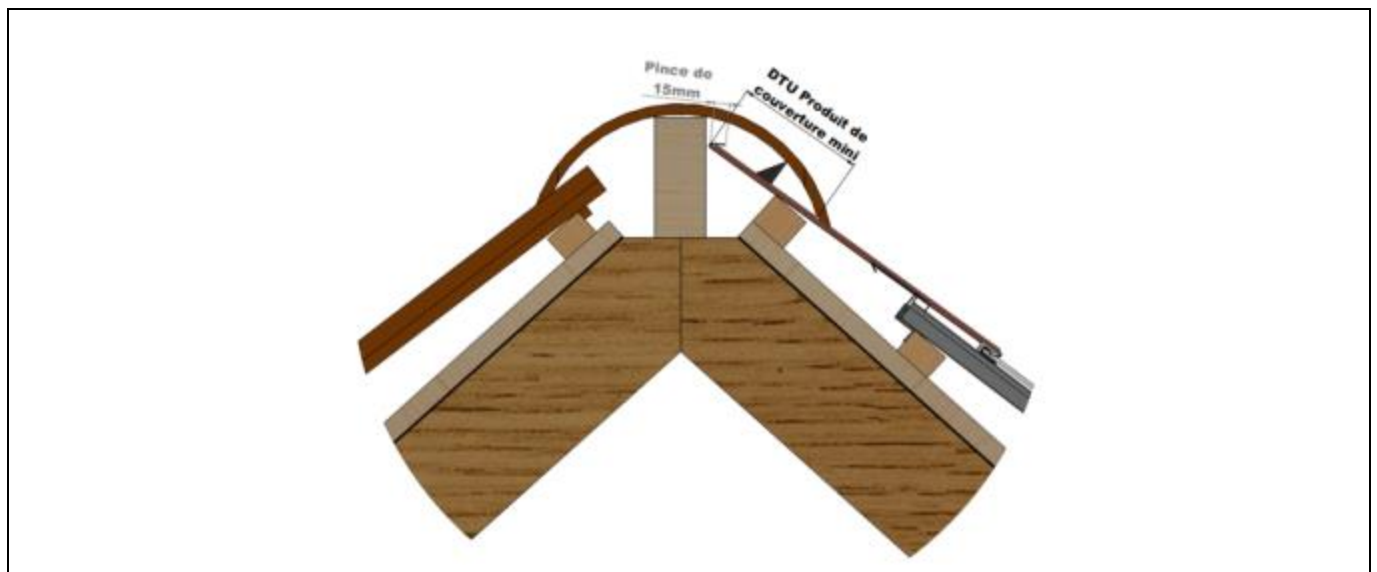
**Figure 39 : Recouvrements latéraux kit PM avec éléments de couverture**



**Figure 40 : Recouvrements latéraux kit NOUES avec éléments de couverture**



**Figure 41 – Découpe d'une patte de liaison inter-panneau ("Tuiles PV / Tuile Solaire Max") ou patte "prédécoupée" (TPVS / TSM STANDARD)**



**Figure 42 – Pose au faîtage**