

# Avis Technique 21/10-11

*Module photovoltaïque verre/polymère mis en œuvre en toiture*

*Procédé photovoltaïque  
Photovoltaic system  
Photovoltaiksystem*

## MIDITOP PRIMA

**Titulaire :** MIDISOLAIRE  
160 rue de la sur  
FR-31700 BEAUZELLE  
Tél. : 05 34 26 02 46  
Fax : 05 62 21 52 44  
Internet : <http://www.midisolaire.fr>

Commission chargée de formuler des Avis Techniques  
(arrêté du 2 décembre 1969)

**Groupe Spécialisé n° 21**

Procédés photovoltaïques

Vu pour enregistrement le 4 novembre 2010



Secrétariat de la commission des Avis Techniques  
CSTB, 84 avenue Jean Jaurès, Champs-sur-Marne, FR-77447 Marne-la-Vallée Cedex 2  
Tél. : 01 64 68 82 82 - Fax : 01 60 05 70 37 - Internet : [www.cstb.fr](http://www.cstb.fr)

**Le Groupe Spécialisé n° 21 "Procédés photovoltaïques" de la Commission chargée de formuler des Avis Techniques a examiné, le 30 juin 2010, le procédé photovoltaïque "MIDITOP PRIMA", présenté par la société MIDISOLAIRE. Il a formulé sur ce procédé l'Avis Technique ci-après. Cet Avis est formulé pour les utilisations en France européenne.**

## 1. Définition succincte

### 1.1 Description succincte

Procédé photovoltaïque mis en œuvre du faitage à l'égout, de façon partielle ou sur l'ensemble de la couverture pour des applications en toitures froides ventilées non isolées sur bâtiments ouverts et destiné à la réalisation d'installations productrices d'électricité solaire.

Il intègre :

- un (ou des) module(s) photovoltaïque(s), de puissance comprise entre 160 Wc et 195 Wc, muni(s) d'un cadre en profils d'aluminium,
- un système de montage permettant une mise en œuvre en toiture des modules uniquement en mode "portrait".

### 1.2 Identification des produits

Les marques commerciales et les références des modules sont inscrites à l'arrière du module cadré reprenant les informations suivantes : le nom du module, son numéro de série, ses principales caractéristiques électriques ainsi que le nom du fabricant.

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

## 2. AVIS

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

### 2.1 Domaine d'emploi accepté

Domaine d'emploi proposé au § 1.2 du Dossier Technique, restreint aux dispositions énoncées dans le § 2.222 "Stabilité" du présent Avis.

### 2.2 Appréciation sur le produit

#### 2.21 Conformité normative des modules

La conformité des modules photovoltaïques 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 CEI 60721-2-1.

#### 2.22 Aptitude à l'emploi

##### 2.221 Fonction Génie Électrique

##### Sécurité électrique du champ photovoltaïque

- Conducteurs électriques

Le respect des prescriptions définies dans la norme NF C15-100, et le guide UTE C15-712 pour le dimensionnement et la pose, permet de s'assurer de la sécurité et du bon fonctionnement des conducteurs électriques.

Les câbles électriques utilisés ont une tenue en température ambiante de - 40 °C à 90 °C et peuvent être mis en œuvre jusqu'à une tension de 1 000 V en courant continu, ce qui permet d'assurer une bonne aptitude à l'emploi des câbles électriques de l'installation.

- Protection des personnes contre les chocs électriques

Les modules photovoltaïques sont certifiés conformes à la Classe d'Application A de la norme NF EN 61730, et sont ainsi considérés comme répondant aux prescriptions de la classe de sécurité électrique II jusqu'à 1 000 V DC.

Les connecteurs CIXI (référence "05-6") utilisés, ayant un indice de protection IP65, sont des connecteurs débrochables 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 spécifiques, pour permettre de ne relier entre eux que des connecteurs mâles et femelles de la même marque et du même fabricant, assure la fiabilité du contact électrique entre les connecteurs.

L'utilisation de connecteurs SOLKLIP ou SOLFIL (pour la liaison des cadres des modules), de rondelles bi-métal (pour la liaison des rails), des attaches CADDY (pour la liaison des chemins de câbles) et de raccords à griffes (pour la liaison principale) pour en 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.

##### 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 trois diodes bypass sur chacun des modules photovoltaïques.

##### Puissance crête des modules utilisés

Les modules "TSM72-125M-xxx" ont des puissances crêtes comprises entre 160 et 195 Wc avec un pas de 5 Wc.

##### 2.222 Fonction Couverture

##### Stabilité

La stabilité du système 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, pour vérifier que celles-ci n'excèdent pas :
  - 2 400 Pa sous charge de neige normale (selon les règles NV65 modifiées),
  - 1 836 Pa sous vent normal (selon les règles NV65 modifiées),
- d'une reconnaissance préalable de la charpente support vis-à-vis de la tenue des fixations,
- d'un espacement entre pannes de toiture ne dépassant pas 2,60 m,
- du respect des pentes minimales admissibles en fonction de la région de neige et de la zone de vent du chantier au regard du Tableau 3 et du Tableau 4 (pour un site normal) ou Tableau 5 (pour un site exposé) du Dossier Technique.
- d'un porte-à-faux des rails ne dépassant pas 900 mm,
- d'informer le charpentier que le système génère des continuités d'appuis sur les pannes et que les formules nécessaires aux calculs des descentes de charge sont fournies par la société MIDISOLAIRE (voir le Tableau 2 du Dossier Technique).

##### Étanchéité à l'eau

La conception globale du procédé, ses conditions de pose prévues par le Dossier Technique (avec notamment l'obligation d'un raccordement à l'égout et au faitage, l'utilisation de tôles de récupération des condensats, la limitation de la longueur de rampant de la toiture à 30 m maximum et la fourniture systématique des tôles de finition) permettent considérer l'étanchéité à l'eau satisfaisante.

##### Complexité de toiture

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.

L'application du procédé en toiture complète paraît pouvoir être envisagée favorablement compte tenu de la fourniture systématique des tôles de finition de l'installation photovoltaïque par la société MIDISOLAIRE.

##### Sécurité au feu

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

Les critères de réaction et de résistance au feu, ainsi que le comportement au feu extérieur de toiture, prescrits par la réglementation doivent être appliqués en fonction du bâtiment concerné.

En fonction des exigences, un essai peut s'avérer nécessaire.

Dans le cas des Établissements Recevant du Public (ERP), la Commission Centrale de Sécurité (CCS) préconise par ailleurs la réalisation de mesures visant à assurer la sécurité des intervenants et des usagers (voir "Avis de la CCS sur les mesures de sécurité à prendre en cas d'installation de modules photovoltaïques dans un ERP" – Relevé des Avis de la réunion du 5 novembre 2009 de la sous-commission permanente de la CCS).

## Sécurité des usagers

La sécurité des usagers au bris de glace est assurée grâce à l'utilisation d'un support continu constitué par les tôles de récupération des condensats.

## 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 systématique :

- de dispositifs permettant la circulation des personnes sans appui direct sur les modules photovoltaïques (*nacelles, passerelles*),
- 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.

## Risques de condensation

Le procédé n'aggrave pas les risques de condensation par rapport aux couvertures traditionnelles en plaques métalliques ou plaques profilées de fibre-ciment sur bâtiment ouvert (*au sens des règles NV65*).

## Réalisation du point fixe

Le principe et le dimensionnement des points fixes (*destinés à s'opposer au glissement du procédé*) comme le dimensionnement de la charpente au droit de ces points fixes, devront faire l'objet d'une justification calculée dans chaque cas d'application.

## 2.23 Durabilité - Entretien

La durabilité propre des composants, leur compatibilité et la nature des contrôles effectués lors de leur fabrication permettent de préjuger favorablement de la durabilité du procédé 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 6*) et moyennant un entretien conforme aux indications portées dans le Dossier Technique, la durabilité de cette couverture peut être estimée comme satisfaisante.

## 2.24 Fabrication et contrôle

Les contrôles internes de fabrication effectués dans l'usine de fabrication ainsi que la supervision systématique de la société MIDISOLAIRE (*en cours de fabrication, avant livraison et sur chantier*) permettent de préjuger favorablement de la constance de qualité de la fabrication des modules photovoltaïques.

## 2.25 Mise en œuvre

La mise en œuvre du procédé effectuée par des installateurs agréés (*avertis des particularités de pose de ce procédé grâce à une formation obligatoire, disposant de compétences en couverture et titulaires d'une appellation "QUALI'PV, module Bat" pour la pose du procédé en toiture et disposant de compétences électriques et titulaires d'une appellation "QUALI'PV module Elec" pour la connexion électrique de l'installation photovoltaïque*) et systématiquement accompagnés par la société MIDISOLAIRE lors de leur premier chantier permet d'assurer une bonne réalisation des installations.

Le mode constructif et les dispositions de mise en œuvre se rapprochent de techniques classiques de mise en œuvre en verrière.

## 2.3 Cahier des Prescriptions Techniques

### 2.31 Prescriptions communes

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.

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.

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

Une reconnaissance préalable de la charpente support est à faire à l'instigation du maître d'ouvrage.

### 2.32 Prescriptions techniques particulières

#### 2.321 Livraison

La notice de montage, un plan de prévention concernant les risques liés aux travaux en hauteur et sous haute tension ainsi que deux cahiers des charges techniques spécifiques pour chaque installation (*le premier concernant les aspects photovoltaïques, le deuxième, les aspects liés au bâtiment d'implantation*) doivent être fournis avec le procédé.

#### 2.322 Installation électrique

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

Afin de protéger les biens et les personnes, l'installation photovoltaïque doit être réalisée conformément à la norme électrique NF C 15-100.

La réalisation de l'installation devra être effectuée conformément au guide UTE C15-712 et au Guide pratique à l'usage des bureaux d'études et installateurs sur les "Spécifications techniques relatives à la protection des personnes et des biens dans les installations photovoltaïques raccordées au réseau", édité par l'ADEME et le SER en décembre 2008.

#### 2.323 Mise en œuvre

Les installations devront toujours être mises en œuvre jusqu'à l'égout et au faîtage de la toiture.

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 regard des contraintes maximales admissibles du procédé,
- du respect des pentes minimales admissibles et de la reconnaissance préalable de la charpente vis-à-vis de la tenue des fixations en fonction de la région de neige et de la zone de vent du chantier au regard du Tableau 3 et du Tableau 4 (*pour un site normal*) ou Tableau 5 (*pour un site exposé*) du Dossier Technique.

Il est également important d'informer le charpentier que le système génère des continuités d'appuis sur les pannes et que les formules nécessaires aux calculs des descentes de charge sont fournies par la société MIDISOLAIRE (*voir le Tableau 2 du Dossier Technique*).

Afin de traiter la dilatation des matériaux, la fixation des rails MIDITOP doit s'effectuer à l'aide de points fixes et de points dilatants. De plus, la charpente au droit des points fixes doit être dimensionnée et vérifiée grâce aux calculs des efforts à prendre en compte, effectués par la société MIDISOLAIRE. En conséquence, il est nécessaire de se reporter au § 8.333.

Les règles de mise en œuvre décrites au Dossier Technique doivent être respectées.

A noter que les modules sont toujours positionnés en mode portrait et qu'il est nécessaire de mettre en place ceux-ci entre les rails MIDITOP de façon à ce qu'il existe un jeu symétrique de 1,3 mm de part et d'autre pour permettre la dilatation du cadre dans la direction parallèle à l'égout.

Les toitures ne peuvent être traitées qu'avec un seul éclissage des rails MIDITOP pour des longueurs de rampant maximales de 30 m.

La mise en œuvre des modules doit être assurée par des installateurs formés aux particularités du procédé et aux techniques de pose.

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

#### 2.324 Assistance technique

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

## Conclusions

### Appréciation globale

L'utilisation du procédé dans le domaine d'emploi accepté est appréciée favorablement.

### Validité

Jusqu'au 30 juin 2013.

Pour le Groupe Spécialisé n° 21  
Le Président  
Alain DUIGOU

---

### **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.

La spécificité du procédé impose que les installations soient toujours et obligatoirement mises en œuvre jusqu'à l'égout et au faitage de la toiture.

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 regard des contraintes maximales admissibles du procédé;
  - une reconnaissance préalable de la charpente support vis-à-vis de la tenue des fixations.
- une attention particulière doit être apportée à la mise en œuvre afin de ne pas perturber la ventilation naturelle de la toiture.

*Le Rapporteur du Groupe Spécialisé n° 21*  
Nadège BLANCHARD

# Dossier Technique

## établi par le demandeur

## A. Description

### 1. Description générale

#### 1.1 Présentation

Procédé photovoltaïque mis en œuvre du faitage à l'égout, de façon partielle ou sur l'ensemble de la couverture pour des applications en toitures froides ventilées non isolées sur bâtiments ouverts et destiné à la réalisation d'installations productrices d'électricité solaire.

Il intègre :

- un (ou des) module(s) photovoltaïque(s), de puissance comprise entre 160 Wc et 195 Wc, muni(s) d'un cadre en profils d'aluminium,
- un système de montage permettant une mise en œuvre en toiture des modules uniquement en mode "portrait".

#### 1.2 Domaine d'emploi

- Utilisation en France européenne, pour des altitudes inférieures à 900 m.
- Mise en œuvre :
  - sur des bâtiments ouverts de type agricole ou industriel,
  - en association ou en remplacement de tôles d'acier nervurées et de plaques profilées en fibres-ciment, conformes à la norme NF DTU 40-35 ou au Cahier du CSTB 3297, notamment en ce qui concerne la nature des pannes,
  - sur des charpentes où l'entraxe entre pannes acier ou pannes bois reste inférieur à 2,60 m (*le porte-à-faux des rails étant limité à 900 mm maximum*),
    - soumises à des charges de neige normales n'excédant pas 2 400 Pa selon les règles NV 65 modifiées,
    - soumises à des charges de vent normales n'excédant pas 1 836 Pa selon les règles NV 65 modifiées.
  - sur des versants de pente, imposée par la toiture, comprise entre 9 % et 100 % (5° et 45°) : en fonction de la région de neige et de la zone de vent du chantier, il est nécessaire de se reporter au Tableau 3 ainsi qu'au Tableau 4 (*pour un site normal*) ou au Tableau 5 (*pour un site exposé*) afin de vérifier la pente de toiture minimale admissible.
  - applicable uniquement pour des toitures froides ventilées non isolées selon les dispositions du § 8.32.
  - sur des longueurs de rampants de toiture limitées à 30 m maximum et ce, dans la limite du respect des longueurs de rampant maximum définies dans les normes NF DTU et les documents de référence concernés lorsque des éléments de couverture (*bacs acier ou plaques profilées en fibres-ciment*) sont associés aux photovoltaïques.
- Les modules photovoltaïques peuvent être installés en partie courante de toiture, néanmoins toujours raccordée à l'égout et au faitage, ou sur l'ensemble de la toiture : l'installation pouvant ainsi être également raccordée aux rives. Ces mises en œuvre ne sont permises que si la toiture ne présente aucune pénétration (*cheminées, sorties de toiture, fenêtres de toit...*) sur la surface d'implantation du procédé photovoltaïque.
- Au regard du cadre des modules photovoltaïques et des pièces du système de montage, le Tableau 6 précise les revêtements permis en fonction de l'exposition aux atmosphères extérieures.

### 2. Éléments constitutifs

Le procédé photovoltaïque "MIDITOP PRIMA" est l'association d'un module photovoltaïque cadré et d'un système de montage spécifique lui permettant une mise en œuvre en toiture.

Tous les éléments décrits dans ce paragraphe font partie de la livraison du procédé assurée par la société MIDISOLAIRE.

#### 2.1 Module photovoltaïque

Le module photovoltaïque (*voir la Figure 1*) est fabriqué par la société SHANGHAI TOPSOLAR GREEN ENERGY Co. et possède la dénomination commerciale " TSM72-125M-xxx" (*xxx représentant la puissance crête du module pouvant aller de 160 à 195 Wc*).

#### 2.11 Film polymère

D'épaisseur 0,3 mm, le film polymère provient de la société DAI NIPPON PRINTING avec la référence M1X1.

#### 2.12 Cellules photovoltaïques

- Technologie des cellules : monocristalline.
- Dénomination commerciale : "Mono C-Si".
- Dimensions : 125 x 125 mm.
- Épaisseur : (210 ± 50) µm.

Au nombre de 72, ces cellules sont connectées en série et réparties en 6 colonnes de 12 cellules selon la configuration suivante (*en considérant le module en mode "portrait"*) :

- distance minimale entre cellules : (3 ± 1) mm,
- distance horizontale minimale entre cellule et bord : 20,5 mm,
- distance verticale minimale entre cellule et bord : 10,5 mm.

#### 2.13 Collecteurs entre cellules

Les collecteurs entre cellules photovoltaïques sont en cuivre étamé.

#### 2.14 Intercalaire encapsulant

Résine à base d'EVA (*Ethyl Vinyl Acétate*) de 0,5 mm d'épaisseur permettant d'encapsuler les cellules entre le film polymère et le vitrage.

#### 2.15 Vitrage

- Nature : verre trempé selon la norme EN 12150.
- Transmission solaire : environ 91 %.
- Épaisseur : (3,2 ± 0,1) mm.
- Dimensions : 1 580 x 802 mm.

#### 2.16 Boîte de connexion avec diodes, câbles et connecteurs associés

Une boîte de connexion (*voir la Figure 2*) de dénomination "PV-RH0502B" fabriquée par la société CIXI RENHE PHOTOVOLTAIC ELECTRICAL APPLIANCE Co. est collée en sous-face du module avec un joint "HT9661" de la société SHANGHAI HUITIAN NEW CHEMICAL MATERIAL Co.

Elle présente les dimensions hors tout suivantes : 147 x 130 x 25 mm.

Lors de sa fourniture pour la fabrication des modules, elle possède déjà ses trois diodes : chacune protégeant ainsi 24 cellules et permettant de limiter les échauffements de cellules dus aux ombrages et d'éviter le phénomène de "point chaud".

Elle est également livrée avec ses câbles électriques et les connecteurs associés. Les deux câbles électriques (*référence "PV1-F"*) de section 4 mm<sup>2</sup> et de longueur 900 mm se trouvent donc en sortie de la boîte de connexion.

Les connecteurs (*référence "05-6"*) sont des connecteurs débouchables préassemblés de la société CIXI. Des deux connecteurs en sortie de la boîte de connexion, le connecteur mâle est de polarité positive et le connecteur femelle est de polarité négative.

Cette boîte de connexion a été certifiée par le TÜV selon les normes DIN VDE V 0126-5/05.08 et UL 1703 et possède les caractéristiques suivantes :

- Classe II et Classe A de sécurité électrique.
- Indice de protection : IP 65.
- Courant maximum admissible : 9,5 A.
- Plage de température ambiante : - 40 à + 90 °C.
- Tension de système maximum : 1 000 V DC.

De plus, les câbles et les connecteurs ont également été certifiés séparément par le TÜV.

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, le guide UTE C15-712, et les spécifications des onduleurs (*longueur et section de câble adaptées au projet*). De plus, ils sont unipolaires à double isolation, résistants aux UV et aux intempéries (*conditions d'influence AN3*) et présente une température admissible à l'âme d'au moins 90 °C. Ils sont ignifugés et sans halogènes.

Seuls des connecteurs débouchables CIXI sont utilisés sur l'installation.

## 2.17 Cadre du module photovoltaïque

Le cadre des modules (voir la Figure 3) est composé d'un châssis en profils d'aluminium EN AW 6063 T5 anodisé (10 µm) pour la fixation au système de montage.

Le cadre des modules présente deux profils longitudinaux (sur la longueur des modules) et deux profils transversaux (sur la largeur des modules).

Ils sont reliés ensemble grâce à des équerres crantées qui sont ensuite poinçonnées au travers des profilés sur leurs deux côtés.

Le cadre complet présente les moments d'inertie suivants :

- I/v horizontal : 4,813 cm<sup>4</sup>
- I/v vertical : 0,9706 cm<sup>4</sup>

De plus, un cordon de colle à base de poly(diméthyl)siloxane est déposé entre le cadre et le module (les références de cette colle ont été fournies dans le dossier d'instruction du CSTB) ainsi qu'un deuxième cordon en face arrière du module entre le cadre et le film polymère.

## 2.2 Système de montage

Les éléments de ce système de montage (voir la Figure 4 et la Figure 5) sont commercialisés par la société MIDISOLAIRE.

### 2.21 Structure principale

#### 2.211 Rails MIDITOP

Les rails MIDITOP (voir la Figure 6) constituent l'élément principal du procédé en assurant le support des modules sur la toiture.

Ces profilés présentent les caractéristiques suivantes :

- Dimensions hors tout : 194 x 131,3 mm.
- Longueur maximale : 15 m.
- Moment d'inertie horizontal : 367,821 cm<sup>4</sup>.
- Moment d'inertie vertical : 344,088 cm<sup>4</sup>.

Ils sont livrés en aluminium AW 6060 (suivant EN 573-3) T6 (suivant EN 755-2) de finition (voir le Tableau 6) :

- brute, en standard,
- ou anodisée sous label QUALANOD classe 15 ou classe 20.

Ces rails MIDITOP sont livrés avec des parecloses montées directement en usine sur ces profilés à l'aide de vis/écrous/ressorts.

Pour sa fixation aux pannes de la toiture, chaque rail dispose de trous oblongs (9 x 35 mm) pour permettre la dilatation sauf en un endroit où les trous sont ronds (diamètre 8,2 mm) pour positionner le point fixe (voir la Figure 7).

Dans le cas d'un bâtiment neuf, ces profilés sont percés en usine (trous oblongs et trous ronds) à l'entraxe des pannes de l'installation considérée. Dans le cas d'un bâtiment existant, les rails sont percés sur chantier.

#### 2.212 Parecloses et accessoires

##### • Parecloses

Les parecloses (voir la Figure 8) viennent sur les rails MIDITOP pour permettre la fixation des modules photovoltaïques.

Ces éléments présentent les caractéristiques suivantes :

- Dimensions hors tout : 38 x 17,5 mm.
- Longueur maximale : 15 m en accord avec la longueur du rail.
- I/v horizontal : 0,754 cm<sup>4</sup>.
- I/v vertical : 1,762 cm<sup>4</sup>.

Les parecloses sont livrées en aluminium AW 6060 (suivant EN 573-3) T6 (suivant EN 755-2) de finition (voir le Tableau 6) :

- brute, en standard,
- ou anodisée sous label QUALANOD classe 15 ou classe 20.

Munies sur sa longueur de joints sur ses deux côtés, les parecloses sont montées en usine sur les rails MIDITOP à l'aide de boulons MIDITOP.

Elles présentent des perçages de diamètre 8 mm espacés de 317 mm, pour l'emplacement des boulons MIDITOP qui coulisent dans la rainure du rail MIDITOP. La dilatation de la pareclose est ainsi absorbée par ce glissement.

##### • Joints pareclose

Les joints utilisés sont en matériau "PRODENE 123" du fabricant PRODEX, approvisionné par la société CTS COUSIN TESSIER sous la référence "TEFABLOC TO 628 65A 2000". Ces joints, de dureté shore 65, ont été homologués par le CSTB en tant que partie active de profilés d'étanchéité utilisés en menuiserie extérieure et en façade légère et ce, en grade 4.

Note : les joints sont continus sur toute la longueur de la pareclose.

##### • Boulons MIDITOP

Les boulons MIDITOP sont constitués de vis, écrous et ressort. Les vis et écrous sont spécifiques et ont été développés par la société MIDISOLAIRE pour son procédé.

- Les vis utilisées sont des vis M6 à tête losange, en aluminium AW 7075 avec oxydation anodique (5 à 10 µm), épaulées (l'épaulement est de diamètre 7 mm) pour permettre un serrage constant et uniforme de la pareclose et des joints. De longueur totale 55 mm, elles présentent un diamètre de tête de 13 mm.
- Les écrous sont hexagonaux à collerette (2 mm de hauteur) et de diamètre hors tout 12,7 mm.
- Un ressort plastique est présent entre chaque tête de vis et écrou.

Les boulons MIDITOP sont présents sur les parecloses à raison d'un boulon tous les 317 mm. Ils présentent une résistance caractéristique à l'arrachement de 614 daN dans les parecloses.

##### • Assemblage du boulon MIDITOP avec la pareclose

La vis est insérée en usine, tête vers le bas, pour venir en butée dans la rainure centrale du rail MIDITOP. L'épaulement de la vis permet de bloquer l'écrou sur un appui fixe indépendamment du réglage du couple de serrage de la visseuse. Une fois le ressort positionné au-dessus, la pareclose est mise en place. L'écrou est alors fixé sur la vis (voir la Figure 9).

Pour permettre la souplesse de mise en œuvre des modules sous les parecloses, les têtes losange des vis sont positionnées dans la deuxième rainure centrale des rails (position haute). Ainsi, l'ensemble peut pivoter autour de la rainure pour permettre l'insertion d'un module (voir la Figure 10). Pour bloquer l'ensemble, les têtes losange des vis sont positionnées dans la première rainure centrale des rails en position basse (voir la Figure 11).

#### 2.213 Entretoise

Comme son nom l'indique, cette pièce joue le rôle d'une entretoise (en haut et en bas de l'installation) pour garantir l'entraxe de 830 mm entre les rails MIDITOP (tolérance du parallélisme garantie à ± 0,5 mm) tout en permettant de rigidifier l'ensemble de la structure. Cet entraxe de 830 mm permet également de garantir un jeu de 2,6 mm pour la dilatation longitudinale des matériaux.

Enfin, l'entretoise permet de servir de butée en bas de rampant au poids propre des colonnes de modules photovoltaïques.

En aluminium AW 6060 T5, elle est constituée d'un tube 40 x 40 mm d'épaisseur 2 mm sur lequel sont soudées deux pattes de fixation à ses extrémités (voir la Figure 12).

Elle est livrée avec des boulons M8x80 avec écrou à collerette pour sa fixation aux rails MIDITOP.

#### 2.214 Joint transversal

Le joint transversal est utilisé pour réaliser l'étanchéité entre les modules, dans l'entraxe des rails MIDITOP. Ce sont également ces joints qui sont utilisés entre l'entretoise et les modules. Ces joints sont prédécoupés à une longueur égale à 808 mm.

Sa géométrie particulière (voir la Figure 13) permet de drainer les gouttes d'eau éventuellement infiltrées grâce à ses trois bulles d'air vers l'extrémité du joint, et donc, vers les rails MIDITOP.

Comme les joints parecloses, le matériau constitutif est du "PRODENE 123" du fabricant PRODEX, approvisionné par la société CTS COUSIN TESSIER sous la référence "TEFABLOC TO 628 65A 2000". Ces joints, de dureté shore 65, ont été homologués par le CSTB en tant que partie active de profilés d'étanchéité utilisés en menuiserie extérieure et en façade légère et ce, en grade 4.

#### 2.215 Grenouillère

Afin d'obtenir un effort de serrage constant et répétable des joints transversaux, il est utilisé des grenouillères qui vont venir s'accrocher sur les cadres des modules (en sous-face). Deux grenouillères sont ainsi positionnées sur la largeur des modules pour chaque liaison transversale entre deux modules.

Ces pièces (voir la Figure 14), en acier zingué blanc, fournissent un effort de serrage de 50 daN.

#### 2.216 Joint cabochon

Le joint cabochon (voir la Figure 15) est destiné à recouvrir la pareclose pour permettre d'obtenir une meilleure finition de l'installation. Il vient ainsi s'insérer dans la rainure de la pareclose, celle-là même qui accueille le boulon MIDITOP.

Comme les joints parecloses, le matériau constitutif est du "PRODENE 123" du fabricant PRODEX, approvisionné par la société CTS COUSIN TESSIER sous la référence "TEFABLOC TO 628 65A 2000". Ces joints, de dureté shore 65, ont été homologués par le CSTB en tant que partie active de profilés d'étanchéité utilisés en menuiserie extérieure et en façade légère et ce, en grade 4.

Il est utilisé avec une longueur légèrement supérieure à celle du rampant pour pouvoir venir retomber sur la section du rail MIDITOP (voir le § 8.337).

## 2.22 Éléments de liaison à la charpente

Le procédé MIDITOP PRIMA est fixé sur les pannes de la charpente par bridage, il n'y a donc pas de perçages ni de vis autoforeuses.

## 2.221 Étriers de bridage

Les étriers permettent la fixation du procédé sur les pannes de la charpente par bridage. Ces étriers sont multiples : ils sont choisis en fonction de la nature des pannes de la charpente considérée (*un type d'étrier par type de panne*) pour ne pas comprimer ou déformer la panne : se référer au Tableau 1 pour déterminer la référence exacte.

Il existe également des étriers spécifiques qui sont utilisés pour mettre en place les points fixes permettant de traiter de la dilatation des rails.

Les étriers permettent de conserver un jeu de 2 mm maximum entre la tige de l'étrier et la panne de la toiture. Dans le cas des étriers spécifiques nécessaire aux points fixes des rails, ce jeu n'existe plus.

Constitué d'acier selon NF A 35-053 (Fr8) galvanisé à chaud selon NF A 91-121 (classe B), masse de zinc 150g/m<sup>2</sup> minimum, de diamètre 8,4 mm, ils présentent un épaulement en partie supérieure (*du côté du rail MIDITOP qui limite le serrage et évite la déformation de la panne*) avec un renforcement du diamètre de la tige en M8 sur 40 mm avec filetage (*pour une butée mécanique indépendante du couple de serrage de la rondelle et de l'écrou M8*). Le filetage et les sections cisailées sont protégés par un revêtement organique riche en zinc de manière à assurer une protection à la corrosion des rails MIDITOP et des fixations.

Pour la fixation aux rails MIDITOP, des écrous M8 sont fournis en acier selon NF A 35-053 (Fr8) galvanisé à chaud selon NF A 91-121 (450 g/m<sup>2</sup> min) et isolés par des rondelles vulcanisées cylindriques (*diam. ext. 19 mm*) pour les trous ronds du rail ou rectangulaires (*80 x 18 mm*) pour les trous oblongs du rail.

## 2.222 Isolant butylène adhésif

Dans le cas d'un chantier avec pannes métalliques, un isolant butylène adhésif revêtu d'aluminium et renforcé par un support polyester est fourni avec le procédé pour permettre d'éviter tout couple électrolytique entre les pannes et les rails MIDITOP.

D'épaisseur 1,5 mm, il peut être de largeur 75 ou 150 mm selon la largeur de la panne. Il peut être découpé en morceaux de 25 cm de long ou déposé en continu sur toute la longueur de la panne.

## 2.23 Sous-structure

### 2.231 Tôle de récupération des condensats

Les tôles de récupération des condensats (*voir la Figure 16*) assurent, comme leur nom l'indique, la récupération des eaux de condensation.

D'épaisseur 10/10<sup>ème</sup>, ces tôles sont de largeur égale à 653 mm et présentent une hauteur de 15 mm.

Elles sont livrées en aluminium AW 6060 (*suivant EN 573-3*) T5 (*suivant EN 755-2*) de finition (*voir le Tableau 6*) :

- brute, en standard,
- ou anodisée sous label QUALANOD classe 15 ou classe 20.

#### • Tôle standard de récupération des condensats

A la différence des tôles spécifiques, les tôles standards possèdent une longueur constante de 1 250 mm. De plus, elles présentent deux goujons soudés M6 x 20 en partie basse et deux encoches en U en partie haute pour leur liaison aux rails MIDITOP par l'intermédiaire des "supports tôles RC" (*voir le § 2.232*).

#### • Tôle spécifique de récupération des condensats

En fonction du nombre de modules photovoltaïques sur le rampant de toiture, il est nécessaire d'utiliser une tôle spécifique au niveau de la faîtière qui aura une longueur donnée dans le tableau suivant.

Nombre de modules photovoltaïques	Longueur de la tôle spécifique	Nombre de tôles standards nécessaires
1	503	1
2	913	2
3	148	4
4	558	5
5	968	6
6	203	8
7	613	9
8	1 023	10
9	258	12
10	668	13
11	1 078	14
12	313	16
13	723	17
14	1 133	18
15	368	20
16	778	21
17	1 188	22
18	423	24

De plus, elles présentent quatre goujons soudés M6x16 : deux en partie basse et deux en partie haute pour leur liaison aux rails MIDITOP par l'intermédiaire des "supports tôles RC" (*voir le § 2.232*).

Si nécessaire (*voir le § 8.32*), la sous-face de ces tôles est équipée en usine d'un régulateur de condensation conforme à la norme NF DTU 40.35. Pour ne pas perturber l'effet de ce régulateur au niveau du tuilage entre 2 tôles, les goujons M6 x 20 sont épaulés à la base afin de laisser un espace et ne pas comprimer le film.

## 2.232 Support tôles RC

Les "supports tôles RC" (*voir la Figure 17*) permettent de soutenir les tôles de récupération des condensats et de les relier aux rails MIDITOP.

D'épaisseur 4 mm, elles présentent les dimensions hors tout suivantes : 665 x 50 x 12 mm.

Elles sont livrées en aluminium AW 6060 (*suivant EN 573-3*) T5 (*suivant EN 755-2*) de finition (*voir le Tableau 6*) :

- brute, en standard,
- ou anodisée sous label QUALANOD classe 15 ou classe 20.

Ces pièces sont chacune munies de deux encoches pour permettre d'accueillir les goujons M6 des tôles de récupération des condensats. Ces goujons sont ensuite coiffés d'écrous à collerette M6 en aluminium pour permettre de retenir les tôles sur les "supports tôles RC".

## 2.24 Éléments de finition

Toutes les tôles de finition sont livrées (*voir le Tableau 6*) :

- en standard, en acier de nuance S320GD selon la norme NF EN 10346 d'épaisseur 75/100<sup>ème</sup> avec un revêtement Z225 et une peinture polyester (*7 couleurs RAL sont disponibles*).
- sur demande, en aluminium AW 6060 d'épaisseur 10/10<sup>ème</sup> (*suivant EN 573-3*) avec un revêtement polyester sous label QUALICOAT brute.

### 2.241 Tube 40 x 40

En aluminium AW 6060 T6 et d'épaisseur 2 mm et de longueur maximale 7,5 m, cette pièce est utilisée pour la finition de l'installation au niveau de sa périphérie. Effectivement, le rail MIDITOP étant symétrique, le tube 40 x 40 est utilisé pour "simuler" l'épaisseur du module du côté extérieur de l'installation photovoltaïque. Il permet ainsi de soutenir la pareclose de façon uniforme et de servir d'appui pour les tôles de finition.

### 2.242 Tôles de finition latérale droite et gauche

Quand l'installation photovoltaïque ne recouvre pas l'ensemble de la toiture, ces pièces permettent de finaliser les parties latérales du champ pour permettre la liaison du procédé photovoltaïque avec les éléments de couverture environnants.

Ces tôles (*voir la Figure 18*) sont conçues de façon à venir, d'un côté, se positionner sur le rail MIDITOP, au-dessus d'un tube 40 x 40, pour être maintenue par la pareclose et fixées sur le tube 40 x 40 à l'aide de vis de couture au pas de 200 mm. De l'autre côté, elle vient coiffer deux ondes d'un élément de couverture adjacent.

En fonction des éléments de couverture environnants, du côté de champ photovoltaïque qu'elle traite et de son positionnement sur la toiture, cette tôle présente différentes géométries en fonction de trois paramètres :

- L1 : hauteur de la tôle,
- L2 : largeur de la tôle en prenant en compte le recouvrement sur deux ondes de l'élément de couverture environnant,
- L3 : hauteur de l'onde.

Ces tôles sont fournies en dimension standard de longueur égale à 2 m pouvant être redécoupées sur chantier pour s'adapter aux dimensions de la toiture.

Pour permettre de traiter l'étanchéité des angles en partie basse et haute de l'installation photovoltaïque, les tôles latérales sont livrées avec les pièces suivantes (*voir la Figure 19*):

- Bouchons Tôle Latérale pour égout (*droit et gauche*) pour la partie inférieure du champ photovoltaïque avec des vis de couture (*2 vis par bouchon*).
- Bouchons Tôle Latérale pour faîtière (*droit et gauche*) pour la partie supérieure du champ photovoltaïque avec des vis de couture (*2 vis par bouchon*).

## 2.243 Tôle de rive

La tôle de rive est utilisée en partie latérale du champ photovoltaïque quand celui-ci recouvre l'intégralité de la surface de la couverture.

Ces tôles sont, soit fournies en dimension standard de longueur égale à 2 m pouvant être redécoupées sur chantier pour s'adapter aux dimensions de la toiture, soit fournies aux dimensions sur-mesure de la toiture considérée.

Elles présentent deux géométries différentes selon qu'elles sont utilisées à droite ou à gauche du champ photovoltaïque.

Elles sont livrées avec des "Bouchons Hauts et Bouchons Bas" (voir la Figure 21) et des vis de couture (2 vis par bouchon) pour permettre de traiter l'étanchéité des angles en partie basse et haute de l'installation photovoltaïque.

## 2.244 Grille anti-rongeurs

La grille anti-rongeur (voir la Figure 22) est une tôle qui va permettre le traitement de l'égoût de la toiture. C'est une tôle standard puisqu'elle vient se positionner entre chaque rail MIDITOP (disposant d'un entraxe constant).

D'épaisseur 0,75 mm, elles présentent 212 trous de diamètre 12 mm pour la ventilation des modules photovoltaïques et possèdent les dimensions hors tout suivantes : 910 x 158,75 x 36 mm.

## 2.245 Faîtage photovoltaïque

Au-dessus du champ photovoltaïque, deux conceptions de faîtage ("simple" ou "double" ventilation) peuvent être envisagées afin de privilégier plus ou moins la ventilation en sous-sous-face du champ photovoltaïque.

Pour chaque forme de pièces, il y a sur le plan de fabrication des paramètres variables permettant de s'adapter à chaque cas de figure.

Se référer au Tableau 6 pour le décompte des pièces nécessaires à chaque configuration de toiture.

### 2.2451 Faîtage simple ventilation

Dans ce cas de figure, on utilise deux pièces :

- La faîtière (réf. *MTOPINE30821110*), qui est une tôle qui va permettre le traitement du faîtage de la toiture. Elle présente 52 vantelles pour permettre la ventilation des modules photovoltaïques (voir la Figure 23). Le plan de fabrication de cette pièce comprend 3 paramètres pour s'adapter à tous les cas de figure.
- Le closoir anti-reflux (voir la Figure 24) qui va venir en sous-face de la tôle faîtière. Cranté et adapté à la géométrie des éléments de couverture du versant de toiture opposé, elle va permettre d'éviter le reflux d'eau sous le faîtage. C'est le couvreur qui donne les données d'entrée (géométrie des éléments de couverture, dimension de l'onde, pas, etc.) permettant la fabrication de cette pièce.

### 2.2452 Faîtage double ventilation

Dans ce cas de figure, le faîtage est traité à l'aide d'une casquette venant coiffer les 2 pans de toiture.

Les pièces utilisées sont alors les suivantes :

- La grille anti-rongeurs pignon (réf. *MTOPIINI30530930*) qui est plaquée contre les rails MIDITOP® PRIMA afin d'éviter l'intrusion des rongeurs (voir la Figure 25).
- Le réflecteur anti-reflux du versant photovoltaïque (réf. *MTOPIINI30700840*) pour éviter l'intrusion d'eau dans le cas de pluie avec un vent latéral. Ce réflecteur anti-reflux est de longueur 840 mm et de section 30 x 30 x 10 mm (voir la Figure 26).
- Le tube 50 x 50 inséré à l'intérieur du rail MIDITOP® PRIMA.
- Le support faîtière (réf. *MTOPIINE30960252*) qui se fixe sur le tube à l'aide de vis autoforeuses TH63 x 35 P2. La liaison entre le support faîtière et le tube est articulé : elle permet un réglage adapté à l'inclinaison du rampant (voir la Figure 27).
- La casquette (réf. *MTOPIINI30604000*) qui est pré-percée pour permettre sa fixation de part et d'autre sur le "support tôle faîtière" à l'aide de vis de couture avec rondelle d'étanchéité (type *TETALA 6.3 x 22* de la société *FAYNOT*) (voir la Figure 27).
- La pièce "extrémité casquette" (réf. *MTOPIINE30610358*) qui réalise la terminaison de la casquette (voir la Figure 27).
- Pour le versant de toiture opposé, le closoir anti-reflux cranté et adapté à la géométrie des éléments de couverture et la tôle anti-reflux versant opposé. C'est le couvreur qui donne les données d'entrée (géométrie des éléments de couverture, dimension de l'onde, pas, etc.) permettant la fabrication de ces pièces.

## 2.246 Faîtage adjacent au champ photovoltaïque

Lorsque l'installation photovoltaïque n'est pas reliée aux rives de la toiture, la société MIDISOLAIRE fournit également les pièces permettant de traiter le faîtage de part et d'autre du champ photovoltaïque (donc au-dessus des éléments de couverture traditionnels).

Ce faîtage est principalement constitué d'une tôle "Pignon faîtière" (réf. *MTOPINE30914000*) va permettre de couvrir les 2 versants de toiture. Le plan de fabrication de cette pièce comprend 2 paramètres (dont l'angle des versants) pour s'adapter à tous les cas de figure (voir la Figure 28).

Pour fermer les extrémités de la tôle "Pignon faîtière", il est nécessaire d'utiliser :

- soit le "Bouchon Pignon" (voir la Figure 29) dans le cas d'un faîtage "simple ventilation",
- soit le "Bouchon Pignon" et le "Réflecteur Pignon" (voir la Figure 30) dans le cas d'un faîtage "double ventilation".

De plus, dans le cas d'un faîtage "simple ventilation", la tôle "Extension faîtière" (voir la Figure 31) est nécessaire pour permettre un recouvrement avec la tôle de finition latérale (réf. *MTOPINE30920200*) et des "caches latéraux" droit et gauche (voir la Figure 32) sont utilisés pour fermer l'espace entre la tôle "Pignon faîtière" et la tôle de finition latérale.

Dans le cas d'un faîtage "double ventilation" avec association à des éléments de couverture, il est également nécessaire d'utiliser les "bouchons hauts rive partielle" (voir la Figure 33) qui viennent en extrémité de la tôle latérale afin de l'obstruer.

Dans tous les cas, des closoirs anti-reflux doivent également être positionnés sous les tôles "Pignon faîtière" de part et d'autre du faîtage.

## 2.247 Vis de couture

Visserie autotaraudeuse TETALU A.T de la société *FAYNOT* de diamètre 6,3 mm et de longueur égale à 22 mm pour la fixation des tôles de finition et de leurs accessoires de finition (bouchons...).

Ces vis sont également fournies avec des pontets et des rondelles d'étanchéité pour permettre la fixation des tôles latérales.

## 2.25 Passage des câbles électriques

### 2.251 Chemins de câbles ou filins porteur

Les chemins de câbles fournis sont des chemins de câbles type "dalle Cablofil" dimensionnés par la société *MIDISOLAIRE* en fonction des besoins. Si nécessaire, des éclisses pour rabouter ces chemins de câbles sont également fournies.

Il est également possible d'utiliser des filins porteurs qui seront fixés sur les entretoises tout en haut et tout en bas du rampant de l'installation. Ces filins reprennent ensuite le support des câbles électriques et des câbles de liaison équipotentielle des masses. Les câbles sont alors maintenus sur le filin à l'aide de colsons.

### 2.252 Attache "CADDY" ou "Gripple"

Les attaches de type "CADDY" (de la société *ERICO*) servent à maintenir les chemins de câbles sous les modules en venant se clipser sur les parties inférieures des cadres de ces modules. Il en est fourni deux par portée de 3 m.

Les attaches de type n° 2 inox (de la société *Gripple*) servent à maintenir les filins porteurs sur les entretoises.

## 2.26 Câbles de liaison équipotentielle des masses

Les câbles de liaison équipotentielle des masses sont définis et câblés conformément aux normes en vigueur (notamment le guide *UTE C15-712*).

Pour permettre la liaison équipotentielle du champ photovoltaïque avec raccordement en peigne, trois différents accessoires sont fournis :

- des connecteurs SOLKLIP ou SOLFIL pour la connexion des cadres des modules,
- des rondelles bi-métal pour la connexion des rails MIDITOP,
- des attaches "CADDY" pour la connexion des chemins de câbles.

L'ensemble de ces liaisons secondaires sont raccordées à la liaison principale d'équipotentialité des masses grâce à des raccords à griffe (voir la Figure 46).

## 3. Autres éléments

Le procédé "MIDITOP PRIMA" ne nécessite aucun accessoire ou élément supplémentaire par rapport à la fourniture décrite au § 2.

Il sera éventuellement nécessaire d'utiliser un chéneau en bas de toiture : celui-ci devra être choisi selon les règles de l'art en la matière (voir le § 8.336).

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



## 4. Conditionnement, étiquetage, stockage

### 4.1 Les modules photovoltaïques

Les modules photovoltaïques sont conditionnés par 26 dans une caisse en panneaux de bois aggloméré. A l'intérieur de cette caisse, les modules sont protégés par du carton dans les angles. Ces modules étant disposés en format "portrait" dans la caisse, une mousse est également disposée sur le dessus ainsi qu'une plaque de carton sur le dessous.

Chaque module possède deux étiquetage : l'un, en face avant, sous forme d'un code barre et d'un numéro de série et un étiquetage, en face arrière comprenant les informations suivantes :

- le nom du fabricant,
- la marque commerciale du module,
- et les caractéristiques électriques du module.

La caisse de 26 modules présente sur sa face extérieure l'ensemble des étiquettes avec code barre de tous les modules présents.

Pour le stockage, une zone couverte doit être réservée sur le chantier. Si cela n'est pas possible, les modules sont protégés dans des containers étanches.

### 4.2 Les rails MIDITOP

Les rails MIDITOP sont conditionnés par fagots en bois de 580 mm de largeur x 490 mm de hauteur. A l'intérieur, ils sont mis en place deux par deux (*l'un s'emboîtant dans l'autre*), séparés par un papier accordéon. Chaque paire de rail est séparée par une planchette de bois intercalaire.

Les rails peuvent être stockés en extérieur sur le chantier.

### 4.3 Autres éléments

Les autres constituants du système de montage sont livrés en caisses ou sur des palettes de bois filmées. Les caisses et palettes sont constituées en fonction des éléments nécessaires à chaque chantier.

Chacune de ces palettes présente une liste des pièces contenues avec le nombre de chacune de celles-ci.

## 5. Caractéristiques dimensionnelles

Caractéristiques dimensionnelles des modules photovoltaïques "TSM72-125M-xxx"	
Dimensions hors tout (mm)	1 580 x 808 x 40
Surface hors tout (m <sup>2</sup> )	1,276 m <sup>2</sup>
Masse (kg)	17
Masse spécifique (kg/ m <sup>2</sup> )	13,31

Le système de montage des modules photovoltaïques est modulaire. De ce fait, il permet d'obtenir une infinité de champs photovoltaïques. Leurs caractéristiques dimensionnelles sont les suivantes :

Caractéristiques dimensionnelles des champs photovoltaïques	
Largeur de champ (mm)	NbX x 1 585 + 100
Hauteur du champ (mm)	NbY x 830 + 194
Poids au m <sup>2</sup> de l'installation	25 kg/m <sup>2</sup>

Avec NbX : le nombre de modules disposés en largeur dans le sens parallèle à l'égoût et NbY : le nombre de modules disposés en hauteur dans le sens parallèle à la pente.

## 6. Caractéristiques électriques

### 6.1 Conformité à la norme NF EN 61215

Les modules cadrés "TSM72-125M-xxx" ont été certifiés conformes à la norme NF EN 61215.

### 6.2 Sécurité électrique

Les modules cadrés "TSM72-125M-xxx" ont été certifiés conformes à la Classe d'Application A de la norme NF EN 61730, et sont ainsi considérés comme répondant aux prescriptions de la classe de sécurité électrique II.

## 6.3 Performances électriques

Les performances électriques suivantes 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 CEI 60904-3 avec une température de cellule de 25 °C*).

Modules "TSM72-125M-xxx"							
<b>P<sub>mpp</sub> (W)</b>	160	170	175	180	185	190	195
<b>U<sub>co</sub> (V)</b>	43,7	43,5	43,9	44,3	44,7	44,80	44,81
<b>U<sub>mpp</sub> (V)</b>	35,0	35,2	35,5	35,8	36,1	36,5	36,60
<b>I<sub>cc</sub> (A)</b>	5,14	5,28	5,35	5,42	5,52	5,58	5,69
<b>I<sub>mpp</sub> (A)</b>	4,71	4,83	4,93	5,03	5,12	5,21	5,33
<b>αT (P<sub>mpp</sub>) [%/°C]</b>	- 0,5						
<b>αT (U<sub>co</sub>) [%/°C]</b>	- 0,34						
<b>αT (I<sub>cc</sub>) [%/°C]</b>	+ 0,05						
<b>Courant inverse max</b>	10 A						

Avec :

**P<sub>mpp</sub>** : Puissance au point de Puissance Maximum.

**U<sub>co</sub>** : Tension en circuit ouvert.

**U<sub>mpp</sub>** : Tension nominale au point de Puissance Maximum.

**I<sub>cc</sub>** : Courant de court circuit.

**I<sub>mpp</sub>** : Courant nominal au point de Puissance Maximum.

**αT (P<sub>mpp</sub>)** : Coefficient de température pour la Puissance Maximum.

**αT (U<sub>co</sub>)** : Coefficient de température pour la tension en circuit ouvert.

**αT (I<sub>cc</sub>)** : Coefficient de température pour l'intensité de court circuit.

## 7. Fabrication et contrôles

### 7.1 Fabrication des modules photovoltaïques

La fabrication des cellules photovoltaïques, des modules et leur assemblage avec le cadre s'effectuent sur le site de la société TOPSOLA GREEN ENERGY à Shanghai en Chine. Ce site de production est certifié ISO 9001 et ISO 14001. Cette unité de production possède une capacité de production annuelle de 100 MWC.

#### Contrôle des matières premières

- Les matières premières (*verre, EVA, film polymère, bandes de cuivre*) sont reçues et contrôlées avant la fabrication.

#### Contrôle en ligne de production des modules

Les modules sont contrôlés à 100 % à différentes étapes du processus de production, et en particulier :

- Contrôle visuel des cellules sur tous les postes,
- Contrôle à l'aide de calibres pour vérifier les dimensions,
- Contrôle des cellules par caméra infrarouge avant lamination,
- Contrôle des connexions dans la boîte de connexion,
- Contrôle des modules "flash-test" par simulateur solaire en fin de production pour la mesure de la puissance électrique réelle et l'intégrité électrique des modules : cet essai est effectué à l'aide de plusieurs flashes pour permettre une meilleure précision de la mesure. La tolérance sur la puissance du module est de ± 3 %.
- Contrôle de l'isolement électrique des modules par circulation d'un courant de 6 000 V pendant 1 min et de 10 000 V pendant 5 s.

La gamme du processus de fabrication des modules comprend la mise en place d'un double cordon de colle :

- Avant assemblage : dans la rainure du cadre aluminium.
- Après assemblage : en sous-face du module, entre le film polymère et le cadre en aluminium.

Ce point est contrôlé par le responsable qualité MIDISOLAIRE en poste au sein de l'usine.

#### Contrôle du processus de fabrication :

- Contrôle du four de lamination par immersion dans l'eau d'un module avec circulation d'un courant de 1 000 V : un module sorti de la production toutes les deux heures immergé pendant 5 min (*face avant et face arrière*) mais également un module immergé pendant toute la journée.
- Vérification des contrôles en ligne de production par le service Qualité.
- Contrôles aléatoires des modules par des superviseurs passant aux postes de production toutes les deux heures.

#### Contrôle par la société MIDISOLAIRE :

La société MIDISOLAIRE a mis en place un partenariat avec la société TOPSOLAR, ce qui lui permet d'envoyer un superviseur pour contrôler chaque fabrication des modules qui lui sont destinés.

Ainsi, les postes de fabrication sont audités par sélection aléatoire sur 30 % du nombre total de modules produits. Sur chaque poste, des vérifications des contrôles de TOPSOLA sont donc faites ainsi que des contrôles supplémentaires. Un rapport est rédigé pour chaque commande de modules, le process étant vérifié depuis la pose de soudure des cellules photovoltaïques jusqu'au conditionnement et à l'expédition des modules par containers.

#### Contrôle sur le chantier :

Sur chantier et avant le montage des modules, il est procédé par la société MIDISOLAIRE à :

- une dernière vérification visuelle de chaque module,
- un contrôle de continuité de chaque module,
- et un contrôle de continuité de tous les modules connectés en série.

A l'issue, de ces trois contrôles, la société MIDISOLAIRE appose alors une étiquette de validation comportant la date et les initiales du contrôleur.

## 7.2 Fabrication du système de montage

### 7.2.1 Fabrication des rails MIDITOP

Les rails MIDITOP ainsi que les autres profilés aluminium (*entretoise, tube 40 x 40, support tôles RC, des tôles de récupération des condensats*) sont fabriqués par la société SAPA sur le site de LE GARRIC (81) selon les plans et le cahier des charges de la société MIDISOLAIRE.

La société MIDISOLAIRE intervient lors de la fabrication des éléments pour effectuer un contrôle qualité grâce à un cahier des spécifications techniques concernant l'assemblage des rails MIDITOP, fourni par la société MIDISOLAIRE à la société SAPA.

Lors de ce contrôle, la société MIDISOLAIRE vérifie le respect de la spécification en cochant les cases prévues à cet effet (*OK ou NOK*) pour chacune des fonctions demandées.

### 7.2.2 Fabrication des autres éléments

Les tôles de finition ainsi que les entretoises sont fabriqués par la société BACACIER, les joints par la société PRODEX, les étriers par la société FAYNOT et les boulons par la société PASQUIER : le tout selon les spécifications et cahier des charges de la société MIDISOLAIRE (*fillères, plans de fabrication, tolérances...*).

La société MIDISOLAIRE effectue des contrôles aléatoires avant expédition des commandes. De plus, pour chaque livraison, les certificats des lots matières sont fournis.

---

## 8. Mise en œuvre

### 8.1 Généralités

Le système est livré avec sa notice de montage, un plan de prévention concernant les risques liés aux travaux en hauteur et sous haute tension ainsi que deux cahiers des charges techniques spécifiques pour chaque installation : le premier concernant les aspects photovoltaïques, le deuxième, les aspects liés au bâtiment d'implantation.

Ce dernier document a notamment pour but de définir les moyens à mettre en place pour la pose, l'entretien et la maintenance de la toiture en permettant la circulation des personnes sans appui direct sur les modules photovoltaïques : à savoir, une passerelle extérieure et éventuellement une passerelle intérieure dont l'accès se fera par une échelle à crinoline avec ligne de vie à passage automatique. Si le travail dépasse 10 m de hauteur : l'accès doit se faire avec une nacelle et l'utilisation de baudriers est obligatoire avec des ancrages à la structure de la charpente. Le bâtiment devra de toute façon disposer d'une ligne de vie, de garde-corps et de filets.

La mise en œuvre du procédé doit être assurée par des installateurs formés par la société MIDISOLAIRE (*voir le § 9*). De plus, la sélection de ces installateurs se fait au travers des compétences requises pour la pose du procédé : compétences en couverture et compétences électriques. En l'occurrence, les installateurs devront obligatoirement être titulaires de l'appellation "QUALI'PV" : module "Elec" pour la connexion électrique de l'installation et module "Bat" pour la pose des modules en toiture.

Enfin, les installateurs sont systématiquement accompagnés par la société MIDISOLAIRE sur leur premier chantier. De plus, le conducteur de travaux MIDISOLAIRE est présent en permanence sur le chantier. Il veille particulièrement au respect des consignes de sécurité.

La société MIDISOLAIRE effectue le dimensionnement et le calepinage du procédé en fonction des données du chantier fournis par l'installateur. En retour, elle fournit alors le plan de calepinage et l'ensemble des éléments constitutifs du procédé (*y compris, les tôles de finition au regard de la toiture concernée*).

Afin de garantir la sécurité et la qualité, la société MIDISOLAIRE fournit l'outillage standard mais adapté à la pose du procédé MIDITOP PRIMA.

Ainsi, les poseurs n'utilisent pas un outillage mal adapté qui risque de les mettre en danger.

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

Ils ne peuvent être mis en œuvre en toiture qu'uniquement en mode portrait : leur plus grande longueur étant parallèle à la pente.

Le montage a été conçu pour des toits ayant une pente comprise entre 9 % et 100 % (*5° et 45°*) : en fonction de la région de neige et de la zone de vent du chantier, il est nécessaire de se reporter au Tableau 3 ainsi qu'au Tableau 4 (*pour un site normal*) ou au Tableau 5 (*pour un site exposé*) afin de vérifier la pente de toiture minimale admissible.

Il n'est réalisable que sur des bâtiments agricoles ou industriels avec des couvertures en tôles d'acier nervurées ou des plaques profilées en fibres-ciment (*conformes aux normes NF DTU et documents de référence concernés : notamment les normes NF DTU 40-35 ou le Cahier du CSTB 3297*) quand l'entraxe entre pannes acier ou pannes bois reste inférieur à 2,60 m.

## 8.2 Spécifications électriques

### 8.2.1 Généralités

L'installation du procédé photovoltaïque devra être effectuée en conformité avec le cahier des clauses techniques générales "partie électrique" fourni par la société MIDISOLAIRE. La mise en œuvre doit notamment respecter les normes NF C 15-100, NF C 17-100, NF C 18-510, le guide UTE C15-712 et le guide pratique du Syndicat des Énergies Renouvelables (*SER*) et de l'ADEME du 01 décembre 2008 "Spécifications techniques relatives à la protection des personnes et des biens dans les installations photovoltaïques raccordées au réseau".

Pour la connexion électrique de l'installation photovoltaïque, l'entreprise d'installation devra obligatoirement disposer d'une appellation "QUALI'PV", module "Elec".

De plus, la manipulation des modules (*ayant une tension à vide d'environ 44 V DC*) nécessite que la personne qui les pose soit titulaire d'une habilitation électrique B0V minimum. Dans le cas où l'installation dépasse une tension de 600 V DC, une habilitation B2T est obligatoire avec port des équipements de protection individuels. Ces qualifications doivent se faire selon la norme UTE C 18-512.

L'électricien en charge de la connexion électrique de l'installation n'intervient pas dans la pose et la mise en œuvre du procédé.

Pour rappel, il est interdit de circuler sur le procédé photovoltaïque : des nacelles ou des passerelles doivent être utilisées. Il est remis en fin de chantier un dossier technique mis à jour composé :

- d'un schéma électrique du système photovoltaïque ;
- d'un plan d'implantation des matériels ;
- de plans de câblage, coffrets, armoires ;
- d'un carnet de câbles ;
- d'une notice d'information sur la procédure d'intervention sur l'installation photovoltaïque ;
- des consignes de sécurité.

### 8.2.2 Connexion des câbles électriques

La liaison équipotentielle des masses doit être effectuée en premier pour permettre de protéger rapidement l'installation photovoltaïque et les personnes. Celle-ci concerne non seulement les cadres des modules, mais également les rails MIDITOP et les chemins de câbles.

La connexion des modules se fait au fur et à mesure de la pose des modules (*du bas vers le haut*) après leur mise en place avec les joints transversaux et les grenouillères.

Un autocontrôle de la connexion de chaque module doit être effectué par l'installateur à l'avancement pour s'assurer que les polarités n'ont pas été inversées.

Le cheminement des câbles électriques s'effectue directement en sous-face des modules photovoltaïques dans les chemins de câbles fournis à cet effet (*au-dessus des tôles de récupération des condensats*) : ils sont maintenus dans les chemins de câbles ou les filins porteurs (*cf. § 2.251*) à l'aide de colliers ou de colsons.

Les surfaces des boucles induites devront être les plus faibles possibles et les câbles chemineront de manière jointive et seront identifiés.

Le conducteur la liaison équipotentielle des masses (*de section normalisée*) sera fixé avec les accessoires adéquats et suivra le même chemin.

Attention, aucun câble ne doit être en suspension naturelle.

Un cheminement à l'axe sous les modules est préconisé, tout changement à ces dispositions doit être immédiatement signalé à MIDISOLAIRE afin d'analyser l'impact sur la chute de tension.

## 8.3 Mise en œuvre en toiture

### 8.31 Longueur maximum des rampants de toitures

La longueur maximum des rampants de toiture pour l'implantation du procédé photovoltaïque est de 30 m (*un seul éclissage des rails*).

### 8.32 Traitement des risques de condensation

Le procédé est applicable uniquement pour des toitures froides ventilées non isolées au-dessus de en bâtiments ouverts.

La ventilation des modules s'effectue grâce aux ouvertures ménagées dans les grilles anti-rongeurs (*en partie basse de l'installation*) et aux faitières avec vanelles (*en partie haute de l'installation*).

Dans le cas d'une éventuelle condensation en sous-face des modules, les tôles de récupération des condensats permettent de diriger les gouttelettes vers les rainures des rails MIDITOP pour les drainer en bas du rampant (*voir la Figure 34*).

Dans le cas d'une installation avec raccordement à des éléments de couverture environnants, il faudra s'assurer de ne pas perturber la ventilation de la toiture. Dans le cas de tôles d'acier nervurées, il faudra notamment vérifier que conformément à la norme NF DTU 40.35, la section minimale de chaque série d'ouvertures est égale au moins au 1/500<sup>ème</sup> de la surface projetée du versant considéré sans toutefois dépasser 400 cm<sup>2</sup>/ml.

### 8.33 Pose en toiture

Dans ce cas, les modules remplacent, en partie ou sur l'ensemble de la toiture (*voir le § 8.336*) les éléments de couverture avec raccordement obligatoire de l'installation à l'égout et au faitage.

#### 8.331 Conditions préalables à la pose

Le procédé est applicable sur des couvertures de tôles d'acier nervurées ou de plaques profilées en fibres-ciment, conformes à la norme NF DTU 40.35 ou au Cahier du CSTB 3297, notamment en ce qui concerne la nature des pannes.

La pose du procédé n'est possible qu'après une vérification à l'instigation du Maître d'Ouvrage, auprès d'un bureau d'études structures, concernant la solidité de la charpente d'implantation au regard du poids du procédé, des réactions d'appuis des rails (*voir le Tableau 2*) et des charges climatiques du chantier.

Les formules pour calculer les réactions d'appui des rails sur les pannes en fonction du nombre d'appuis, de l'entraxe des pannes (*2,6 m maximum*) et des charges climatiques du lieu d'implantation sont fournies dans le Tableau 2. Il est, bien entendu, nécessaire de s'assurer que les rails MIDITOP sont continus sur au moins deux appuis.

De plus, les pannes devront être dimensionnées au regard des efforts liés aux points fixes de chaque rail MIDITOP (*voir le § 8.333*).

Enfin, si le rampant dépasse 15 m de longueur, il est nécessaire d'utiliser deux rails MIDITOP éclissés pour traiter la toiture. Les conditions relatives à cet éclissage sont précisés dans le § 8.333.

Dans le cas où la charpente ne serait pas dans un état satisfaisant pour supporter le procédé photovoltaïque, les travaux nécessaires devront être effectués par un professionnel avant le montage.

De plus, en fonction de la région de neige et de la zone de vent du chantier, il est nécessaire de se reporter au Tableau 3 ainsi qu'au Tableau 4 (*pour un site normal*) ou au Tableau 5 (*pour un site exposé*) afin de vérifier la pente de toiture minimale admissible.

Enfin, une vérification au cas par cas des charges climatiques appliquées sur la toiture d'implantation devra être réalisée, en tenant compte le cas échéant des actions locales, au regard des contraintes maximales admissibles du procédé, à savoir :

- 2 400 Pa sous charge de neige normale (*selon les règles NV65 modifiées*),
- 1 836 Pa sous vent normal (*selon les règles NV65 modifiées*).

#### 8.332 Préparation

Dans le cas d'un bâtiment existant, il convient en premier lieu de découper la zone d'implantation des éléments de couverture existants sur la surface hors tout du champ photovoltaïque dont les dimensions sont indiquées dans le § 5.

En fonction du calepinage du procédé, il convient de tracer la position du premier rail de l'installation par rapport à l'extrémité des pannes. Pour permettre de limiter les erreurs d'incertitudes, la position du dernier rail devra être déterminée à partir de ce même point.

Dans le cas de pannes en acier et en fonction de leur épaisseur, de l'isolant butylène (*de 75 mm ou 150 mm de large*) devra être positionné sur toute la longueur des pannes pour permettre de supprimer le couple électrolytique avec les rails MIDITOP en aluminium.

Avant leur mise en place sur la toiture, il est nécessaire de vérifier l'intégrité des rails MIDITOP, notamment dans le cas où des boulons MIDITOP auraient été perdus lors du transport. Des boulons supplémentaires sont livrés sur les chantiers au cas où.

### 8.333 Mise en place des rails MIDITOP

#### 8.3331 Positionnement

Dans le cas d'un chantier avec pannes métalliques, il est indispensable de mettre en place l'isolant butylène adhésif sur les pannes, soit en continu, soit sur les zones de contacts avec les rails MIDITOP.

Les rails MIDITOP sont livrés sur chantier préassemblés avec les joints, boulons et parecloses. En conséquence, la première étape consiste à les positionner sur les pannes de la toiture, conformément au plan de calepinage de l'installation photovoltaïque fourni par la société MIDISOLAIRE. Attention, il est absolument nécessaire de respecter les distances et le sens de pose précisés sur le plan de calepinage.

La pose ne doit pas engendrer un porte-à-faux des rails (*au faitage et à l'égout*) de plus de 900 mm par rapport à la panne de toiture.

A l'égout, les rails doivent recouvrir 1/3 du chéneau pour permettre une bonne évacuation des eaux.

L'entraxe des rails est garanti par la mise en place des entretoises en haut et en bas de rampant pour conserver un espacement de 830 mm.

Ces entretoises sont fixées sur le rail grâce à un boulon M8 x 80 traversant : permettant ainsi de fixer deux entretoises en une fois (*voir la Figure 35*).

Ces rails peuvent être, soit montés un à un, de façon classique à l'aide d'un monte-charge ou grâce à un palonnier de manutention développé par la société MIDISOLAIRE (*voir la Figure 36*). Ce palonnier, utilisé pour les bâtiments neufs ou les grandes surfaces, permet de soulever 4 à 6 rails simultanément déjà montés avec les entretoises et donc espacés de l'entraxe nécessaire.

#### 8.3332 Éclissage

Lorsque le rampant dépasse 15 m de longueur, il est nécessaire d'utiliser deux rails MIDITOP éclissés pour traiter la toiture.

Attention, l'éclissage doit obligatoirement être situé à une distance respectant les porte-à-faux admissibles c'est-à-dire à 900 mm maximum de la panne amont et à 900 mm maximum de la panne aval. Par déduction, la distance entre 2 pannes dans la zone d'éclissage est de 1 800 mm maximum. De plus, un seul éclissage est autorisé sur un rampant de toiture.

L'éclissage, préparé en usine, se réalise par assemblage mécanique et collage (*voir la Figure 40*).

Pour ce faire, un tube de 50 x 50 x 4 mm et de 800 mm de long est positionné dans la gorge inférieure des rails MIDITOP à relier. Les deux rails sont espacés de 35 mm pour permettre d'absorber l'éventuelle dilatation différentielle entre les deux rails aluminium. En plus de ce tube sont également ajoutées trois fourrures en aluminium et deux pièces de jonction :

- deux pièces en U de (L x l x h) 200 x 68 x 48 mm et d'épaisseur 15/10<sup>ème</sup> positionnée dans les rainures du rail.
- une pièce en U de (L x l x h) 100 x 15,5 x 11 mm et d'épaisseur 0,5 mm positionnée sous la pareclose.
- deux pièces en L pour la jonction des ailettes des rails.

Les deux premières pièces sont fixées uniquement d'un côté de la liaison, sur le même rail, par quatre vis autoforeuses 4,8 x 19 mm (*deux vis de part et d'autre du rail*).

Le raccord des parecloses est effectué à 20 cm du raccord des rails MIDITOP. La fourrure pour le raccord des parecloses est maintenue à l'aide d'un rivet étanche qui est positionné dans un trou de la pareclose rabotée (*ce trou n'est présent que pour le rabotage*).

L'assemblage avec les quatre fourrures est traité par un joint colle pour réaliser une étanchéité entre les fourrures et le rail aval : soit par FESTIX MS55 de TREMCO, soit par SIKA 11 FC de SIKA. Enfin, deux cordons de colle sont appliqués entre les ailettes des rails MIDITOP et les pièces de jonction en L (*voir la Figure 40*).

#### 8.3333 Dispositions relatives aux points fixes (*voir la Figure 41*)

Afin de traiter la dilatation des rails MIDITOP, il est nécessaire de créer un point fixe dans le sens du rampant et des points de fixation dilatants. En conséquence, chaque rail dispose de trous oblongs sauf en un point de fixation où les trous sont ronds. C'est à cet endroit que sera positionné le point fixe qui sera situé sur la panne n° 2 à partir du faitage.

Dans le cas de deux rails qui seraient éclissés, chaque rail doit disposer d'un point fixe. Pour le premier rail, celui-ci est situé sur la deuxième panne à partir du faitage. Pour le rail aval qui est éclissé, le point fixe est disposé sur la première panne suivant le point fixe.

L'effort à prendre en compte pour le dimensionnement de ces points fixes dépend des sollicitations parallèles aux pannes. Il est calculé par la société MIDISOLAIRE comme suit :

$$F = (L_0 \times E) \times [g + s \times \cos(\alpha)] \times \sin(\alpha)$$

Avec :

**L<sub>0</sub>** : Longueur du rampant de toiture (en m).

**E** : Entraxe entre rail = 0,83 m.

**g** : Poids propre = 25 daN/m<sup>2</sup>.

**s** : Charge normale de neige extrême.

**α** : Angle d'inclinaison de la toiture en degré.

La société MIDISOLAIRE procède également à une vérification supplémentaire sous charge de neige accidentelle si cette valeur, qui ne dépend pas de l'altitude, excède la charge de neige extrême.

Dans le cas où la panne du point fixe ne serait pas suffisamment résistante, elle doit être renforcée ou remplacée par une panne type HEA.

Lors du montage des rails, deux taquets doivent être mis en place sur les deux trous ronds de chaque rail avant leur montage en toiture (voir la Figure 37). Ces deux taquets, positionnés du côté faîtière pour servir de butée, vont permettre de retenir le rail pour sa mise en place. Une fois le rail ajusté sur son emplacement, les taquets de butée sont retirés pour être remplacés l'un après l'autre par un étrier spécifique (en fonction du type de panne, voir le Tableau 1).

#### 8.3334 Pose des étriers de bridage et fixation des rails MIDITOP

Dans le cas d'un bâtiment neuf, les rails ont été percés en usine aux entraxes des pannes. Ainsi, il suffit de positionner les étriers adéquats (en fonction du type de panne, voir le Tableau 1) sur toutes les pannes au regard des trous oblongs des rails MIDITOP (voir la Figure 38).

Dans le cas d'un bâtiment existant, le percement des rails s'effectue sur le chantier grâce à un gabarit, spécifique à chaque installation, fourni par la société MIDISOLAIRE (voir la Figure 39).

Les étriers sont maintenus sur le rail MIDITOP à l'aide des rondelles et écrous M8 fournis.

### 8.334 Montage des modules photovoltaïques

La pose des modules s'effectue du bas vers le haut, colonne par colonne.

#### 8.3341 Insertion des modules dans les pareclozes

Il convient de s'assurer que les boulons MIDITOP sont en position haute, la pareclose étant ainsi surélevée (voir la Figure 10).

Les premiers modules, en partie basse de l'installation, peuvent ainsi être insérés sous une pareclose, puis sous l'autre pareclose en face pour venir se positionner entre deux rails MIDITOP (voir la Figure 42).

Attention, les modules doivent être positionnés obligatoirement avec la boîte de connexion côté faîtière.

Pour jouer pleinement son rôle, le jeu de dilatation permis par l'entretoise doit obligatoirement être réparti de façon symétrique en 2 x 1,3 mm de part et d'autre du module pour permettre la dilatation du cadre dans la direction parallèle à l'égout vers le rail MIDITOP.

#### 8.3342 Mise en place des joints transversaux

Avant de positionner les premiers modules en bas de l'installation, il convient d'insérer un joint transversal qui va venir reposer d'une part, sur l'entretoise, et d'autre part, sur le cadre de chaque module.

Ce même joint transversal doit être positionné entre chaque module d'une même colonne (voir la Figure 43).

Ils seront ensuite recouverts de part et d'autre par la pareclose du rail.

#### 8.3343 Positionnement des grenouillères

Pour s'assurer d'un serrage constant de ce joint entre les modules, deux grenouillères doivent être utilisées pour comprimer le joint. Elles doivent être repliées côté faîtière (voir la Figure 43).

Ces deux grenouillères sont positionnées à 154 mm du bord des modules (pour rappel, les modules sont toujours utilisés en mode "portrait") avec de fait, un entraxe de 500 mm.

Ce positionnement est facilement repérable grâce à la transparence du module puisqu'il correspond au positionnement des grenouillères sur l'espacement entre les deux rangées de cellules de part et d'autre du module (voir la Figure 44). Le travail des couvreurs est ainsi facilité et l'entraxe est garanti.

#### 8.3344 Fermeture des pareclozes

Pour fermer les pareclozes, il est nécessaire de faire descendre le boulon MIDITOP dans la rainure inférieure du rail en position basse (voir la Figure 11). Pour un bon positionnement, la fente à l'extrémité supérieure de la vis doit être alignée avec la rainure du rail pareclose.

Le serrage des boulons doit s'effectuer à l'aide d'une douille femelle de diamètre 10 mm montée sur une visseuse à couple constant. Le réglage du couple doit être faible : 3 à 4.

Attention, il ne faut pas serrer les pareclozes du premier rail, ni du dernier rail : puisqu'elles vont également servir à maintenir les tôles de finition. De la même façon, il ne faut pas serrer les premiers boulons MIDITOP côté gouttière tant que l'ensemble des chemins de câbles et des grilles anti-rongeurs n'ont pas été mises en place.

#### 8.3345 Connexion de la liaison équipotentielle des masses, des modules photovoltaïque et mise en place des chemins de câbles

Afin de protéger rapidement l'installation photovoltaïque et les personnes, la connexion de la liaison équipotentielle des masses doit être faite en premier (avant la connexion électrique des modules photovoltaïques).

Les chemins de câbles se fixent à l'aide des attaches "Caddy" venant se clipser sur les parties inférieures des cadres des modules (voir la Figure 45). Il est nécessaire d'utiliser un clip par module. Les chemins de câbles circulent le long de chaque colonne de modules photovoltaïques.

Les modules photovoltaïques, les rails MIDITOP et les chemins de câbles doivent obligatoirement être reliés à la liaison équipotentielle des masses (voir le § 2.26).

La connexion de ces différents éléments s'effectue le long des colonnes de modules photovoltaïques en venant se rattacher, en peigne, à une liaison principale par raccords à griffe. Ces câbles circulent également dans les chemins de câbles installés précédemment.

Dans le cas de rails éclissés, il est indispensable de connecter également le rail abouté avec la liaison équipotentielle des masses.

Les modules doivent ensuite être connectés électriquement ensemble : les polarités circulent également dans les chemins de câbles.

### 8.335 Mise en place des tôles de récupération des condensats (voir la Figure 47)

#### 8.3351 Positionnement des tôles

Les tôles de récupération des condensats sont positionnées sous les modules : elles viennent se poser au-dessus des remontées du rail MIDITOP en partie inférieure.

Depuis le dessous de la toiture, le montage s'effectue du bas vers le haut : on utilise en premier les tôles standards. Les deux goujons soudés de ces tôles doivent être positionnés vers la gouttière tandis que les deux encoches doivent être positionnées vers la faîtière de la toiture.

Les tôles se disposent en tuilage dans le sens de la pente : la tôle du dessus vient toujours recouvrir la tôle du dessous.

La géométrie de ces tôles impose un recouvrement de 50 mm.

Au faitage, la dernière tôle est une tôle spécifique (avec quatre goujons) en fonction de la longueur du champ le long du rampant (voir le § 2.237).

#### 8.3352 Fixation

A l'avancement de la pose des tôles, il est nécessaire de les fixer. Pour ce faire, il faut utiliser les "supports tôles RC". Celles-ci viennent se glisser, par rotation, dans les rainures inférieures des rails MIDITOP et viennent se prendre en butée dans les goujons des tôles.

Il suffit ensuite de serrer les goujons pour fixer l'ensemble.

Les "supports tôles RC" sont tenues dans les rainures par pincement.

### 8.336 Mise en place des tôles de finition

Rappel : les tôles de finition ne peuvent pas être mises en place si les pareclozes sont serrées aux extrémités.

#### 8.3361 Traitement à l'égout

Les grilles anti-rongeurs sont utilisées au niveau de l'égout de la toiture. Elles viennent de positionner perpendiculairement aux rails MIDITOP : le rebord supérieur vient se glisser sous le premier joint transversal en bas de toiture. Elles sont disposées en tuilage avec un recouvrement de 80 mm les unes des autres selon le sens des vents de pluie dominants.

Elles doivent être fixées à l'aide des vis de couture fournies sur la section du rail MIDITOP en quatre points visibles sur la Figure 6. Étant donné le recouvrement de ces tôles, les deux fixations centrales reprennent deux grilles.

Le chéneau nécessaire à la toiture n'est pas un élément fourni par MIDISOLAIRE. Il devra être choisi selon les règles de l'art en la matière et devra être fixé sur la charpente du bâtiment à l'aide de consoles ou d'équerres adaptées et dimensionnées (voir la Figure 48). En aucun cas, le chéneau ne doit être fixé sur les rails MIDITOP®.

### 8.3362 Traitement du faîtage photovoltaïque

La finition du champ photovoltaïque au faîtage est assurée :

- soit par les tôles faitières avec vantelles pour une "simple" ventilation,
- soit par la casquette pour une "double" ventilation.

Dans les deux cas, le recouvrement des tôles est de 80 mm. De plus, les angles de la toiture au niveau du faîtage devront être traités grâce aux petites pièces de finition (*bouchons, extrémités, etc.* : voir le § 2.245) pour éviter les infiltrations d'eau.

#### • Cas d'une "simple" ventilation

Se référer à la Figure 49, la Figure 50, la Figure 51 et à la Figure 52

Pour le versant de toiture opposé, il faut prévoir, en premier lieu, des closoirs anti-reflux crantés et adaptés à la géométrie des éléments de couverture.

Ces closoirs sont fixés à l'aide d'une vis autoforeuse (*fournie*) sur la panne de la toiture toutes les deux ondes de l'élément de couverture avec un recouvrement d'une tôle sur une autre de 150 à 250 mm selon la pente de la toiture conformément aux préconisations de la norme NF DTU 40.35. Dans le cas d'une toiture non "complète", ces vis de couture sont également celles qui vont permettre la fixation des tôles "pignon faitière" au-dessus des éléments de couverture adjacents.

Les tôles faitières avec vantelles sont ensuite positionnées contre la section des rails MIDITOP. Elles sont fixées sur la section du rail avec les vis de couture (*de façon identique aux grilles anti-rongeurs*). Elles sont montées en tuilage en respectant le sens des vents de pluie dominants.

#### • Cas d'une "double" ventilation

Se référer à la Figure 53, la Figure 54, la Figure 55 et à la Figure 56.

Les réflecteurs anti-reflux du versant photovoltaïque doivent être positionnés au-dessus de l'entretoise, sous le joint transversal, entre deux rails MIDITOP avec un recouvrement d'une tôle sur une autre de 10 mm. Ils sont également fixés sur l'entretoise à l'aide de deux vis de couture à chacune de ses extrémités.

Les grilles anti-rongeurs pignons sont utilisées au niveau de l'extrémité du rail en faitière de la toiture. Elles viennent se positionner perpendiculairement aux rails MIDITOP : le rebord supérieur vient se glisser sous le premier joint transversal en haut de toiture. Elles sont disposées en tuilage avec un recouvrement de 80 mm les unes des autres selon le sens des vents de pluie dominants.

Elles doivent être fixées à l'aide des vis de couture fournies sur la section du rail MIDITOP en quatre points visibles sur la Figure 6. Étant donné le recouvrement de ces tôles, les deux fixations centrales reprennent deux grilles.

La tôle anti-reflux pour le versant opposé se positionne, tel que montré sur la Figure 53, au-dessus des closoirs adaptés à la géométrie des éléments de couverture. Elle est fixée à l'aide d'une vis conforme à la norme NF DTU 40.35 sur la panne de la toiture toutes les deux ondes de l'élément de couverture avec un recouvrement d'une tôle sur une autre de 150 à 250 mm selon la pente de la toiture conformément aux préconisations de la norme NF DTU 40.35.

Un tube de 50x50 est inséré dans le rail et fixé à l'aide de vis autoforeuses TH 6,3x35. Sur ce tube est positionné (*selon l'angle du rampant*) le support faitière. Il est fixé à l'aide de vis autoforeuses TH 6,3 x 35. La casquette vient coiffer les supports faitières avec un recouvrement de 100 mm. La casquette est fixée de chaque côté sur son support à l'aide de vis de couture. Les extrémités casquettes sont ensuite positionnées à chaque bout et fixées à l'aide de 5 vis de couture sur la casquette sur son pourtour (*sur les 5 languettes*).

### 8.3363 Traitement des parties latérales du champ photovoltaïque

Pour le maintien des tôles d'abergement en parties latérales du champ photovoltaïque, il est nécessaire, en premier lieu, de mettre en place des tubes 40 x 40, mis en place les uns derrière les autres, sous les parecloses (*du côté extérieur du champ photovoltaïque*).

#### • Cas d'une installation reliée à des éléments de couverture environnants

Dans cette situation, il est nécessaire d'utiliser les tôles d'abergement latérales fournies qui sont positionnées en venant s'insérer sous le joint pareclose et donc au-dessus des tubes 40 x 40. Elles sont de plus fixées sur les tubes 40x40 grâce à des vis de couture au pas de 200 mm.

De l'autre côté, la tôle vient recouvrir deux ondes de l'élément de couverture et doit être fixée à l'aide des vis de couture et des pontets (*voir la Figure 57 et la*

*Figure 58*). Pour chaque tôle, une vis doit être positionnée au sommet de la deuxième onde de l'élément de couverture adjacent et ce, en haut et en bas de l'installation mais également à chaque recouvrement des tôles les unes sur les autres.

Les tôles latérales sont disposées avec un recouvrement de 150 à 250 mm les unes des autres selon la pente de la toiture conformément aux préconisations de la norme NF DTU 40.35 et notamment de la zone de concomitance vent/pluie.

Dans les angles de l'installation photovoltaïque, il sera nécessaire d'utiliser les "bouchons tôle latérale pour égout et pour faîtage" (*voir le § 2.242*). Chacune de ces pièces sont fixées grâce à deux vis de couture dans les trous prévus à cet effet du rail MIDITOP.

#### • Cas d'une installation reliée à une (aux) rive(s) de toiture

Dans cette situation, il est nécessaire d'utiliser les tôles de rive fournies qui sont positionnées en venant s'insérer sous le joint pareclose et donc au-dessus des tubes 40 x 40 (*voir la Figure 59*). De l'autre côté, la tôle vient coiffer la toiture avec une retombée minimale venant jusqu'à la panne.

Les tôles de rive sont disposées avec un recouvrement de 150 à 250 mm les unes des autres selon la pente de la toiture conformément aux préconisations de la norme NF DTU 40.35.

Dans les angles de l'installation photovoltaïque, il sera nécessaire d'utiliser les "bouchons hauts et bas" de la tôle de rive qui sont fixés à l'aide de 2 vis de couture dans les trous prévus à cet effet du rail MIDITOP (*voir la Figure 54 et la Figure 55*).

### 8.3364 Traitement du faîtage au-dessus des éléments de couverture

Dans le cas où la toiture n'est pas entièrement recouverte par le procédé photovoltaïque, il conviendra d'utiliser les pièces de faîtage fournies par la société MIDISOLAIRE pour traiter le faîtage au-dessus des éléments de couverture adjacents et ainsi faire la liaison avec le faîtage photovoltaïque.

Se référer au § 2.246 et à la Figure 49, la Figure 50, la Figure 51 et à la Figure 53.

Les tôles pignon faitières sont les pièces principales de ce faîtage : elles sont fixées à la charpente grâce à une vis autoforeuse (*fournie*) sur les pannes de la toiture toutes les deux ondes de l'élément de couverture. Ces mêmes vis servent également à la fixation des closoirs anti-reflux versant opposé qui sont positionnés sous les tôles pignon faitière.

Au niveau de la liaison avec le champ photovoltaïque, il est nécessaire d'ajouter une extension faitière : cette pièce vient se clipper sous la tôle pignon faitière grâce à ses deux relevés verticaux. Elle est également fixée sur les pannes de la charpente grâce aux vis autoforeuses servant à la fixation des tôles pignon faitière.

Pour fermer la tôle pignon faitière, il conviendra d'utiliser le "Bouchon pignon" qui s'emboîte dans la section de la tôle et vient également se fixer à l'aide de 4 vis de couture sur son pourtour (*sur les 4 languettes*).

Dans le cas d'un faîtage photovoltaïque "simple ventilation", il faudra ajouter les caches latéraux entre la tôle "Pignon faitière" et la tôle de finition latérale. Ils sont fixés à l'aide d'une vis sur leur extrémité pour les maintenir à la tôle de finition latérale et à son bouchon.

Dans le cas d'un faîtage photovoltaïque "double ventilation", il sera également nécessaire d'utiliser le "Réflecteur pignon" qui est fixé sur le "Bouchon pignon" avec 2 vis de couture. Afin de finaliser l'installation, il conviendra d'ajouter les "bouchons hauts rive partielle" qui viennent prolonger les bouchons pour tôle latérale et empêcher de l'eau de venir refluer sur la tôle de finition latérale. Ces "bouchons hauts rive partielle" sont fixés d'un seul côté à l'aide de 2 vis de couture sur le "Réflecteur pignon".

## 8.337 Finalisation

### 8.3371 Fermeture définitive des parecloses

Une fois l'ensemble des tôles de finition mises en place, il est nécessaire d'abaisser définitivement les boulons MIDITOP pour permettre la fermeture des parecloses proches de périphéries de l'installation photovoltaïque.

### 8.3372 Mise en place des joints cabochons

Une fois l'ensemble des parecloses serrées, il est nécessaire de mettre en place les joints cabochons sur les parecloses à l'aide d'un rouleau pour les lisser.

Il est nécessaire de faire dépasser le joint cabochon de 100 mm à la faitière et à l'égout afin les faire revenir sur la section du rail MIDITOP, sous les tôles de finition.

## 9. Formation

La société MIDISOLAIRE organise une formation prévention d'1/2 journée aux équipes de couvreur, monteur, câbleur. Uniquement les personnes ayant participées et assimilées les consignes de sécurité sont habilitées à poser le procédé "MIDITOP PRIMA".

La société MIDISOLAIRE impose systématiquement une formation aux poseurs : elle est obligatoire et consiste à présenter et expliquer :

- le site et les différentes zones d'un chantier,
- les consignes de sécurité, les risques, les actions correctives,
- le procédé "MIDITOP PRIMA" sur une maquette réelle,
- le guide de montage.

Au cours de cette formation, les poseurs font quelques manipulations sur une maquette réelle et surtout visualisent le film vidéo MIDISOLAIRE "Guide de Montage MIDITOP PRIMA" (*mixte d'image réelle et d'image de synthèse pour plus de pédagogie*).

Un questionnaire est réalisé à l'issue de la session de formation afin de contrôler la capacité ou non à poser le procédé "MIDITOP PRIMA".

Support de formation remis à chaque participant qualifié MIDISOLAIRE :

- Guide de montage MIDITOP PRIMA.
- CCTG\_BAT.
- CCTG\_Elec.
- Exemple de PPSPS.
- Film vidéo "Guide de montage MIDITOP Prima".
- Douille dia. 13 mm (*pour le serrage des étriers*).
- Douille dia. 10 mm (*pour le serrage de la pareclose*).
- Attestation certifiant la participation et la qualification du poseur.

---

## 10. Distribution et assistance technique

---

Le procédé est commercialisé exclusivement par la société MIDISOLAIRE.

La société MIDISOLAIRE assure une assistance technique sur le site de 2 jours lors de la première installation (*à la demande du client*).

Une assistance technique de la société MIDISOLAIRE est à disposition pour tous renseignements complémentaires.

---

## 11. Utilisation, entretien et réparation

---

Toute intervention sur l'installation électrique photovoltaïque doit être réalisée obligatoirement par un professionnel habilité (*selon la norme UTE C 18 510*). Des risques: brûlures, chutes, ou une électrocution peuvent se produire et engendrer des blessures aux conséquences dramatiques.

Chaque année, il conviendra de faire vérifier l'installation électrique par un technicien agréé par la société MIDISOLAIRE en portant une attention particulière sur :

- L'état des parafoudres coté AC et DC.
- L'état physique des modules.
- L'état des connexions.
- L'état des cheminements électriques.
- L'état général des équipements (*sectionneurs, compteurs, répartiteurs,...*).

Des tests électriques permettent de s'assurer du bon fonctionnement de l'installation.

La société MIDISOLAIRE propose, en option, des contrats de maintenance annuels qui comprennent :

- Télésurveillance de l'installation et de sa performance.
- Visite annuelle de l'installation pour vérification et entretien du générateur (*nettoyage des modules*) et tests des équipements.
- Intervention sur site sous 24 h (*hors dimanche et jour férié*) sur panne.
- Maintien en condition opérationnelle de l'onduleur pendant la durée d'exploitation (*soit 20 ans*).

Pour toutes les opérations de maintenance ou d'interventions, il convient d'arrêter l'installation en toute sécurité par des interrupteurs/sectionneurs prévus en amont et en aval des onduleurs.

Des commandes d'arrêt d'urgence (*coup de poing ou bris de glace*) seront installées côté continu et côté alternatif afin de mettre hors tension l'installation en cas de danger pour les personnes ou les biens.

Procédure pour le remplacement d'un module photovoltaïque :

- Fermer le disjoncteur général AC pour couper le réseau électrique.
- Couper le courant continu (DC) en utilisant l'interrupteur-sectionneur.
- Retirer les tôles de récupération des condensats en dessous du module concerné par la maintenance.
- Retirer le câble de liaison équipotentielle du connecteur SOLKLIP du cadre du module concerné par la maintenance.
- Déconnecter les 2 connecteurs de polarité positive et négative.
- Débrider les 4 grenouillères.
- Desserrer les écrous MIDITOP pour faire monter le rail pareclose (*grâce aux ressorts et à la rainure supérieure du rail principal*).
- Ôter les 2 joints transversaux.
- Basculer les rails pareclose .
- Ôter le module.
- Poser un nouveau module.
- Glisser les nouveaux joints transversaux en ayant préalablement passé une ficelle dans la dernière bulle d'air pour tirer le joint par dessous et garantir sa bonne mise en place.
- Brider les 4 grenouillères.
- Abaisser les rails pareclose.
- Serrer les écrous MIDITOP.
- Rebrancher les 2 connecteurs de polarité positive et négative.
- Rebrancher le câble de liaison équipotentielle à l'intérieur du connecteur SOLKLIP du cadre du nouveau module installé.
- Mettre l'interrupteur-sectionneur de la partie courant continu sur ON.
- Mettre le disjoncteur général AC sur ON.

## B. Résultats expérimentaux

Les modules cadrés ont été testés selon la norme NF EN 61215 : Qualification de la conception et homologation des modules photovoltaïques, par le TÜV Rheinland.

Les modules cadrés ont été testés selon la norme NF EN 61730 et certifiés comme étant de Classe de sécurité électrique II et appartenant à la classe d'application A jusqu'à une tension maximum de 1 000 V DC par le laboratoire TÜV Rheinland.

Le procédé photovoltaïque a été testé par le CSTB selon la norme NF EN 12179 pour un essai de résistance à la pression du vent.



Des essais d'arrachement des boulons MIDITOP des parecloses sur les rails MIDITOP ont été effectués en s'inspirant de la norme NF P 30-313.

## C. Références

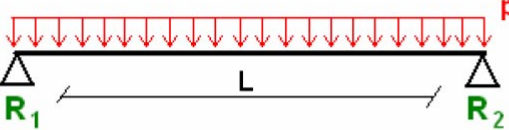
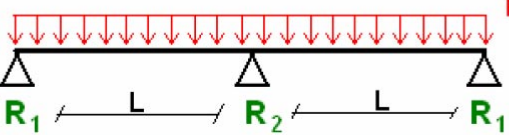
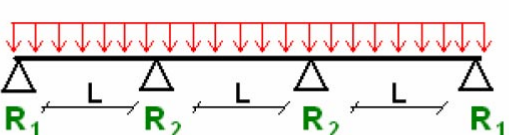
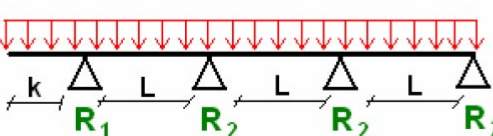
Le procédé photovoltaïque "MIDITOP-PRIMA" est fabriqué depuis 2 ans.

Environ 15 000 m<sup>2</sup> de ce procédé ont été installés en France sur des bâtiments agricoles.

## Tableaux et figures du Dossier Technique

	PANNES	DESIGNATION ETRIERS	REF. ETRIERS MIDISOLAIRE	FORME ETRIER
PANNE Z	Z 140	Etrier M8 Panne Z140	MTOPINS5023Z140	
	Z 160	Etrier M8 panne Z160	MTOPINS5024Z160	
	Z 180	Etrier M8 Panne Z180	MTOPINS5016Z180	
	Z 200	Etrier M8 Panne Z200	MTOPINS5008Z200	
	Z 220	Etrier M8 Panne Z220	MTOPINS5025Z220	
	Z 250	Etrier M8 Panne Z250	MTOPINS5008Z250	
	Z 300	Etrier M8 Panne Z300	MTOPINS5008Z300	
PANNE BEAM	BEAM 140 Type A	Etrier M8 MULTIBEAM 140 type A	MTOPINS5026A140	
	BEAM 140 Type B	Etrier M8 MULTIBEAM 140 type B	MTOPINS5027B140	
	BEAM 170 Type A	Etrier M8 MULTIBEAM 170 type A	MTOPINS5015A170	
	BEAM 170 Type B	Etrier M8 MULTIBEAM 170 type B	MTOPINS5025B170	
	BEAM 200 Type A	Etrier M8 MULTIBEAM 260 type A	MTOPINS5028A200	
	BEAM 200 Type B	Etrier M8 MULTIBEAM 260 type B	MTOPINS5022B200	
	BEAM 230 Type A	Etrier M8 MULTIBEAM 230 type A	MTOPINS5029A230	
	BEAM 260 Type A	Etrier M8 MULTIBEAM 260 type A	MTOPINS5008A260	
	BEAM 260 Type C	Etrier M8 MULTIBEAM 260 type C	MTOPINS5030C260	
	BEAM 300 Type C	Etrier M8 MULTIBEAM 300 type C	MTOPINS5031C300	
	BEAM 320 Type C	Etrier M8 MULTIBEAM 320 type C	MTOPINS5032C320	
	BEAM 350 Type C	Etrier M8 MULTIBEAM 350 type C	MTOPINS5033C350	
	BEAM 400 Type D	Etrier M8 MULTIBEAM 300 type D	MTOPINS5034D400	
	BEAM 450 Type D	Etrier M8 MULTIBEAM 450 type D	MTOPINS5035D450	
POUTRE METALLIQUE POUR POINTS FIXES	HEA 120	Etrier M8 HEA 120	MTOPINS5021H120	
	IPE 200	Etrier M8 IPE 120	MTOPINS5018I120	
	IPE 180	Etrier M8 IPE 180	MTOPINS5017I180	
	IPE 200	Etrier M8 IPE 200	MTOPINS5015I200	
	BEAM 260 Type C horizontale (liernage)	Etrier DE LIERNAGE BEAM C260	MTOPINS5019C260	
BOIS LAMELE COLLE	Bois 360 x 120	Etrier M8 Panne Bois 360x120	MTOPINS5013B360	
	Bois 100 x 150	Etrier M8 Panne Bois 100x150	MTOPINS5014B100	
	Bois 215 x 75	Etrier M8 Panne Bois 215x75	MTOPINS5014B215	

**Tableau 1 – Référence des étriers en fonction des natures de pannes**

$R_1 = 0.5 \times p \times L$ $R_2 = 0.5 \times p \times L$	
$R_1 = 0.375 \times p \times L$ $R_2 = 1.25 \times p \times L$	
$R_1 = 0.4 \times p \times L$ $R_2 = 1.1 \times p \times L$	
$R_1 = p \times K \left(1 + \frac{K}{2L}\right)$ $R_2 \approx 1,10 p \times L$	

**Tableau 2 – Formules pour le calcul des réactions aux appuis sur les pannes**

NEIGE					
Pente minimale autorisée en degré ( * )					
Altitude (m)	Région de Neige				
	A1/A2	B1/B2	C1/C2	D	E
< 400m	5	5	5	5	5
500	5	5	5	5	30
600	5	5	5	25	35
700	5	15	25	35	40
800	30	30	30	35	45
900	35	35	35	40	45

(\*) : Pente maximale autorisée 45°

Tableau 3 – Pentés minimales du procédé MIDITOP PRIMA sous les actions de la neige selon les règles NV65

VENT (hauteur maxi faitage bâtiment = 25 m)					
Pente minimale autorisée en degré ( * )					
Site normal					
		Zone de vent			
		Z1	Z2	Z3	Z4
Bâtiment fermé / bâtiment ouvert sur un côté	Partie courante	5	5	5	5
	En bordure	5	5	5	25
	En angle	5	15	25	40
Toiture isolée		5	5	5 (1)	5 (2)

(\*) : sauf indication contraire pente maximale autorisée 45°  
(1) : interdit au-dessus de 30°  
(2) : interdit au-dessus de 25°

Tableau 4 – Pentés minimales du procédé MIDITOP PRIMA sous les actions du vent en site normal selon les règles NV65

VENT (hauteur maxi faitage bâtiment = 25 m)					
Pente minimale autorisée en degré ( * )					
Site exposé					
		Zone de vent			
		Z1	Z2	Z3	Z4
Bâtiment fermé / bâtiment ouvert sur un côté	Partie courante	5	5	5	5
	En bordure	5	5	25	30
	En angle	20	25	40	X (1)
Toiture isolée		5	5 (2)	5 (3)	5 (3)

(\*) : Sauf indication contraire pente maximale autorisée 45°  
(1) : pose non autorisée  
(2) : Interdit au dessus de 30°  
(3) : Interdit au dessus de 25°

Tableau 5 – Pentés minimales du procédé MIDITOP PRIMA sous les actions du vent en site exposé selon les règles NV65



Matériau	Composant	Revêtement de finition sur la face exposée	Rurale Non pollué	Atmosphères extérieures						Spéciale
				Industrielle ou urbaine		Marine				
				Normale	Sévère	20 Km à 10 km	10 Km à 3 Km	Bord de mer* < 3 Km	Mixte	
Alu 6060 Qualanod classe 10	Cadre PV	Anodisé 10 µm	•	•	□	□	□	□	□	□
Alu 6060	Profilés extrudés MIDITOP, tôles RC, support RC	Brut	•	□	□	□	□	□	□	□
Alu 7075	Fab. spéciale : Profilés extrudés MIDITOP, tôles RC, support RC	Anodisé 20 µm	•	•	□	•	•	□	□	□
Alu 6060 Qualanod classe 15	Fab. spéciale : rail MIDITOP, pareclose, tôle RC, support RC	Anodisé 15 µm	•	•	□	•	□	□	□	□
Alu 6060 Qualanod classe 20	Fab. spéciale : rail MIDITOP, entretoise, tôle RC, support RC	Anodisé 20 µm	•	•	□	•	•	□	□	□
Alu 7075	Vis MIDITOP, écrou M6, vis M8x80, écrou M8	Brut	•	□	□	□	□	□	□	□
Acier	Étrier de bridage	Galvanisé à chaud	•	•	□	•	•	□	□	□
Acier	Étrier de bridage	Zingué	•	•	□	•	•	□	□	□
Tôle de couverture acier 75/100 Qualicoat Norme EU169-85	Abergement standard	Zinguée 225 gr/m <sup>2</sup> Laquée polyester : Recto 15 à 25 µm Verso 5 à 7 µm	•	•	□	•	•	□	□	□
Tôle de couverture alu 10/10 Qualicoat Norme EU169-85	Fab. spéciale : Abergement	Laquée polyester : Recto 15 à 25 µm Verso 5 à 7 µm	•	•	□	•	•	□	□	□
Isolant butylène			•	•	□	•	•	□	□	□
TEFABLOC TO 628 65A 2000	Joint transversal joint pareclose		•	•	□	•	•	□	□	□

Les expositions atmosphériques sont définies dans l'annexe A de la norme XP P 34.301, NF P 24-351.

• : Matériau adapté à l'exposition.

□ : Matériau dont le choix définitif ainsi que les caractéristiques particulières doivent être arrêtés après consultation et accord du fabricant.

\* : à l'exception du front de mer.

Tableau 6 - Guide de choix des matériaux selon l'exposition atmosphérique

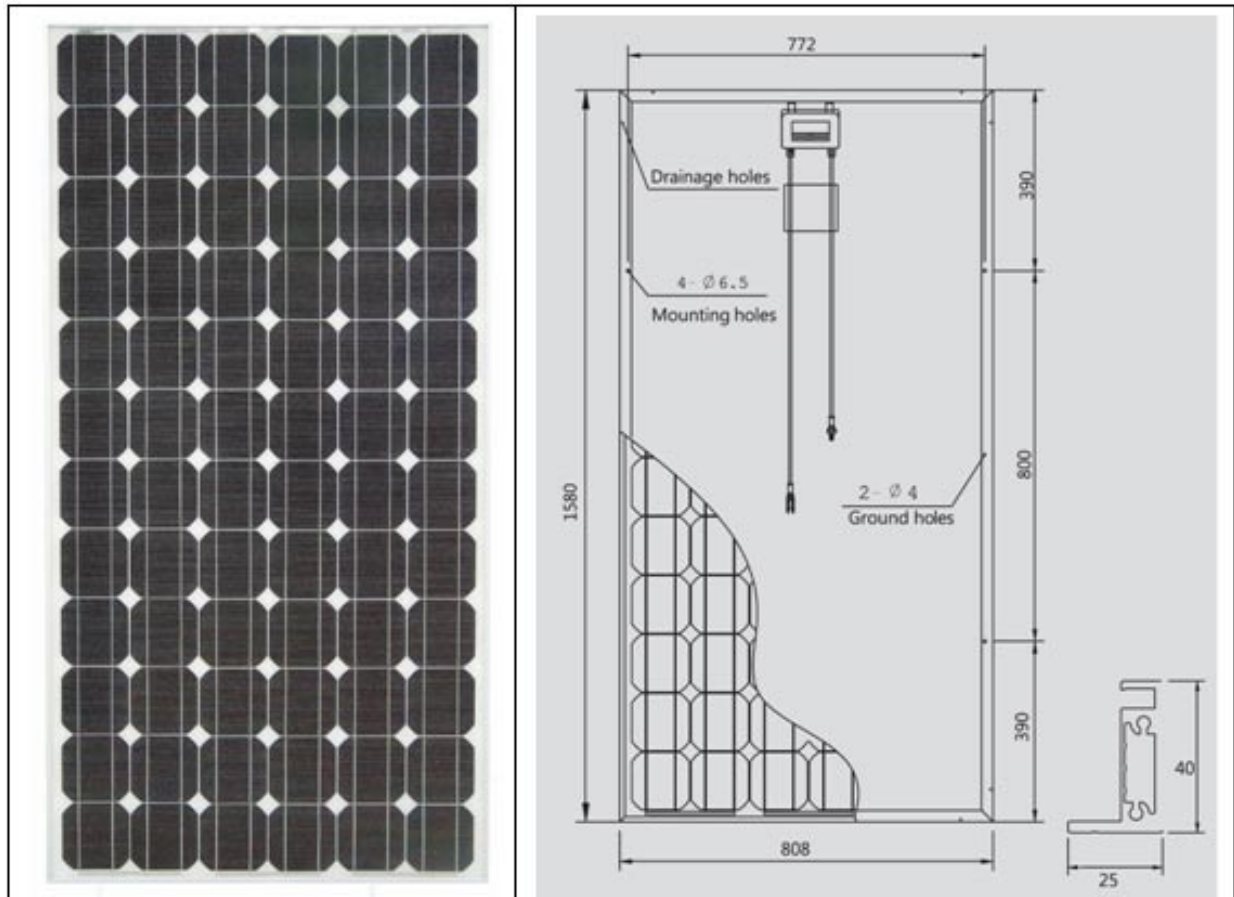


Figure 1 – Photo et schéma du module photovoltaïque "TSM72-125M-xxx"

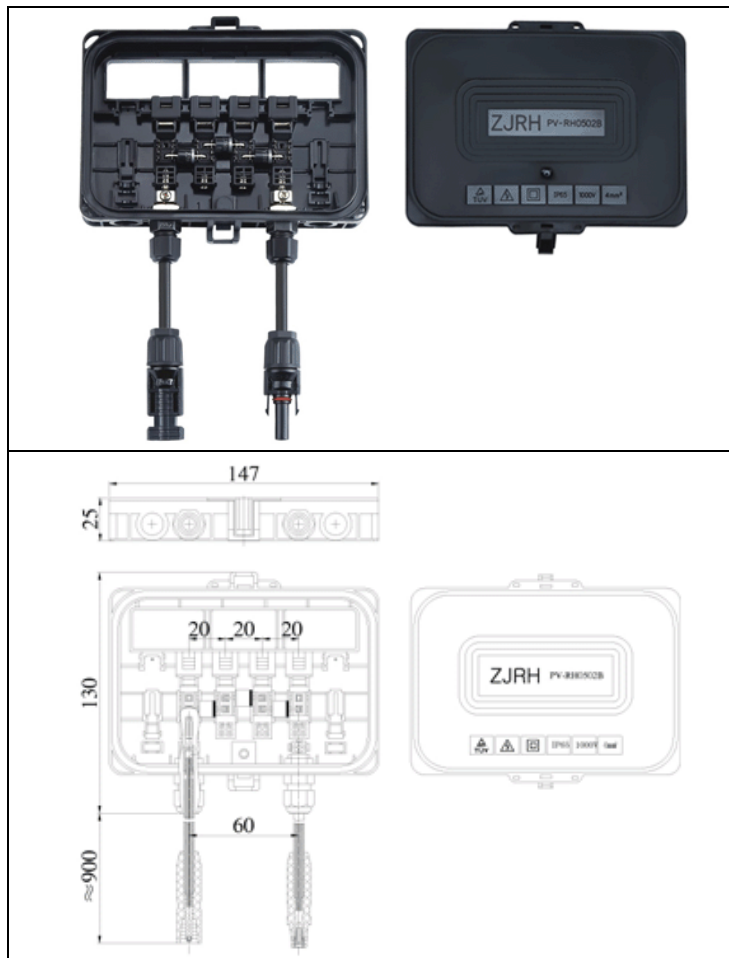


Figure 2 – Photos et schémas de la boîte de connexion

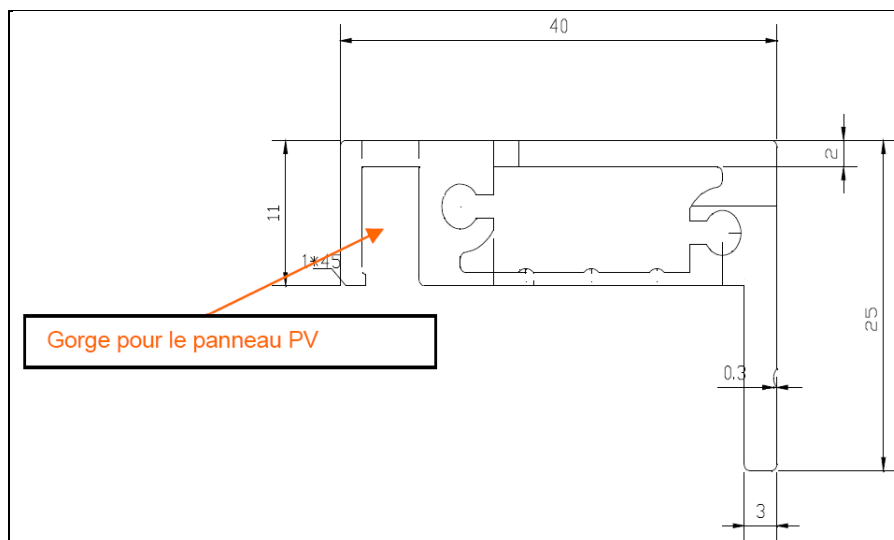
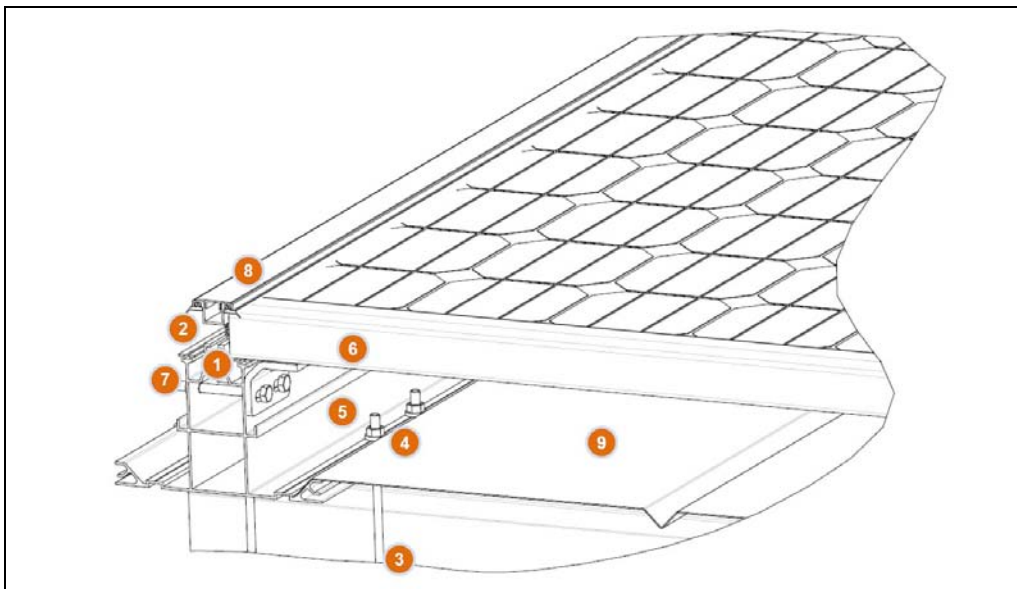


Figure 3 – Schémas de la section du cadre des modules "TSM72-125M-xxx"



- ① Rail MIDITOP®
- ② Profilé pareclose avec 2 joints pareclose montés
- ③ Etrier SL pour la fixation des rails MIDITOP® sur les pannes
- ④ Ecrou galvanisé  $\Phi$ M8 pour étrier de fixation
- ⑤ Rondelle vulcanisée
- ⑥ Raidisseur
- ⑦ Vis MIDITOP® M8 x 80 alu et écrou M8 alu à collerette
- ⑧ Joint cabochon
- ⑨ Tôle anti-condensation (récupération de la condensation des panneaux)

Figure 4 – Schéma d'ensemble du système de montage (sans les éléments de finition)

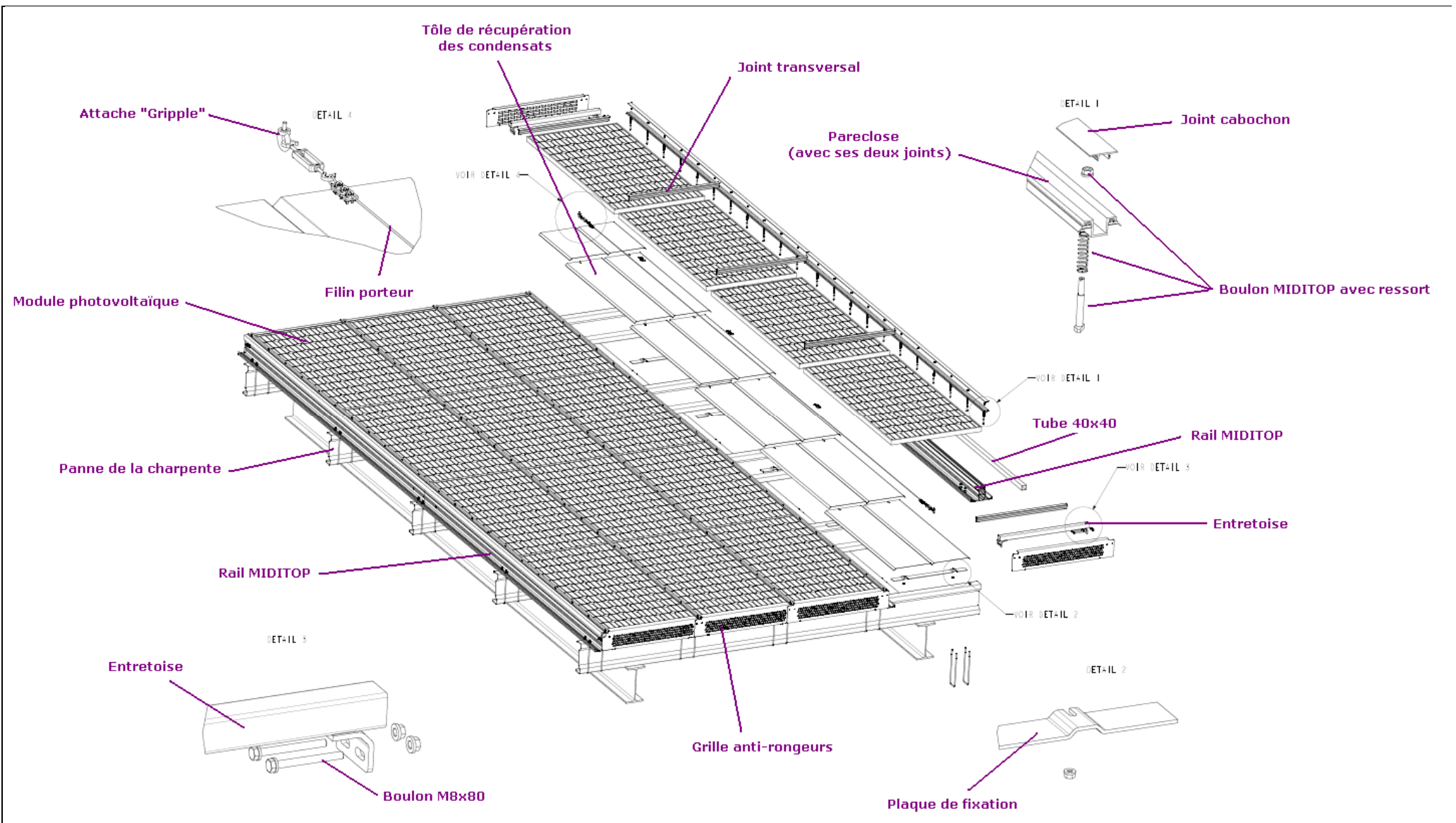


Figure 5 – Vue en éclaté du système de montage (sans les éléments de finition)

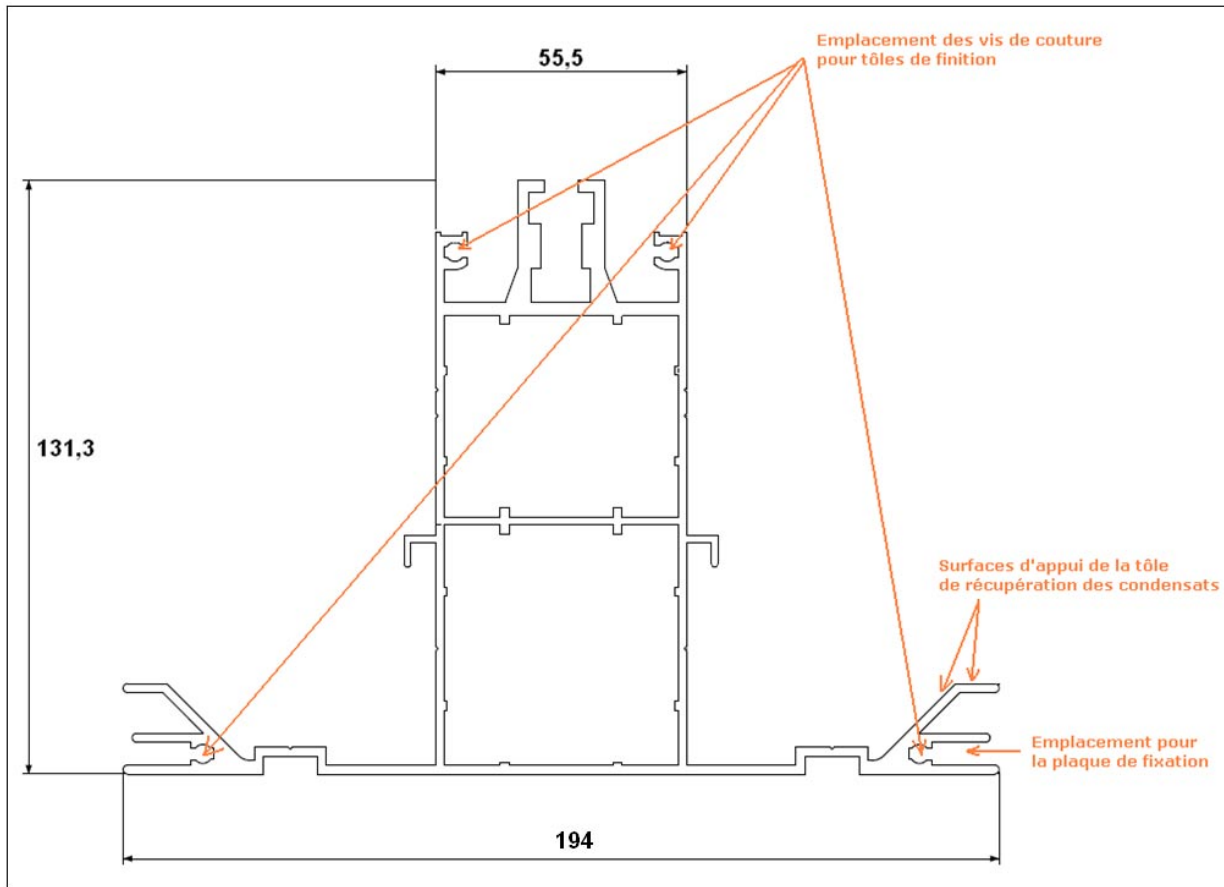


Figure 6 – Section du rail MIDITOP

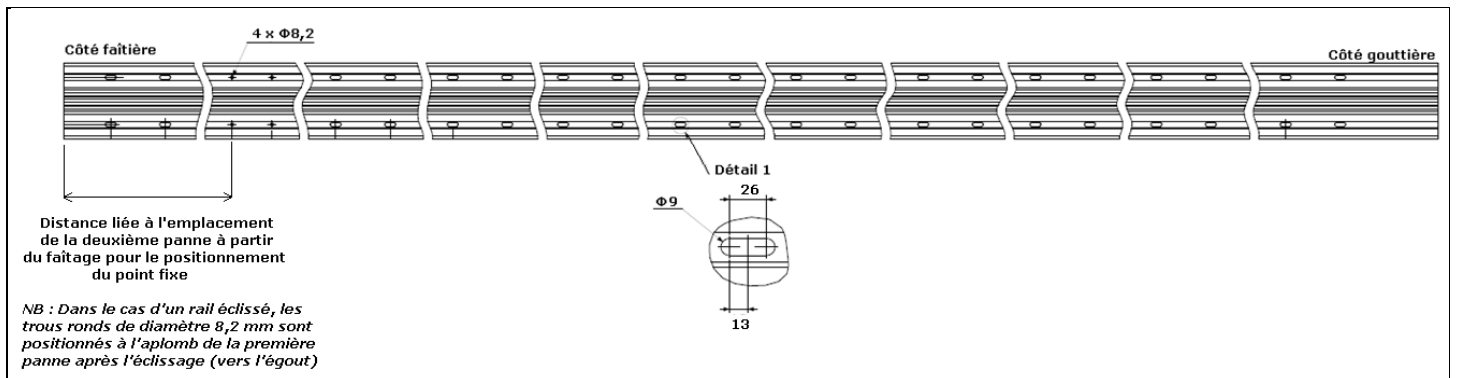


Figure 7 – Principe de perçage des rails MIDITOP pour la fixation aux pannes (trous ronds et oblongs)

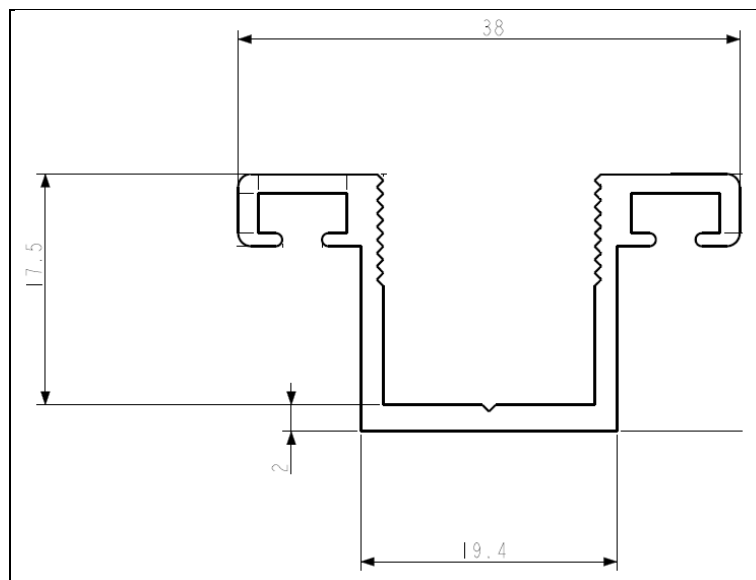


Figure 8 – Profil de la pareclose

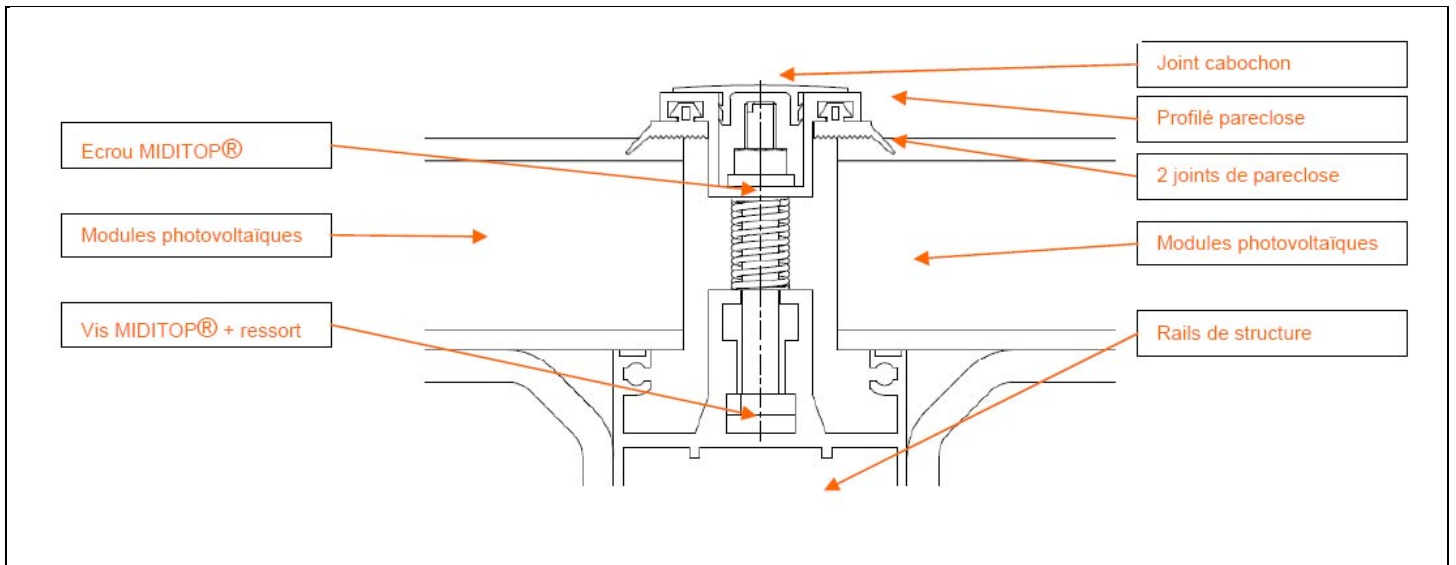


Figure 9 – Assemblage global du rail MIDITOP avec sa pareclose

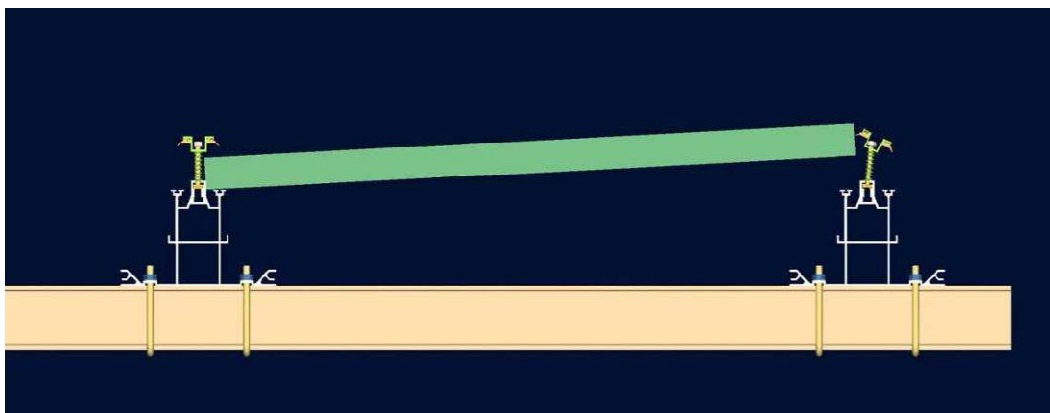


Figure 10 – Schéma explicatif du pivotement possible des boulons MIDITOP avec la pareclose

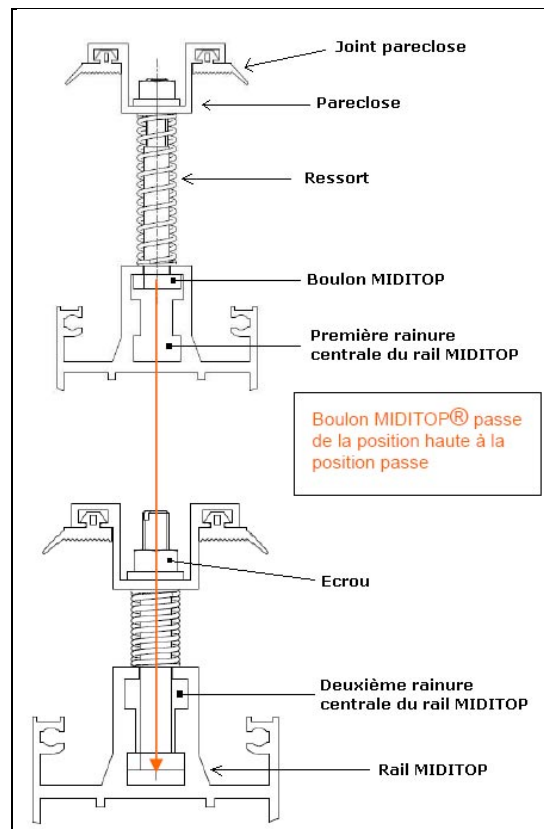


Figure 11 – Assemblage du boulon MIDITOP avec le rail et la pareclose

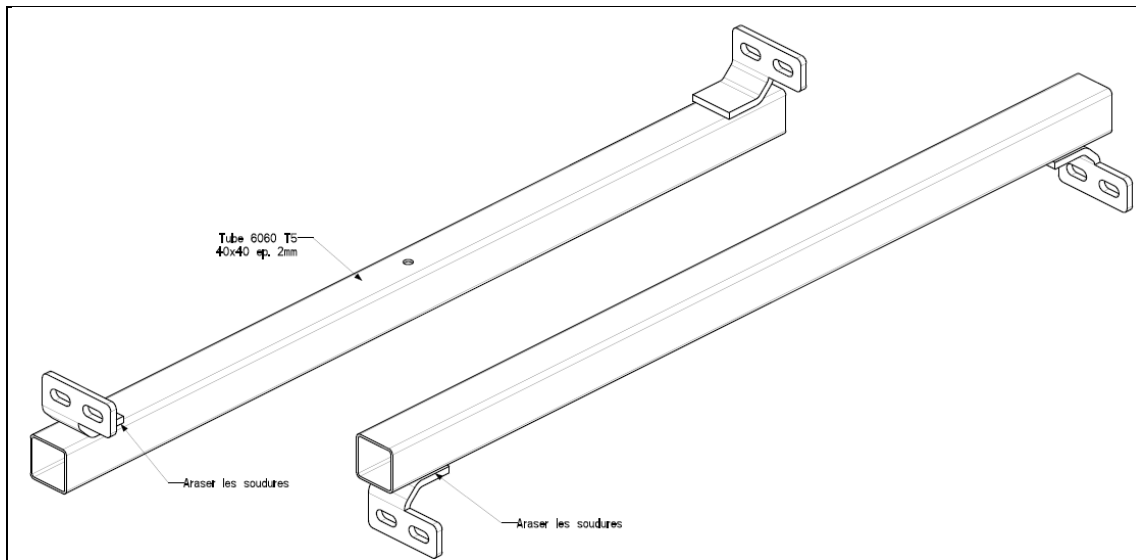


Figure 12 – Schémas des entretoises

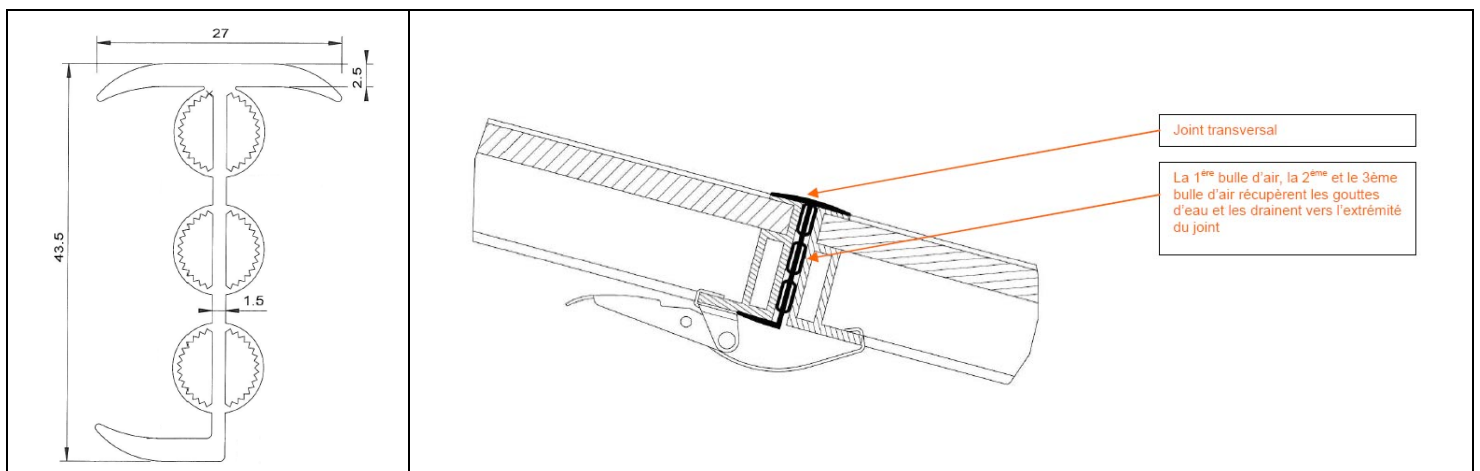


Figure 13 – Géométrie du joint transversal

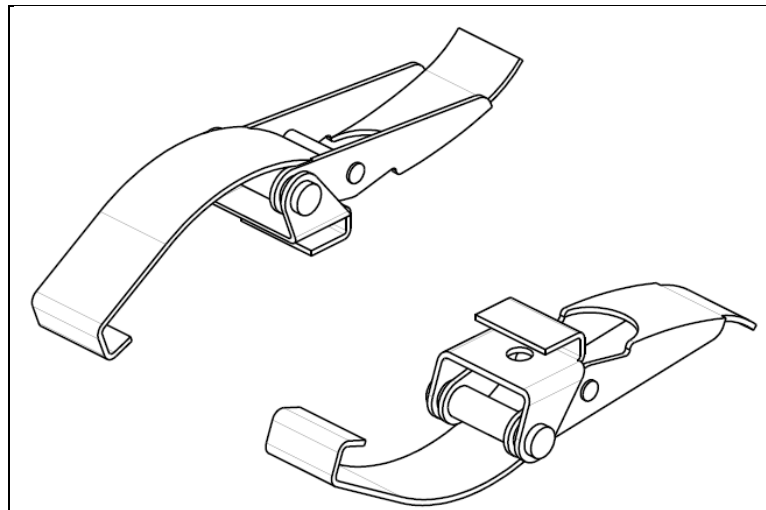


Figure 14 – Schémas d'une grenouillère

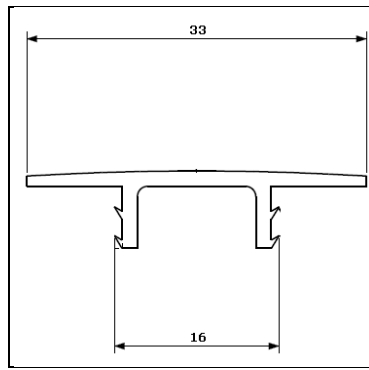


Figure 15 – Géométrie du joint cabochon

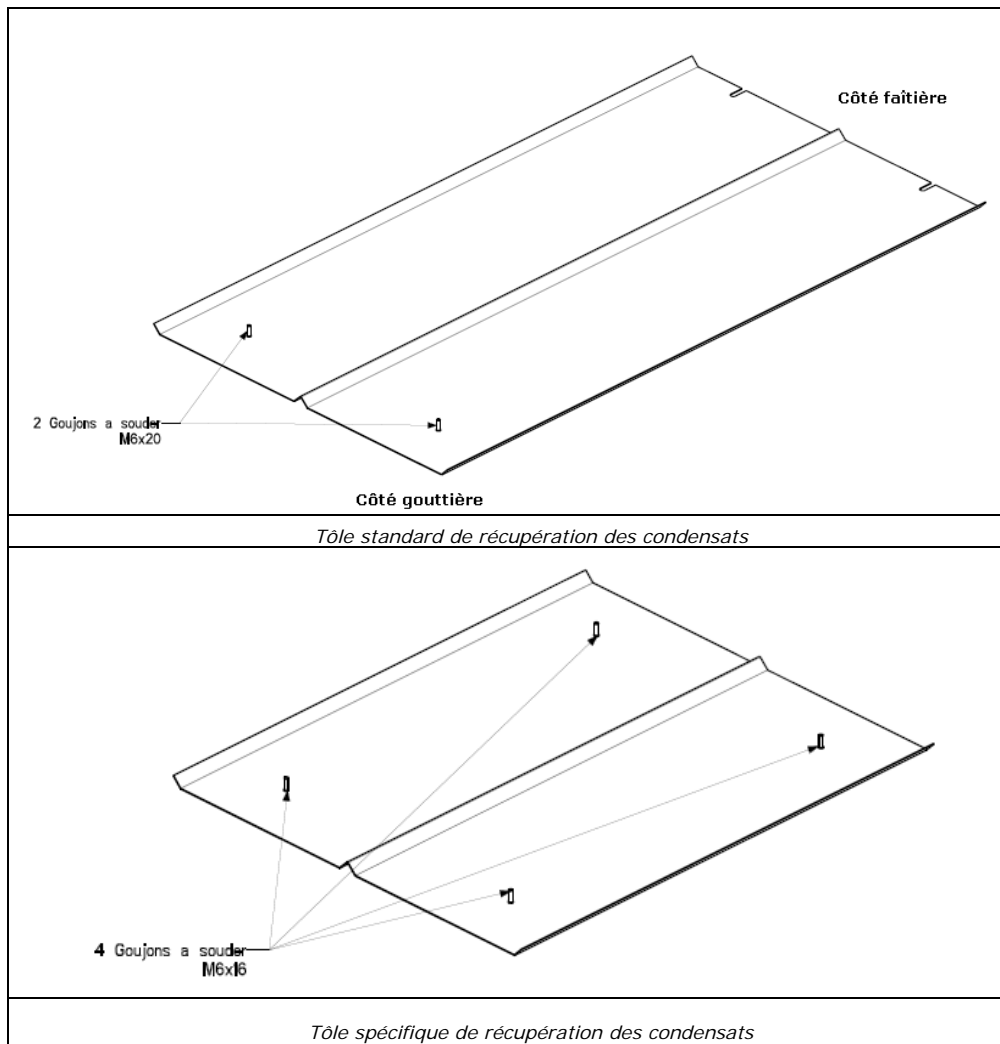


Figure 16 – Schémas des tôles de récupération des condensats

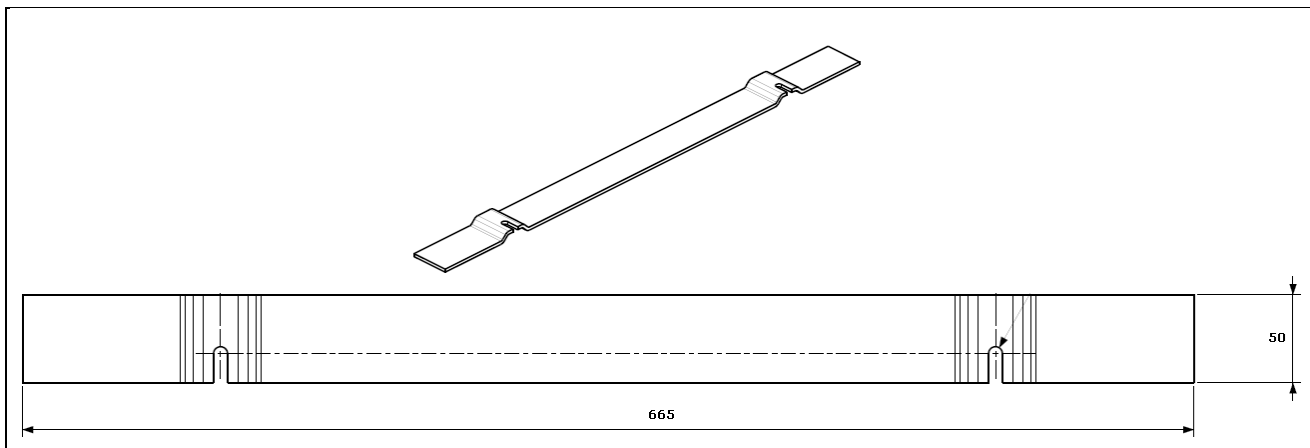


Figure 17 – Schémas des "supports tôles RC"



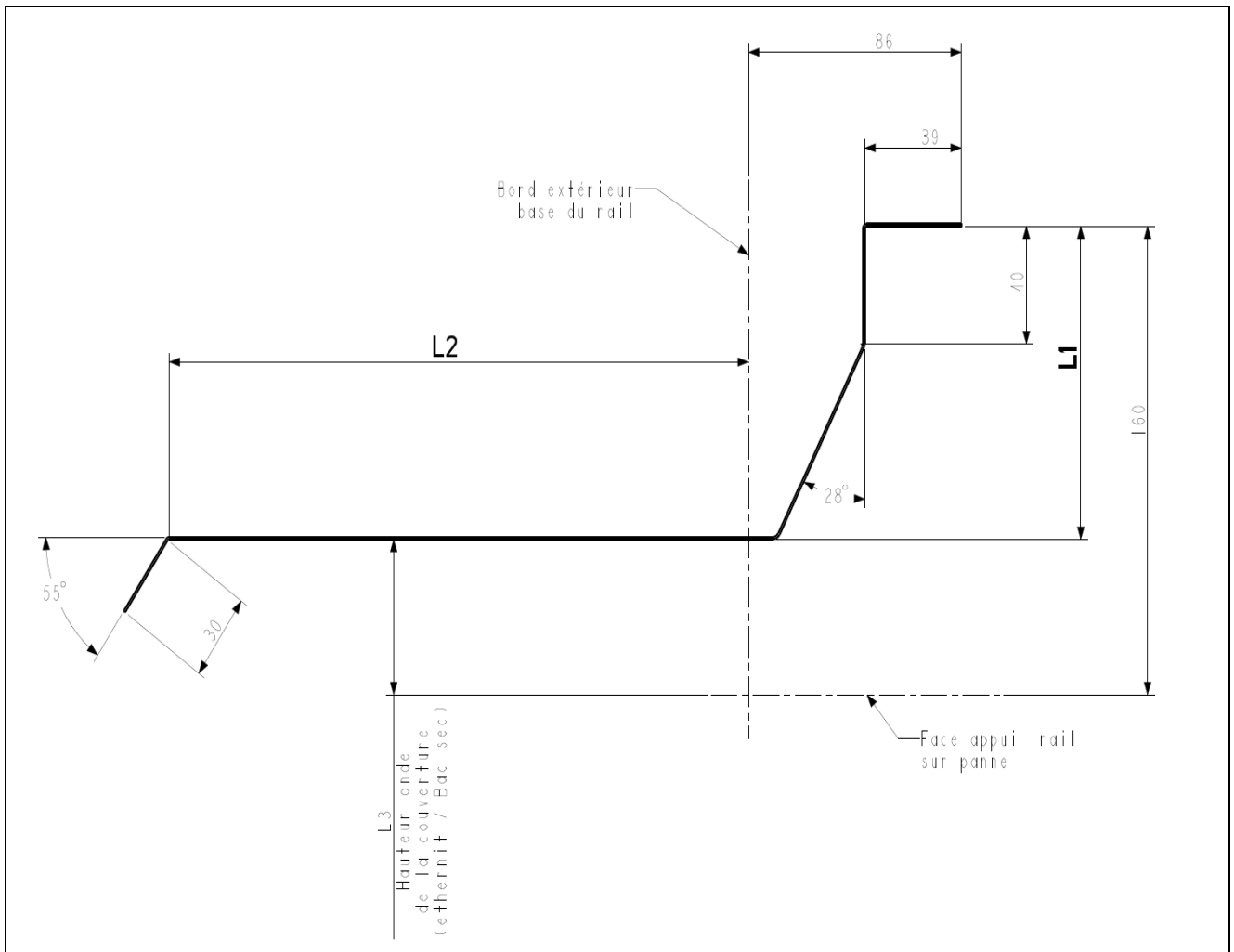


Figure 18 – Exemple de schémas des tôles d'abergement latérales

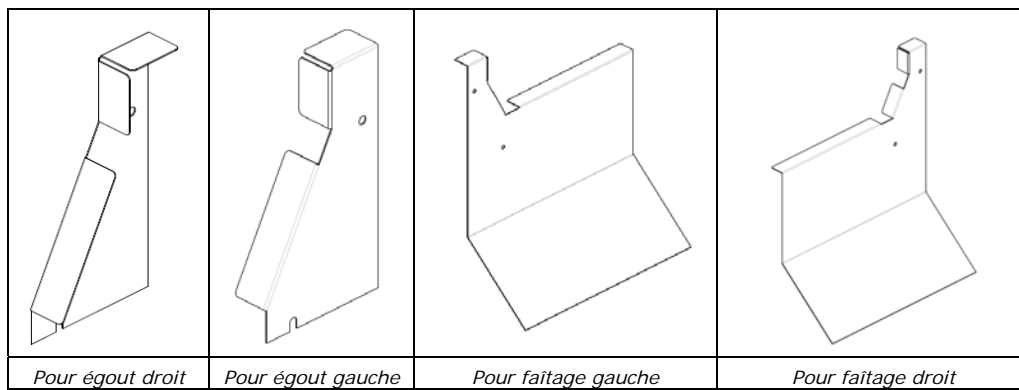


Figure 19 – Schémas des "bouchons pour tôle latérale"

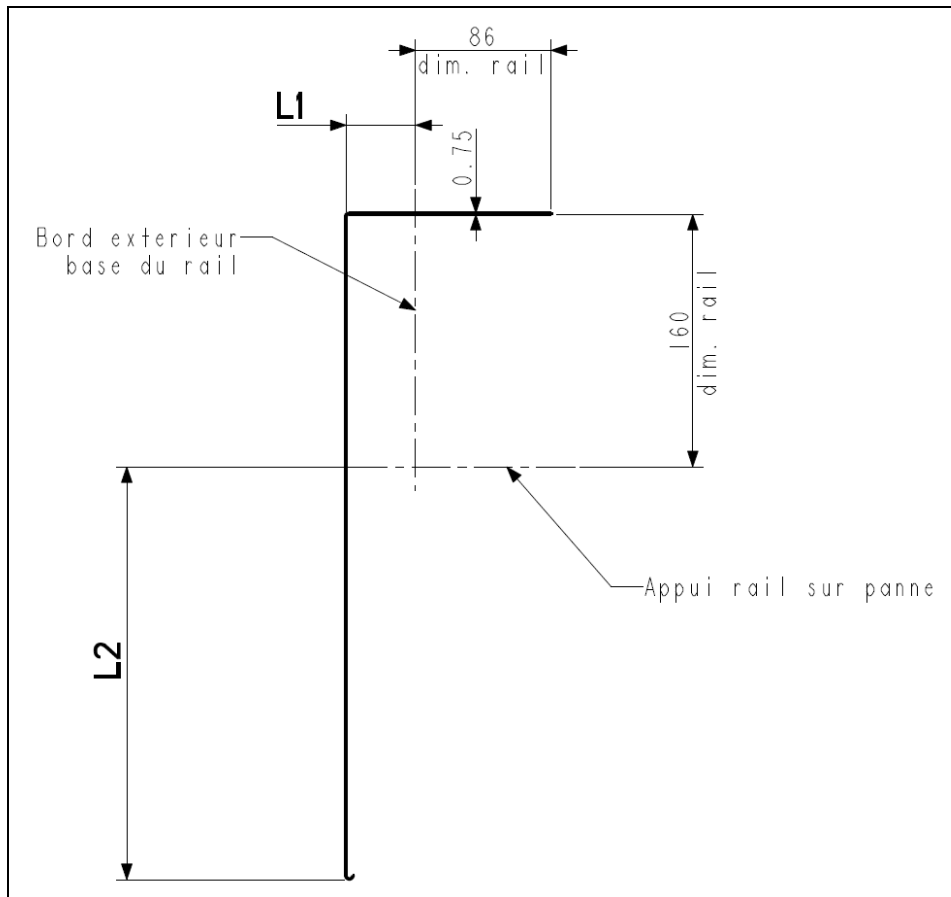


Figure 20 – Schémas des tôles de rive

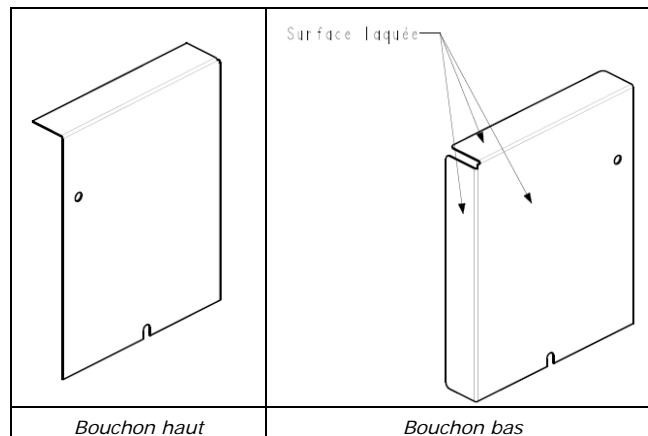


Figure 21 – Schémas des bouchons pour tôle de rive

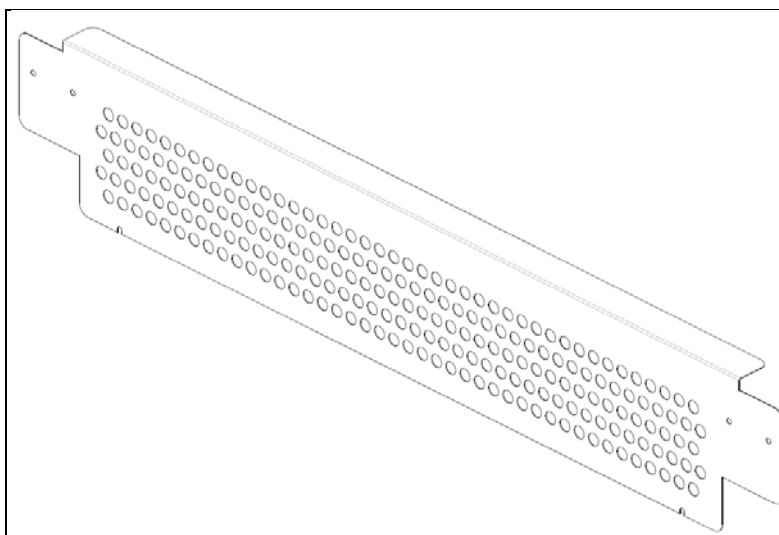


Figure 22 – Schémas d'une grille anti-rongeurs

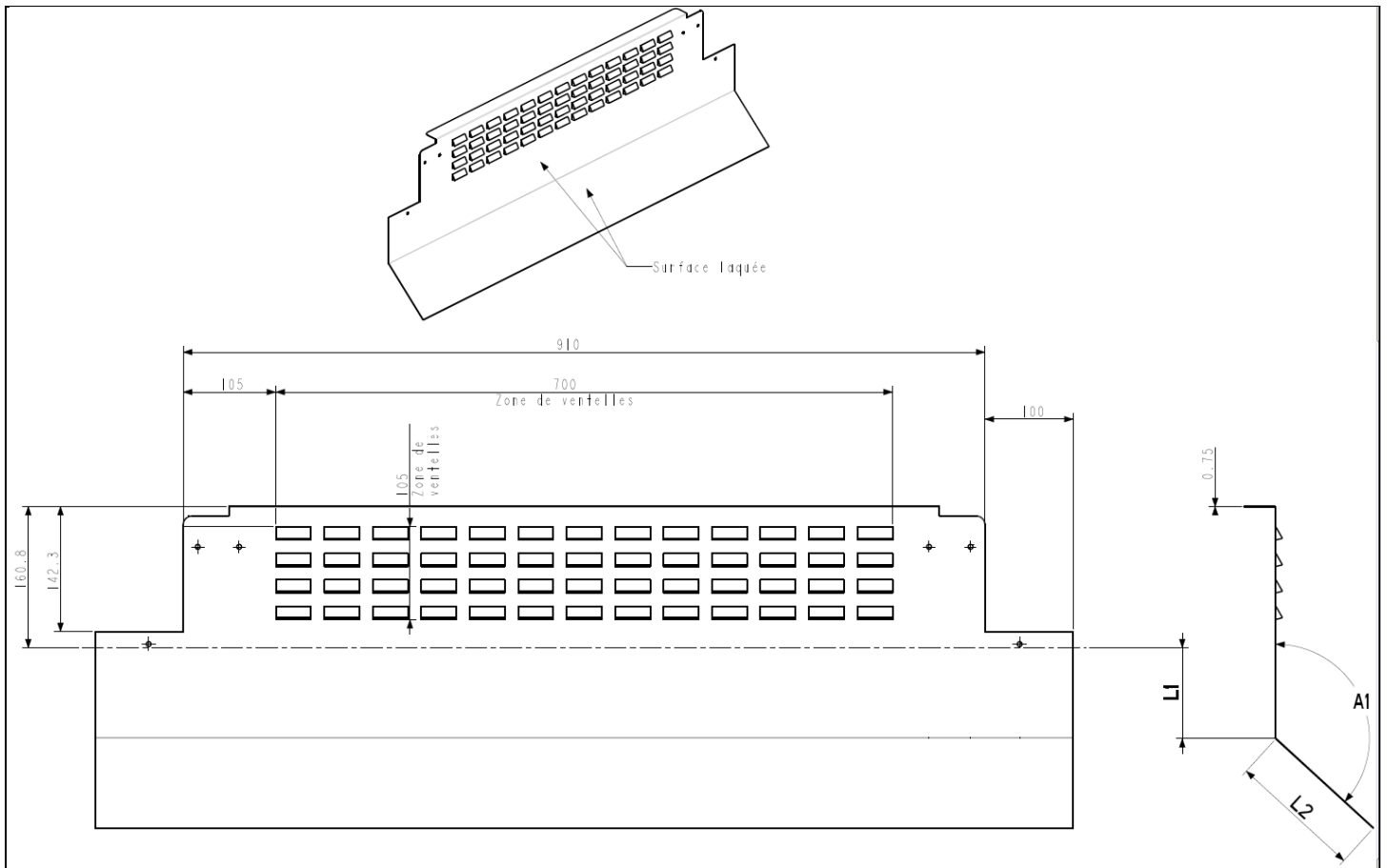


Figure 23 – Schémas de principe d'une tôle faitière pour "simple" ventilation

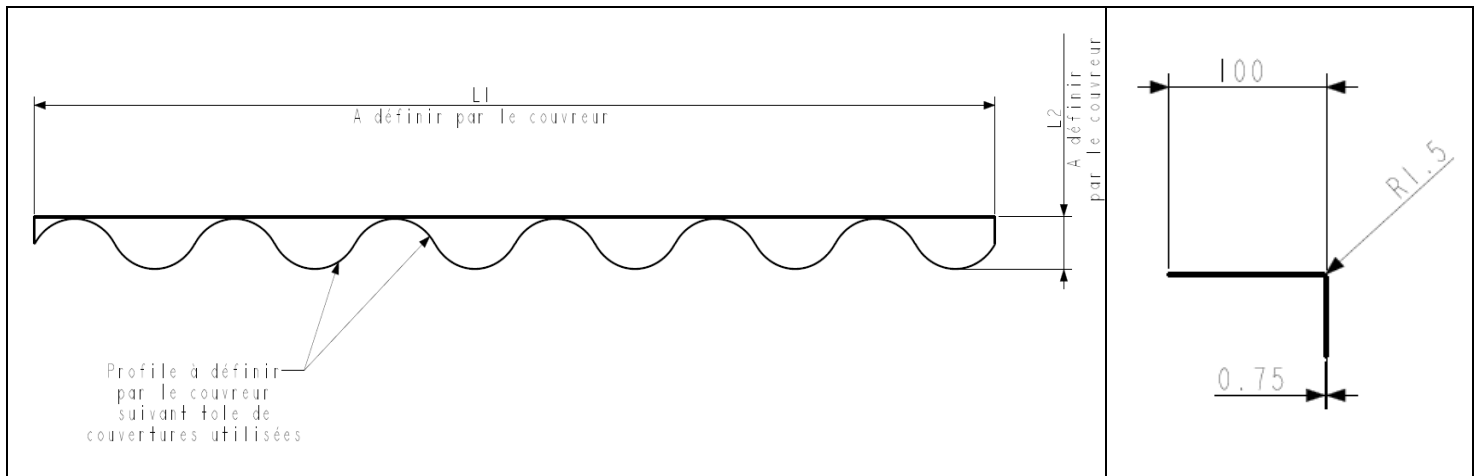


Figure 24 – Schémas de principe d'un closoir anti-reflux versant opposé

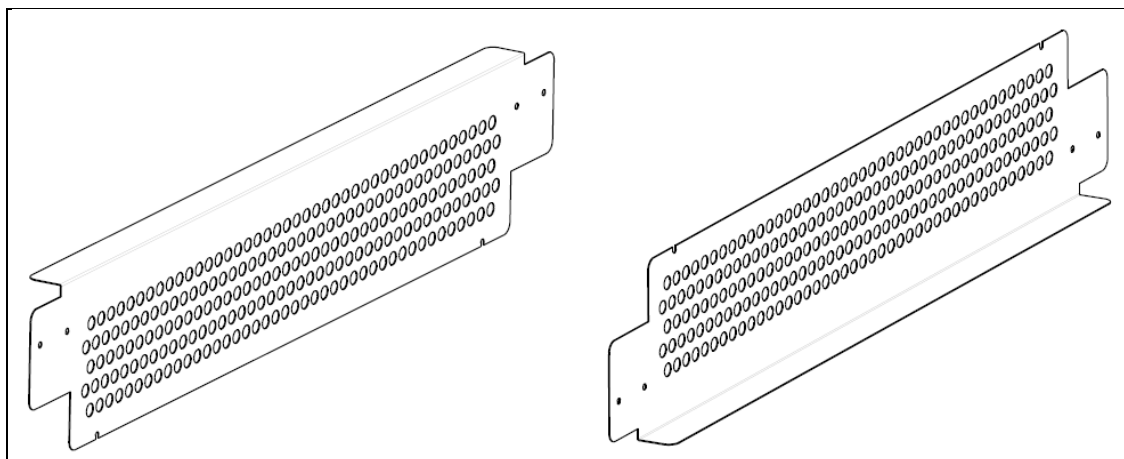


Figure 25 – Schémas de principe d'une grille anti-rongeur pignon

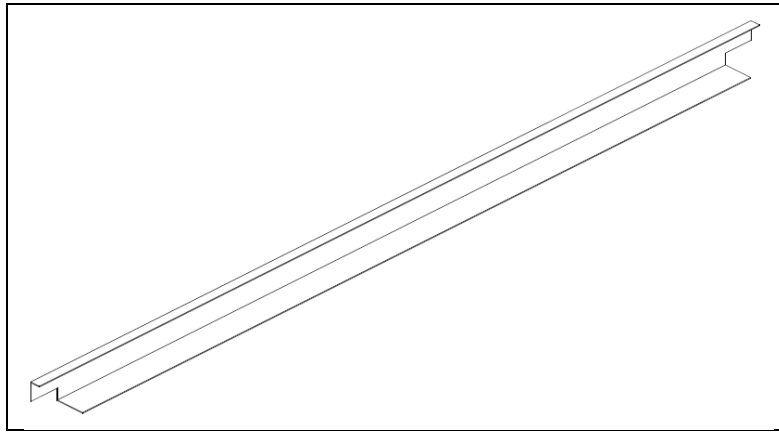


Figure 26 – Schémas d'un réflecteur anti-reflux versant photovoltaïque

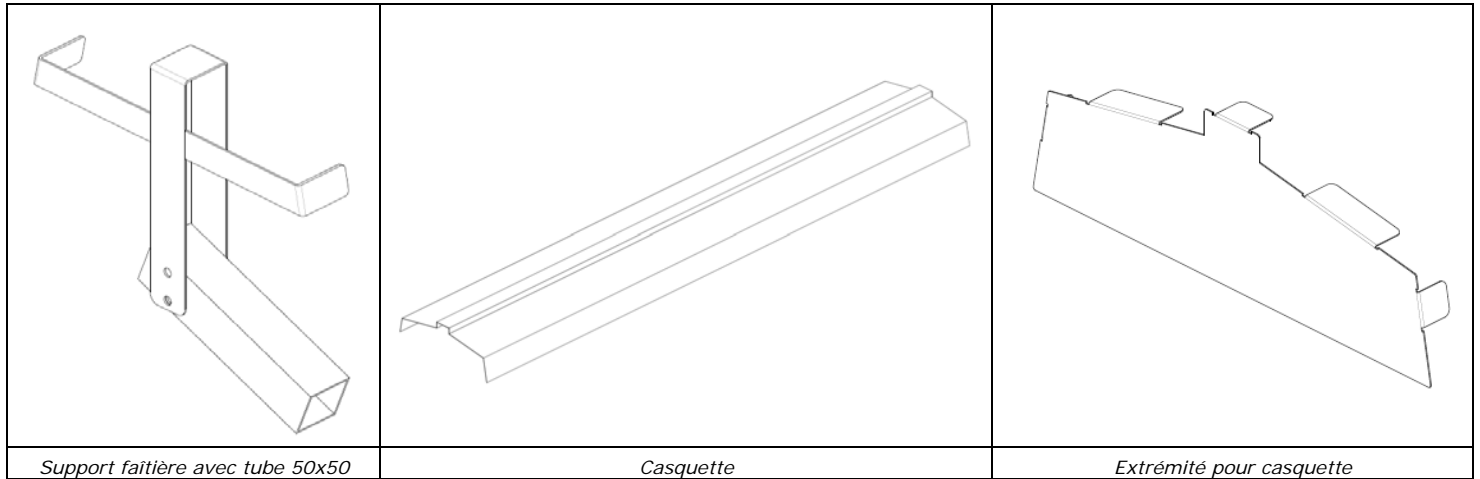


Figure 27 – Éléments assemblés à la casquette pour le faîtage en "double" ventilation

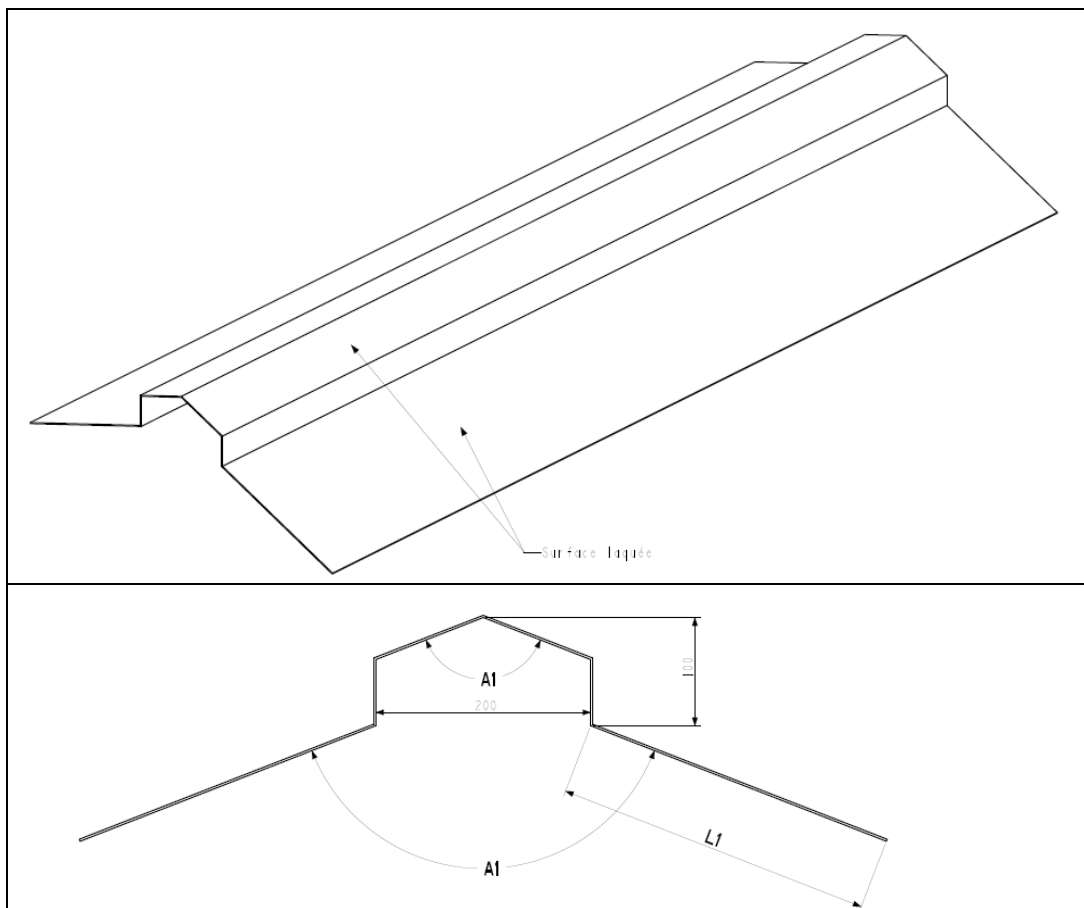


Figure 28 – Schémas de principe de la tôle "Pignon faitière"

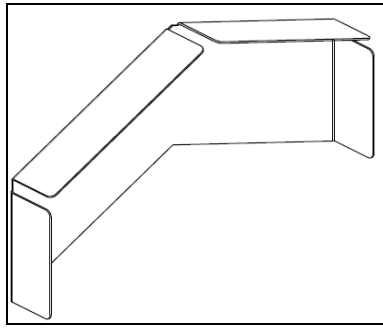


Figure 29 – Schéma de principe du "Bouchon Pignon"

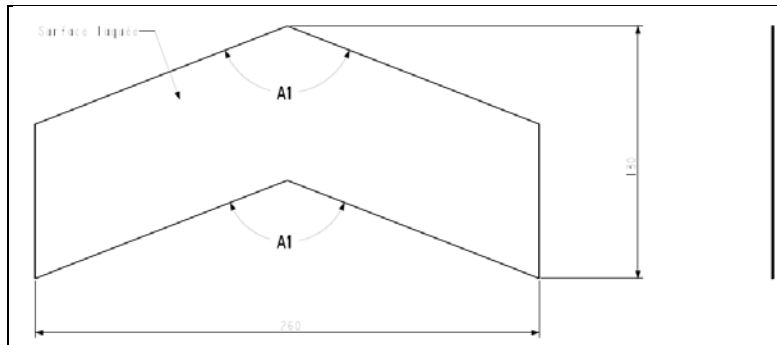


Figure 30 – Schéma de principe du "Réflecteur Pignon"

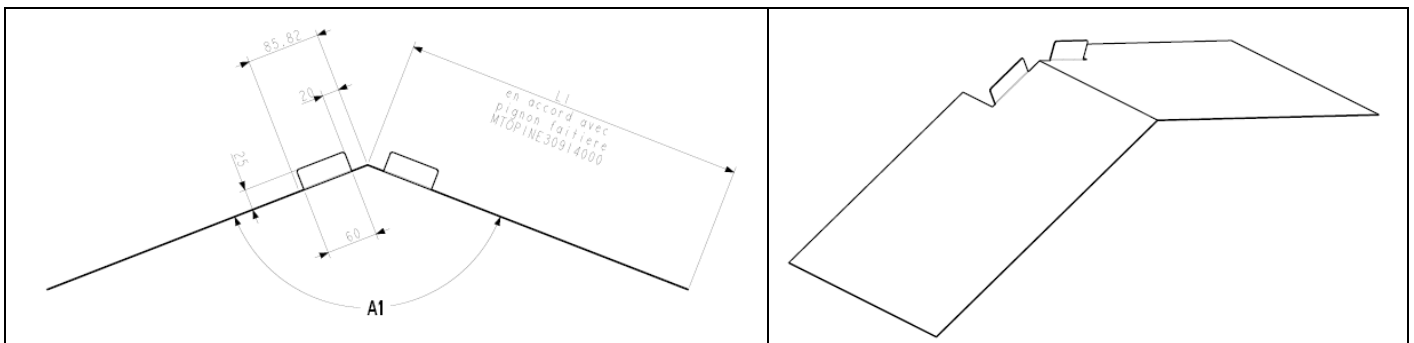


Figure 31 – Schémas de principe de la tôle "Extension Faîtière"

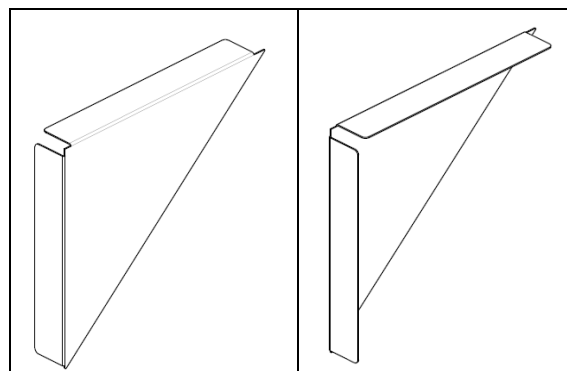


Figure 32 – Schémas de principe des "Caches Latéraux"

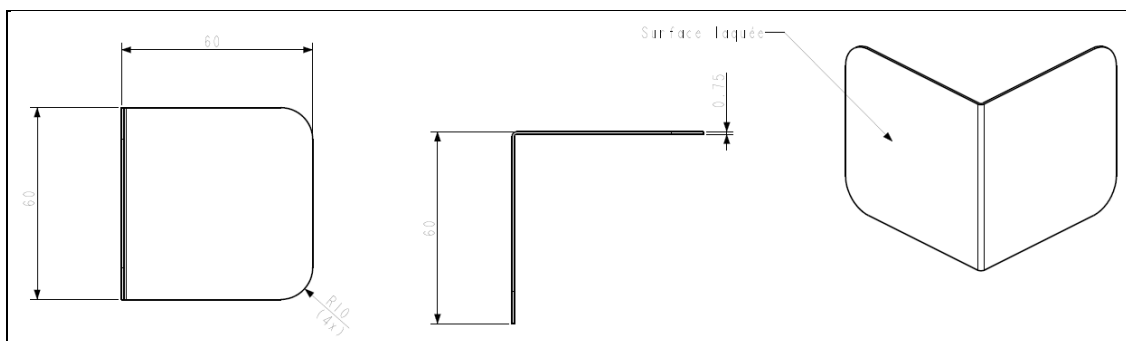


Figure 33 – Schémas de principe des "Bouchons hauts rive partielle"

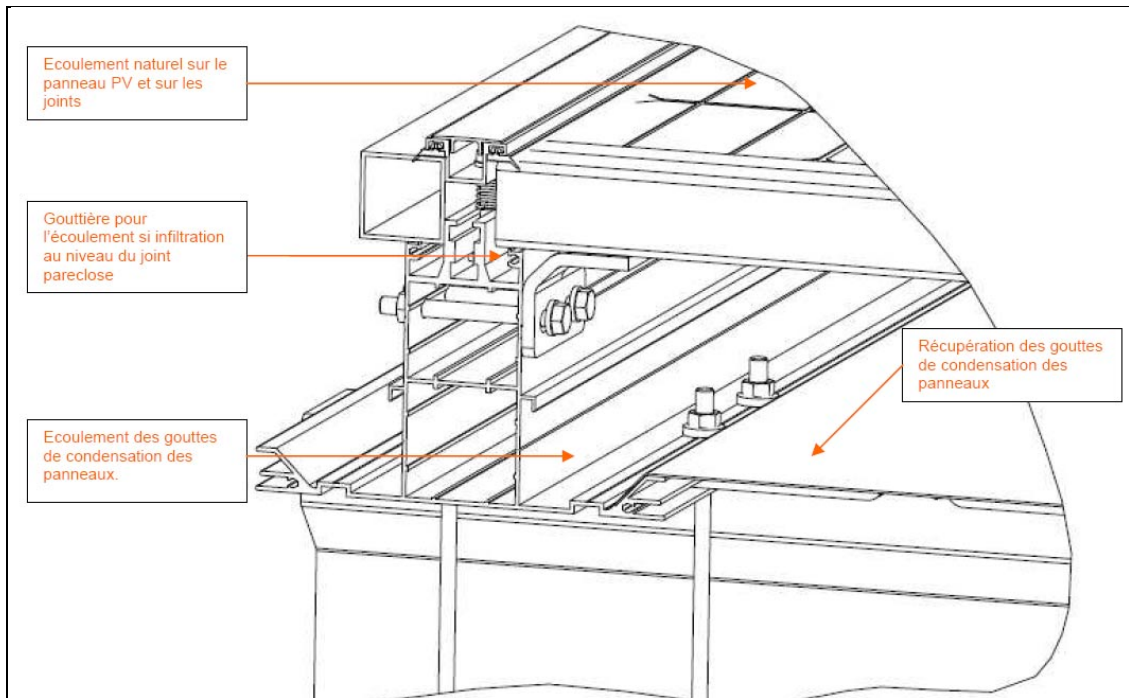


Figure 34 – Principe d'écoulement des éventuelles eaux d'infiltration et de condensation

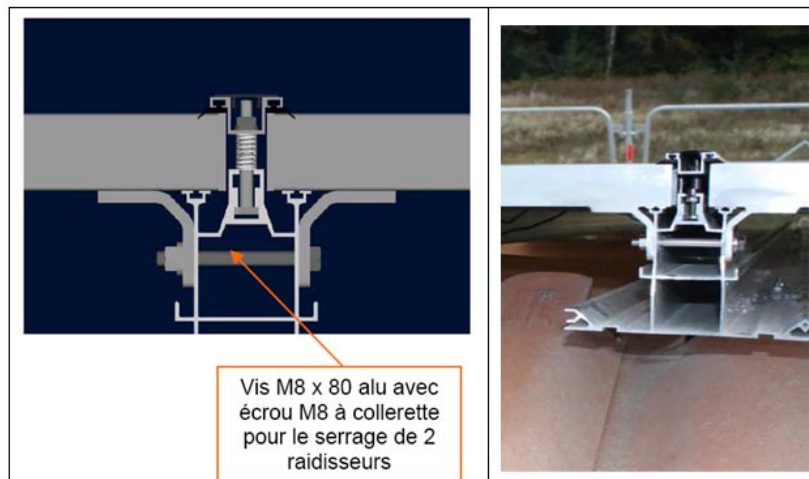


Figure 35 – Mise en place des entretoises entre les rails MIDITOP



Figure 36 – Photos du palonnier développé par la société MIDISOLAIRE

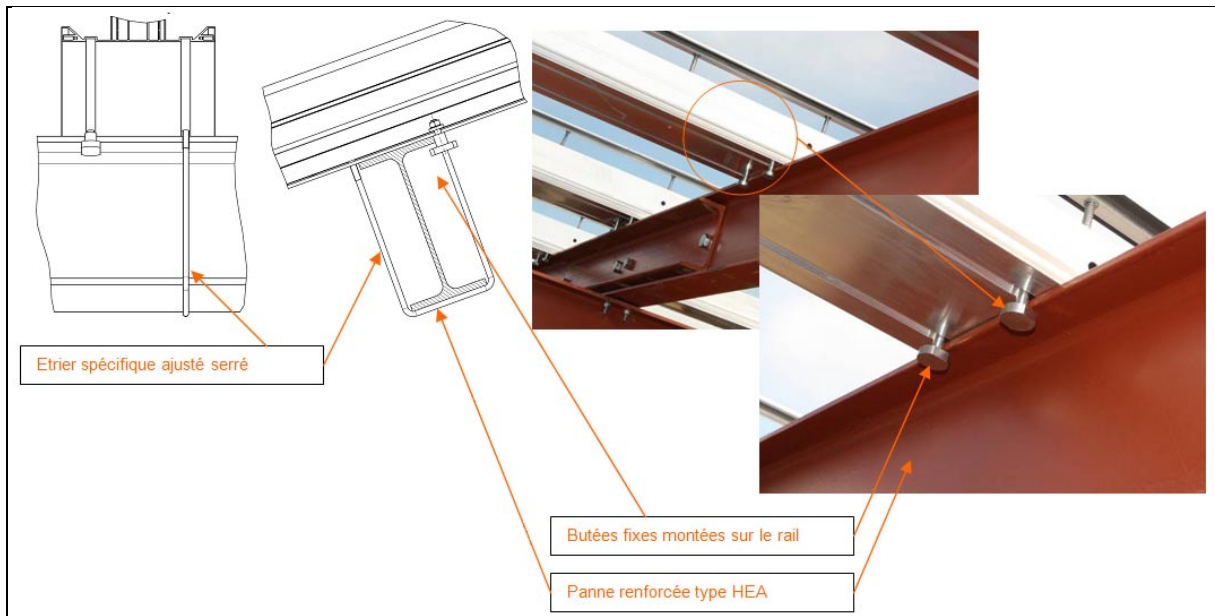


Figure 37 – Mise en place des taquets et de l'étrier spécifique pour le point fixe

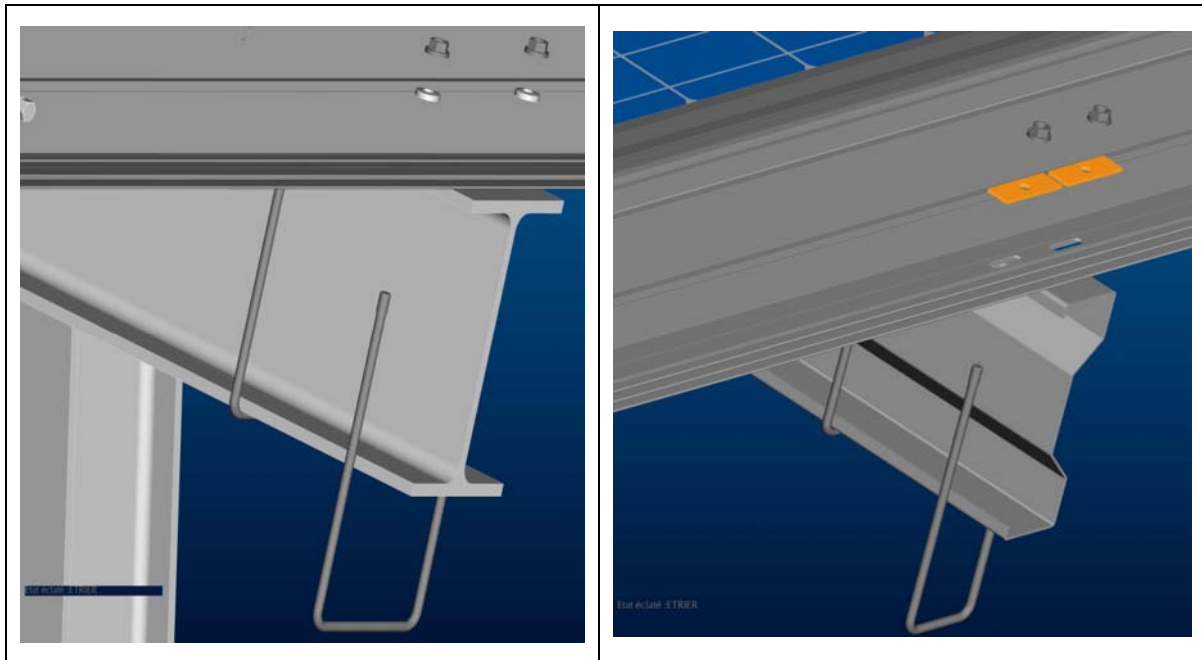


Figure 38 – Principe de pose des étriers (à gauche, avec points fixes, à droite, avec fixations dilatantes)

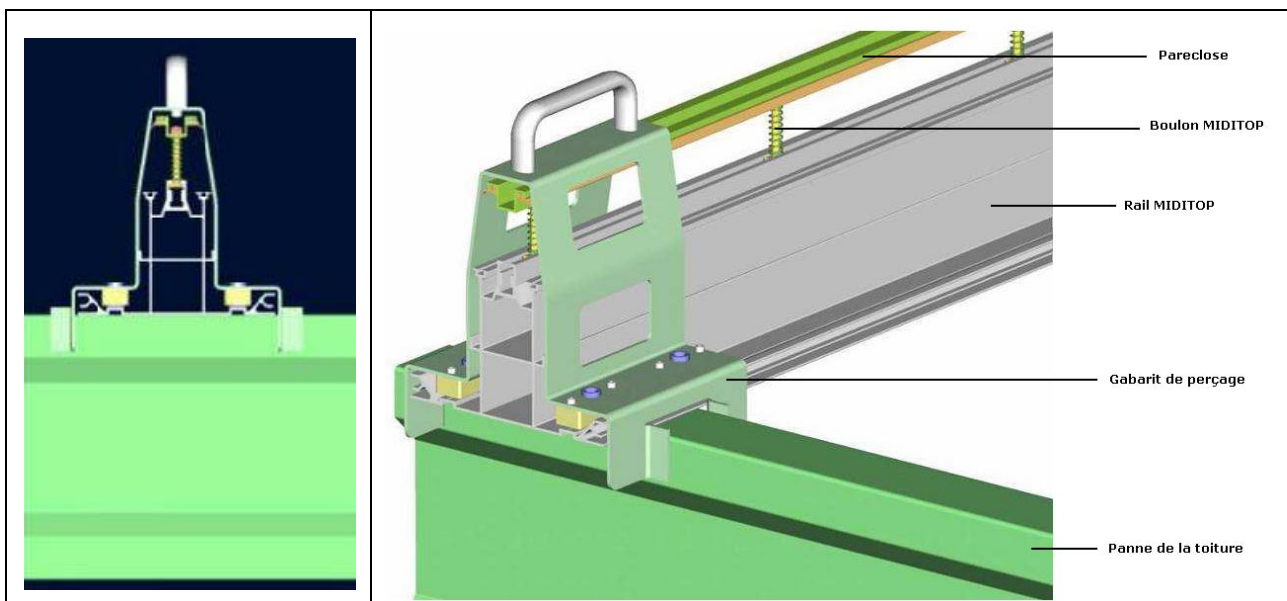


Figure 39 – Principe pour le perçage des rails MIDITOP avec le gabarit développé par MIDISOLAIRE (bâtiments existants)

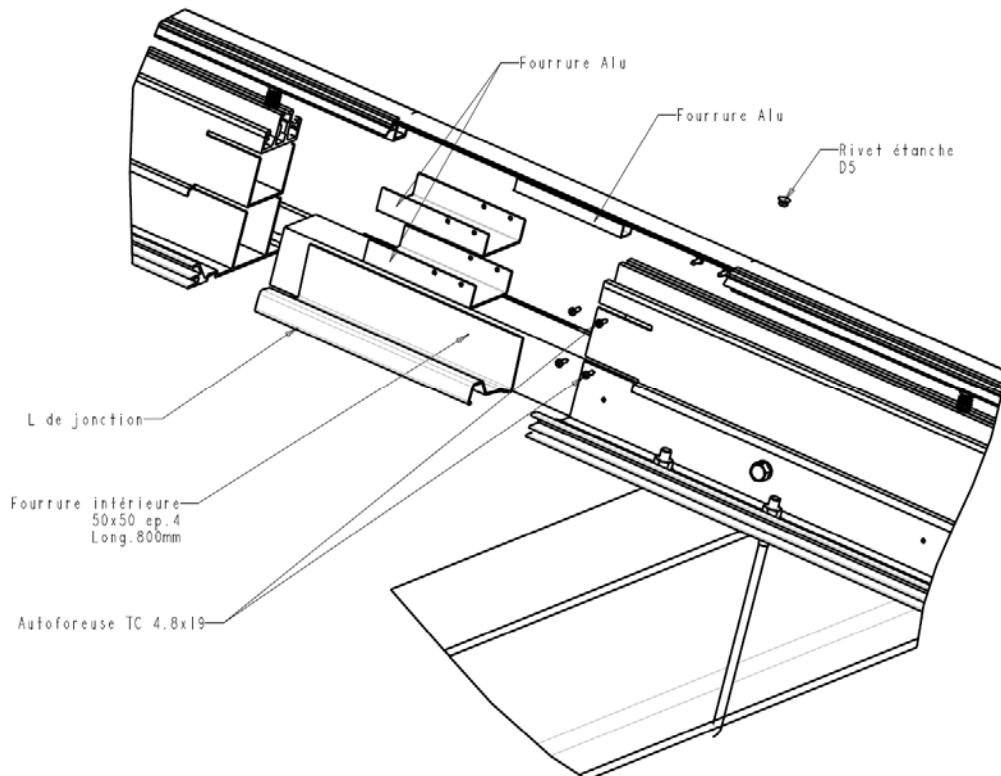
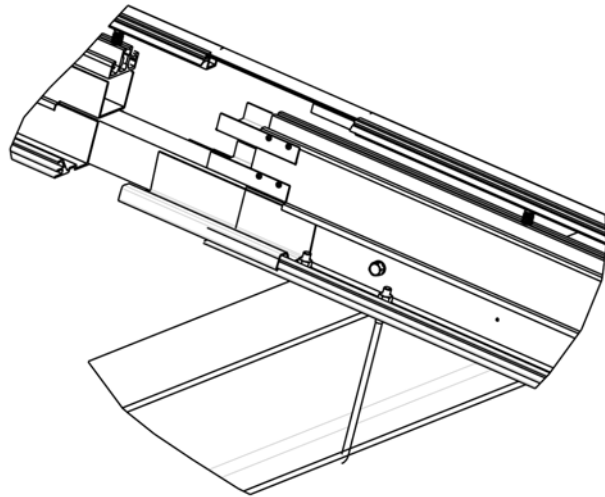
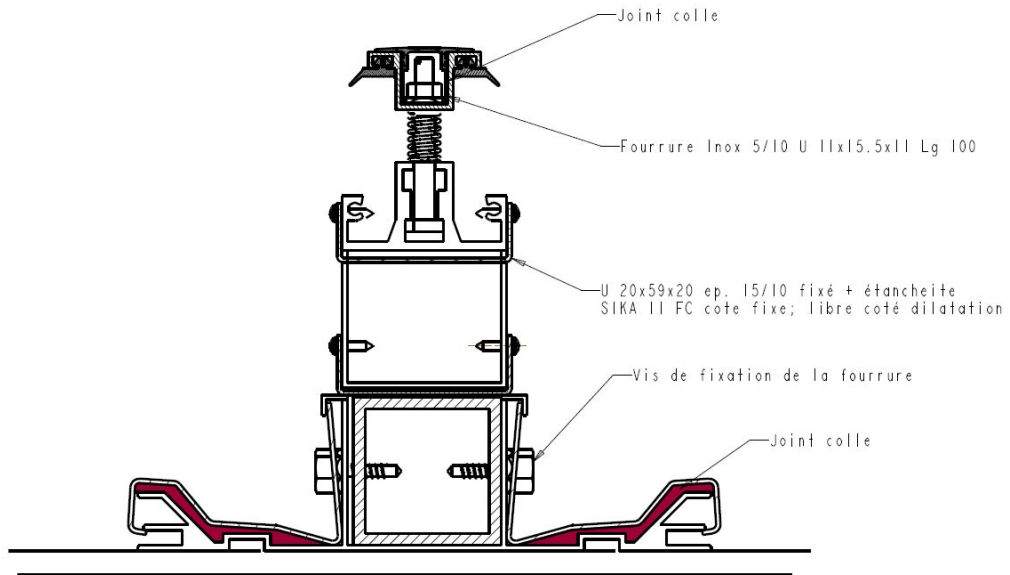


Figure 40 – Principe de l'éclissage par assemblage mécanique et collage



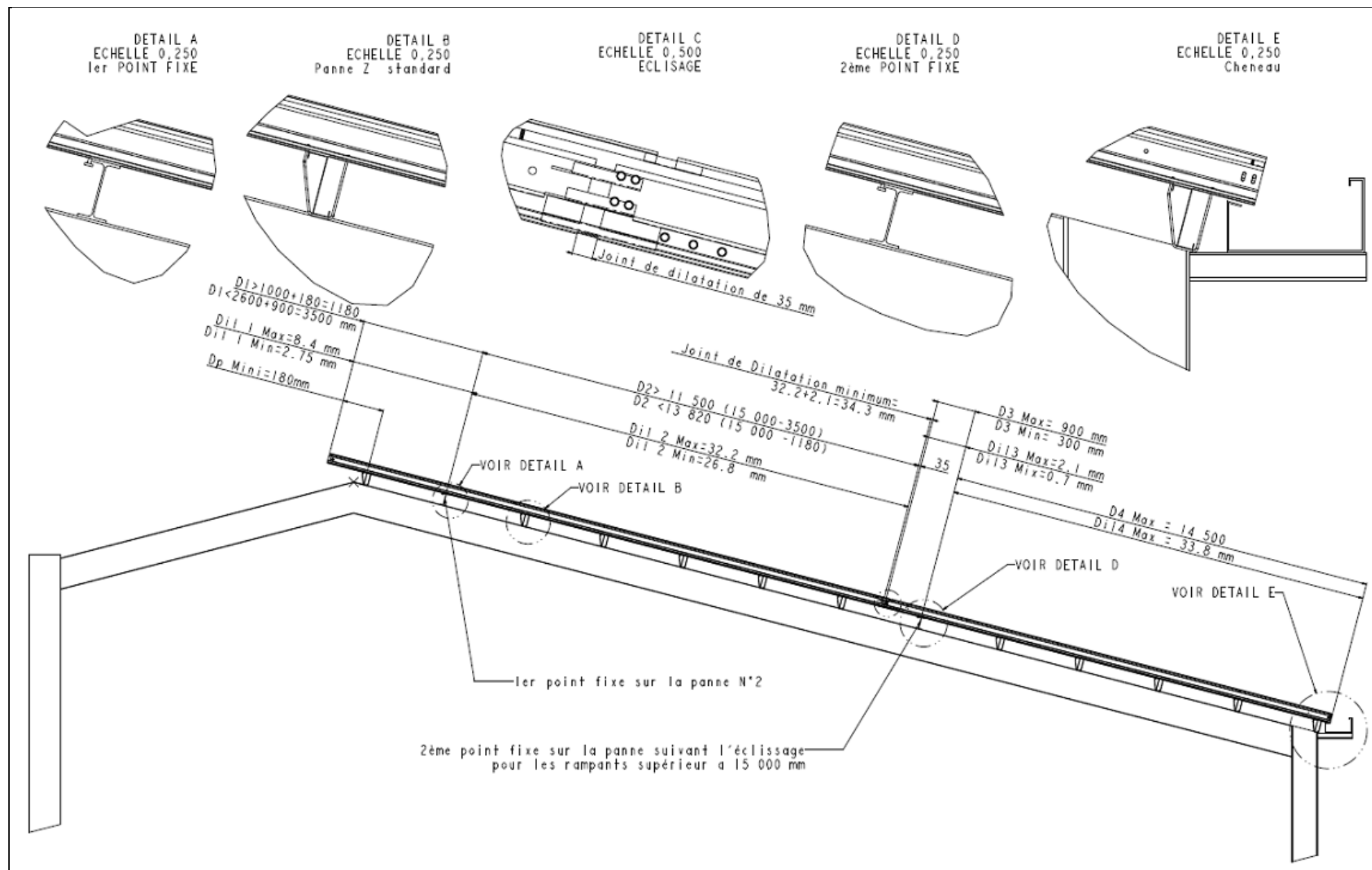


Figure 41 – Dispositions relatives aux points fixes

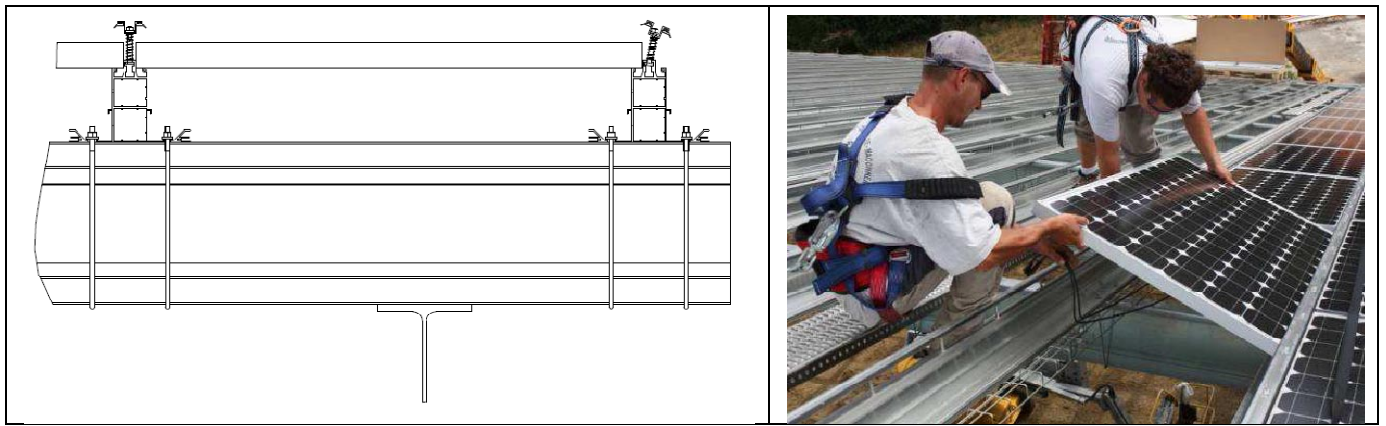


Figure 42 – Insertion des modules dans les pareclozes

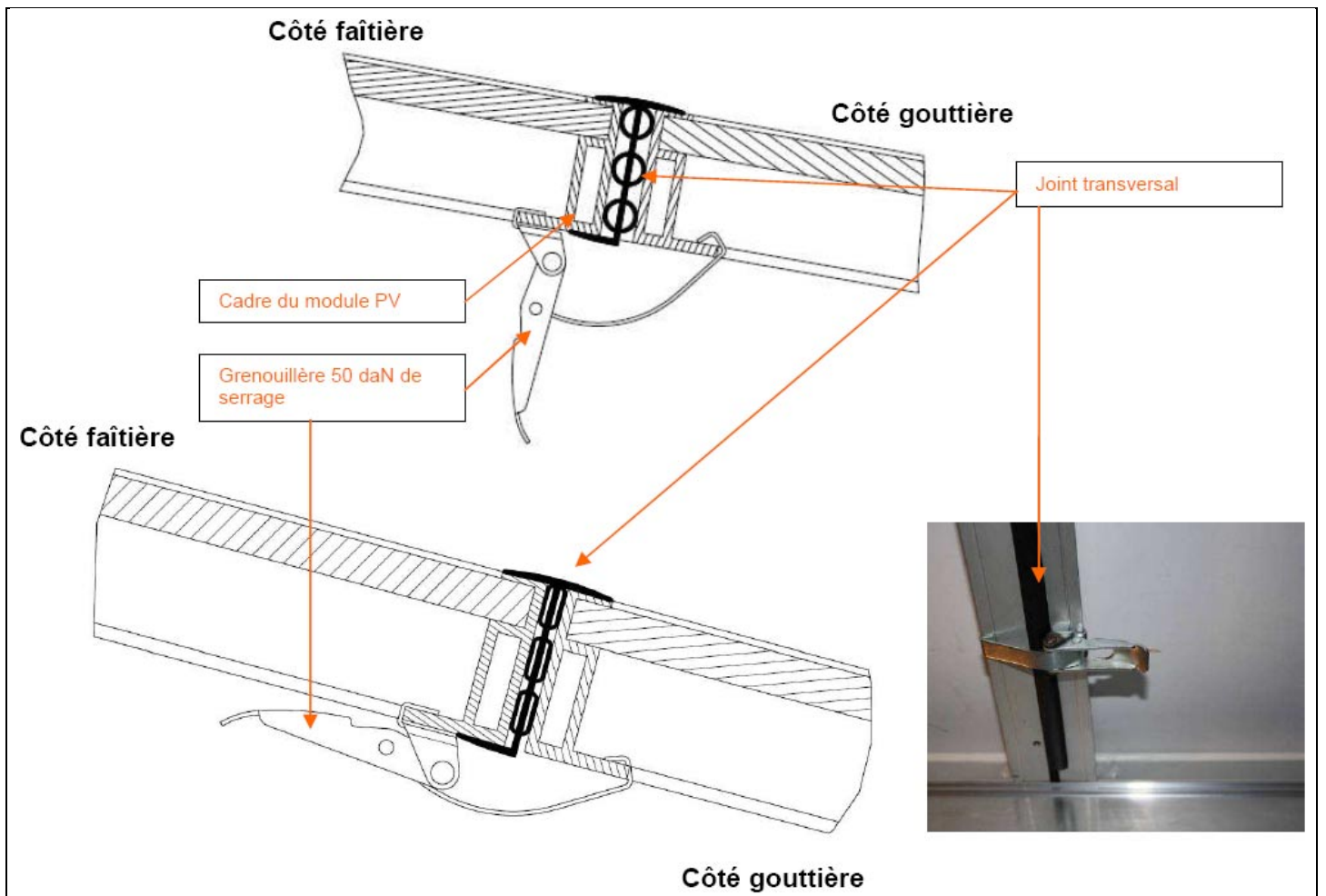


Figure 43 – Mise en place des joints transversaux et des grenouillères

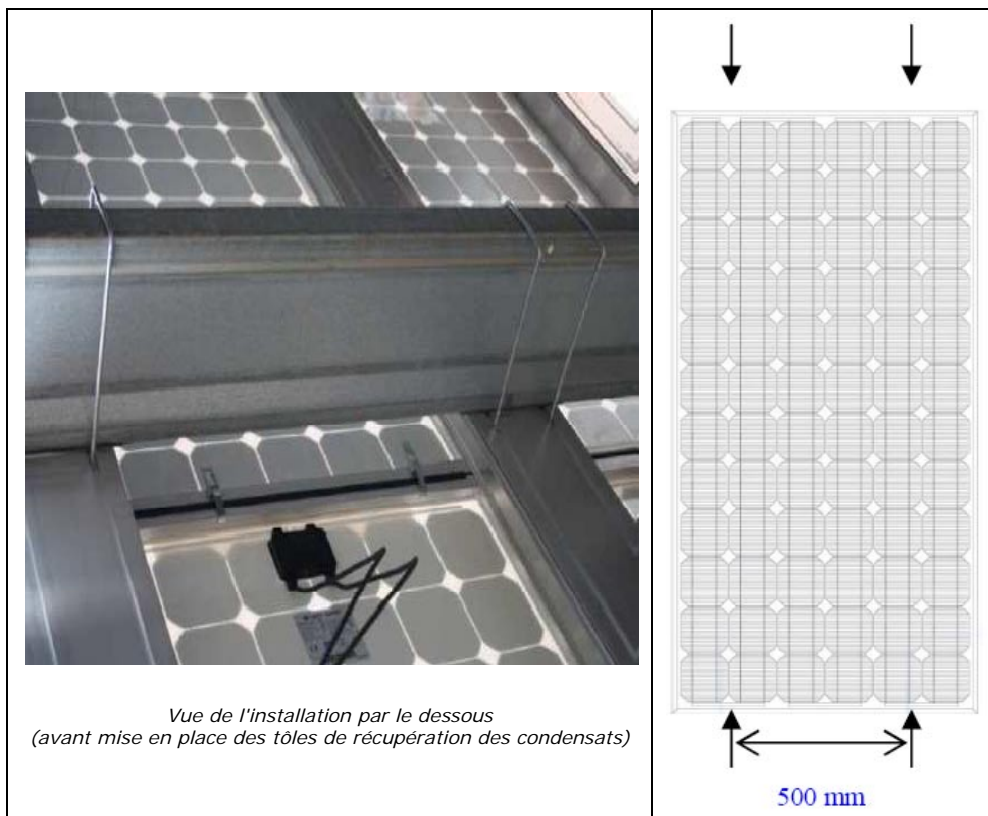


Figure 44 – Positionnement des grenouillères

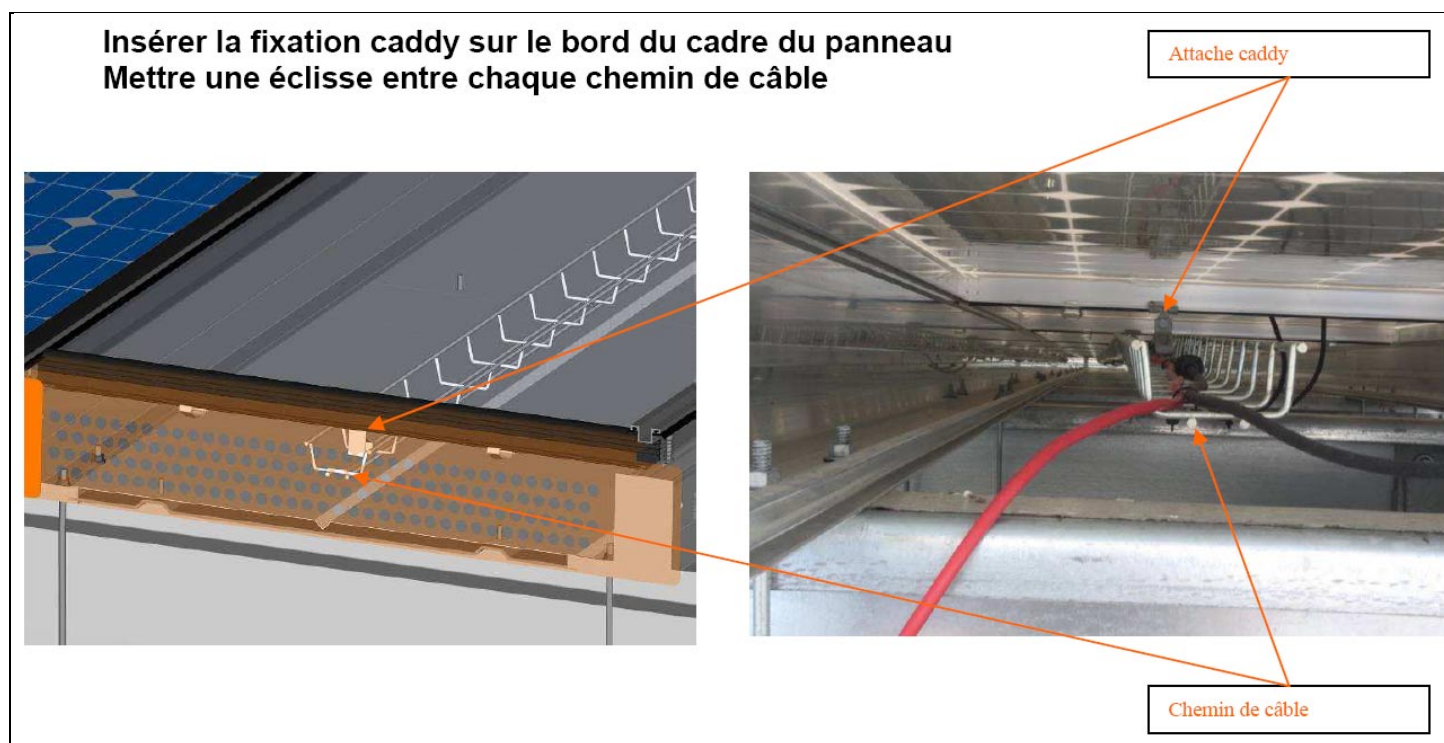


Figure 45 – Mise en place des chemins de câbles électriques

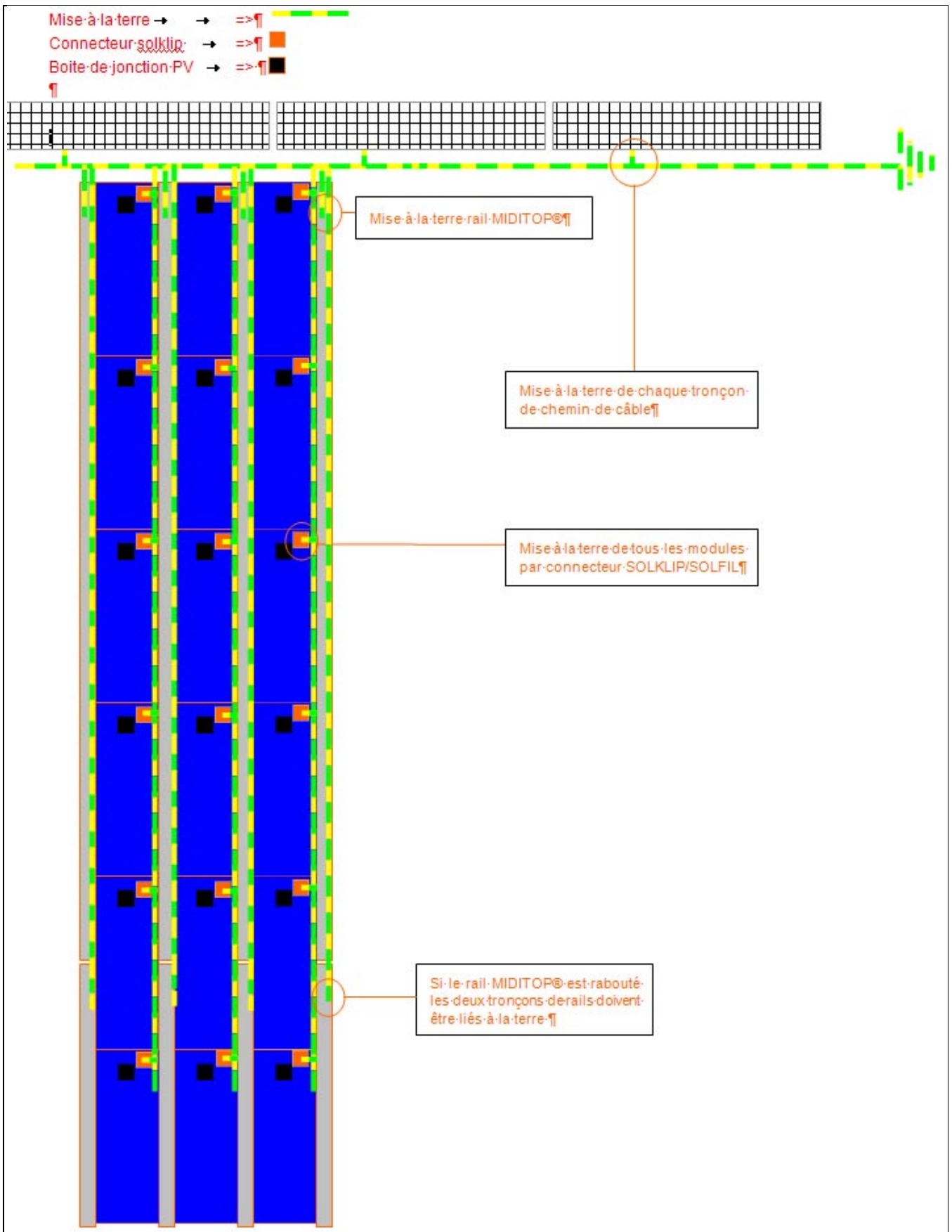


Figure 46 – Schéma de principe du câblage de la liaison équipotentielle des masses

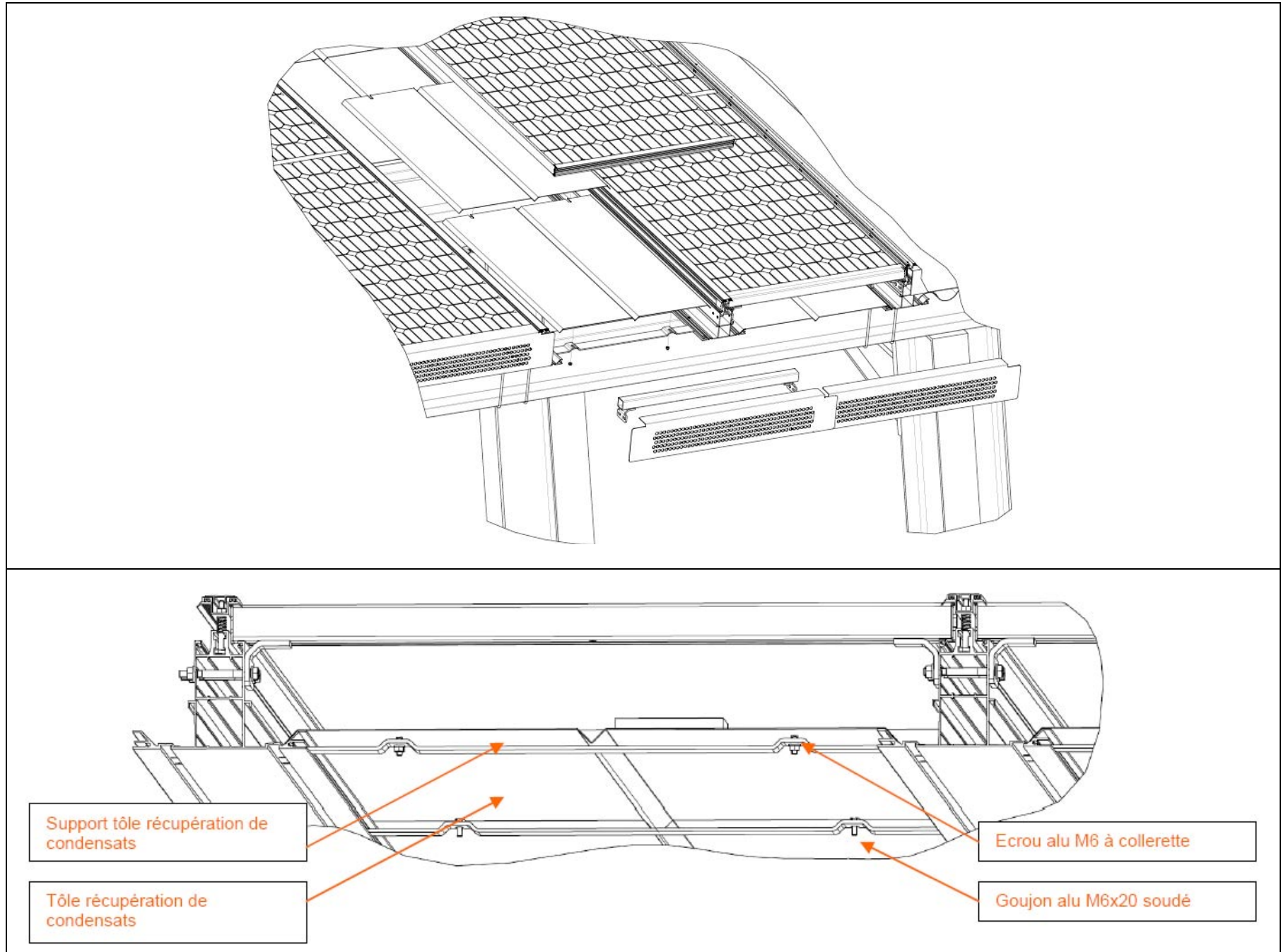


Figure 47 – Principe de mise en œuvre des tôles de récupération des condensats

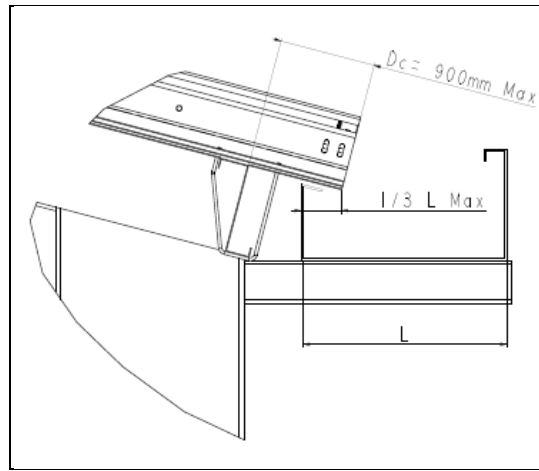


Figure 48 – Détail du principe de traitement à l'égout

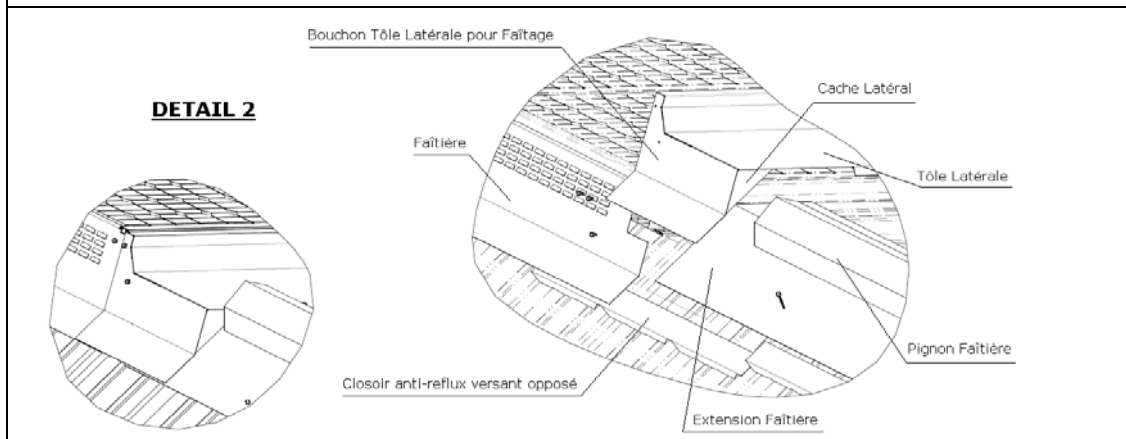
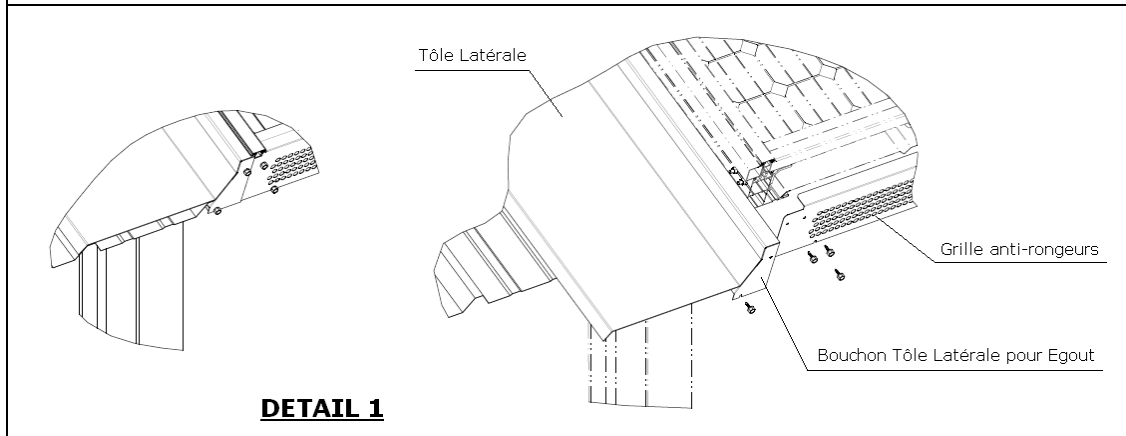
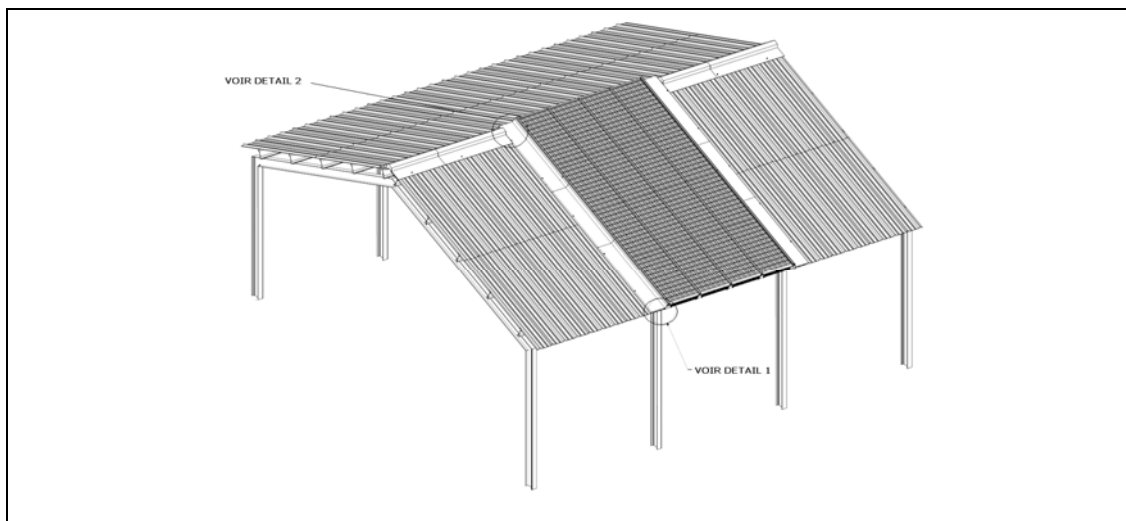
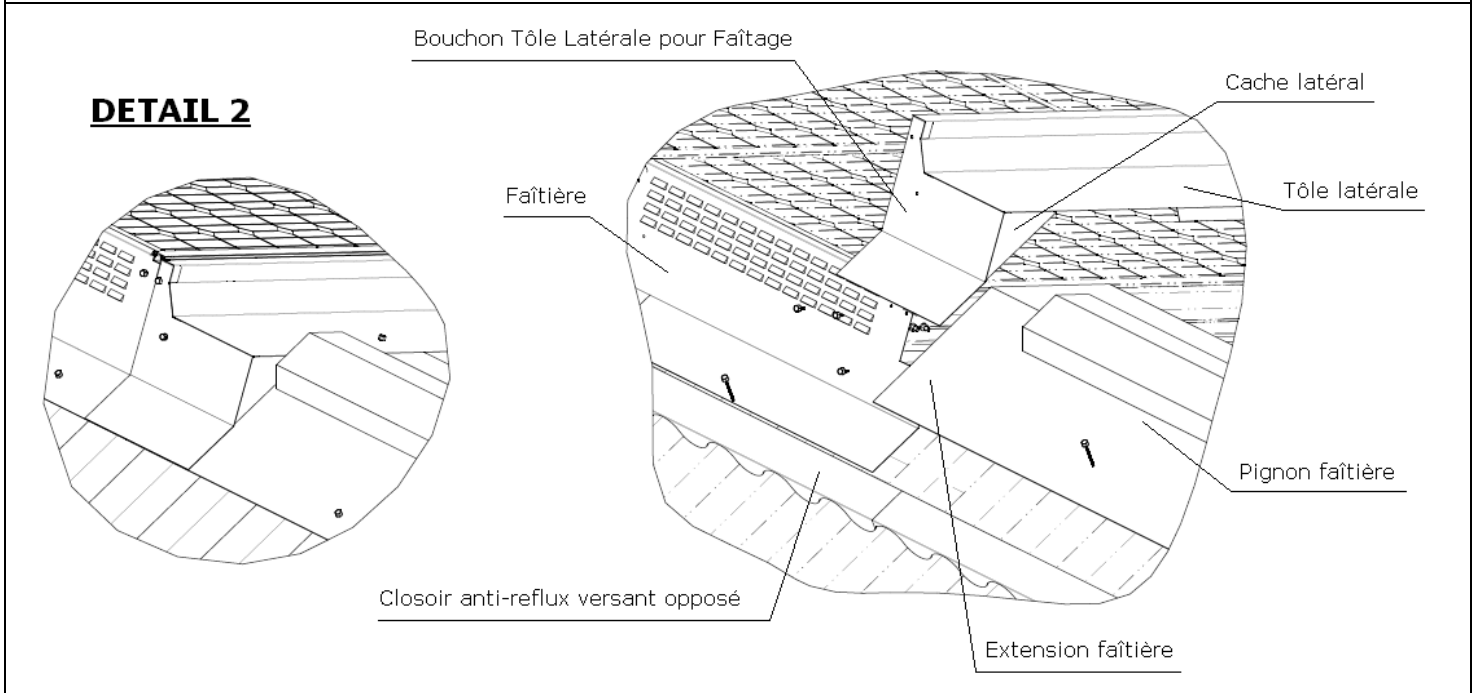
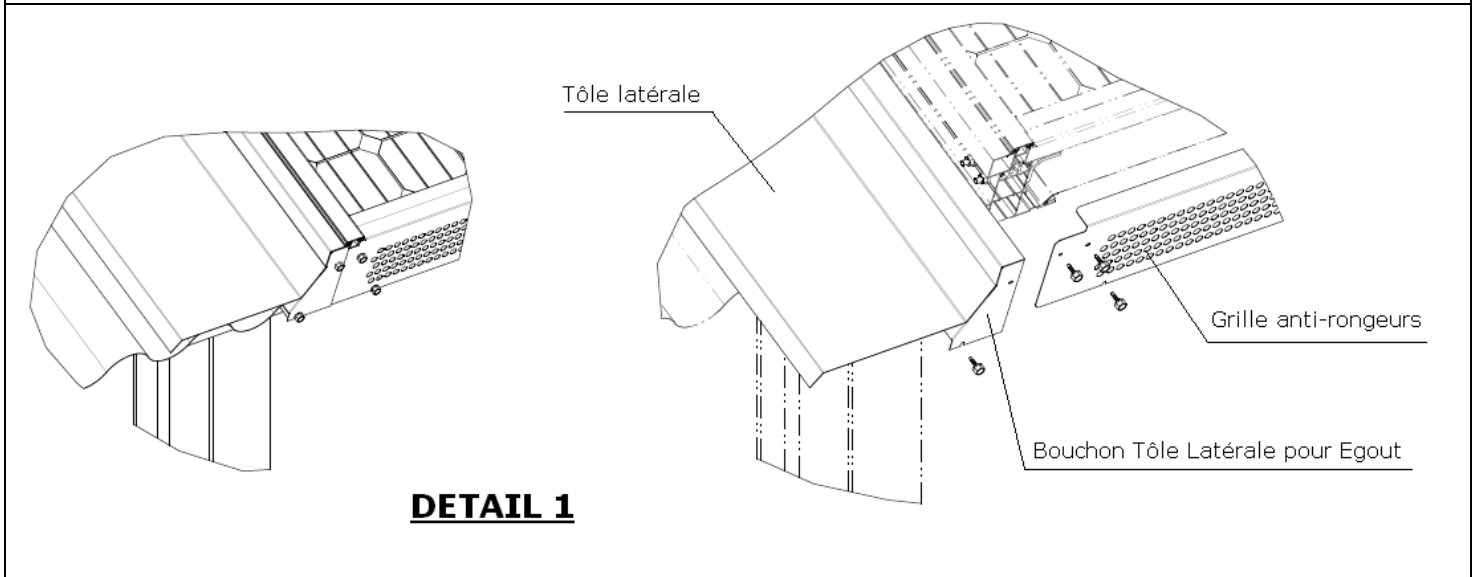
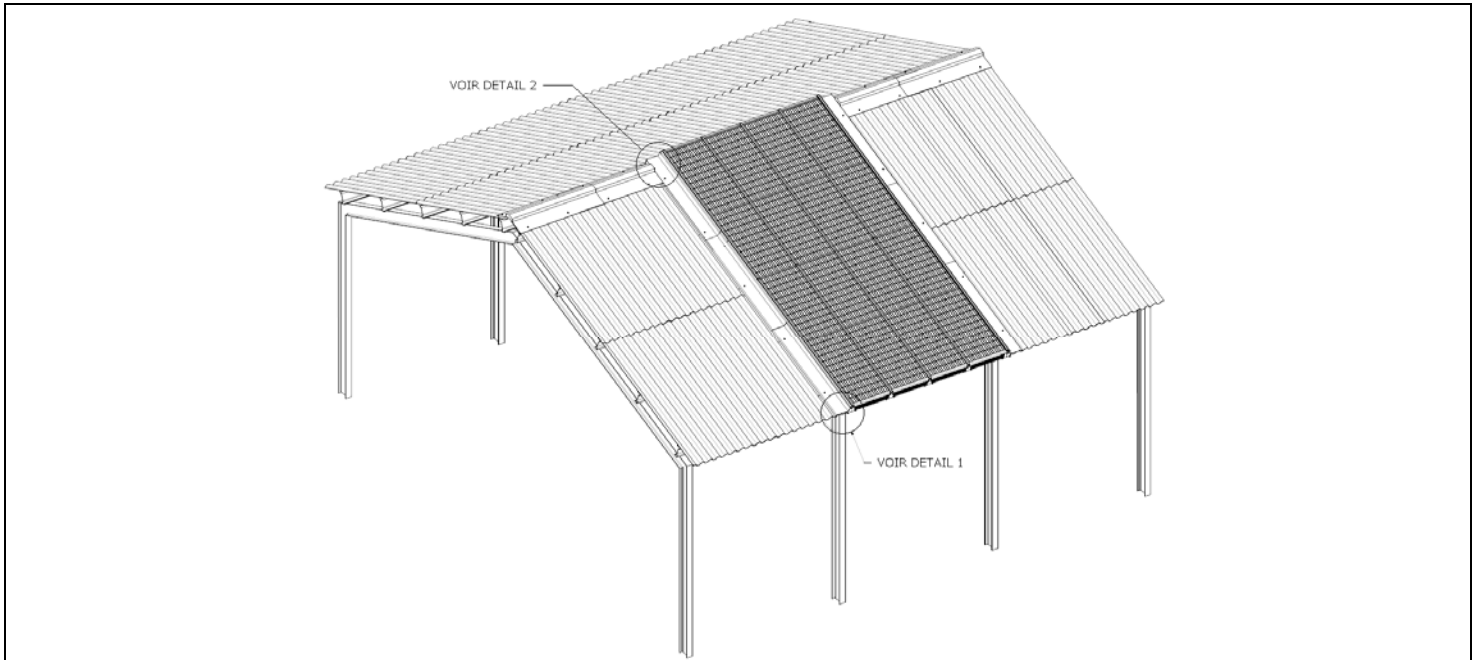


Figure 49 – Traitement des angles de l'installation photovoltaïque dans le cas d'une toiture en "simple" ventilation en association avec des tôles d'acier nervurées



**Figure 50 – Traitement des angles de l'installation photovoltaïque dans le cas d'une toiture en "simple" ventilation en association avec des plaques profilées de fibre-ciment**



	Réf. pièce
Faîtière	1
Tôle de rive	2
Bouchon bas de la tôle de rive	3
Bouchon haut de la tôle de rive	4
Grille anti-rongeurs	5
Tôle de finition latérale	10
Bouchon droit tôle latérale pour égout	11
Bouchon gauche tôle latérale pour égout	12
Bouchon droit tôle latérale pour faitage	13
Bouchon gauche tôle latérale pour faitage	14
Pignon faîtière	15
Extension faîtière	16
Bouchon pignon	17
Cache latéral gauche	18
Cache latéral droit	19
Support faîtière	30
Réflecteur pignon	31
Casquette	32
Extrémité casquette	33
Réflecteur anti-reflux versant photovoltaïque	34
Tôle anti-reflux versant opposé	35
Bouchon haut droit et gauche pour rive partielle	36
Grille anti-rongeur pignon	38
Closoir anti-reflux	39
Vis de couture TETALU H13 P1,4x20 TK12	40

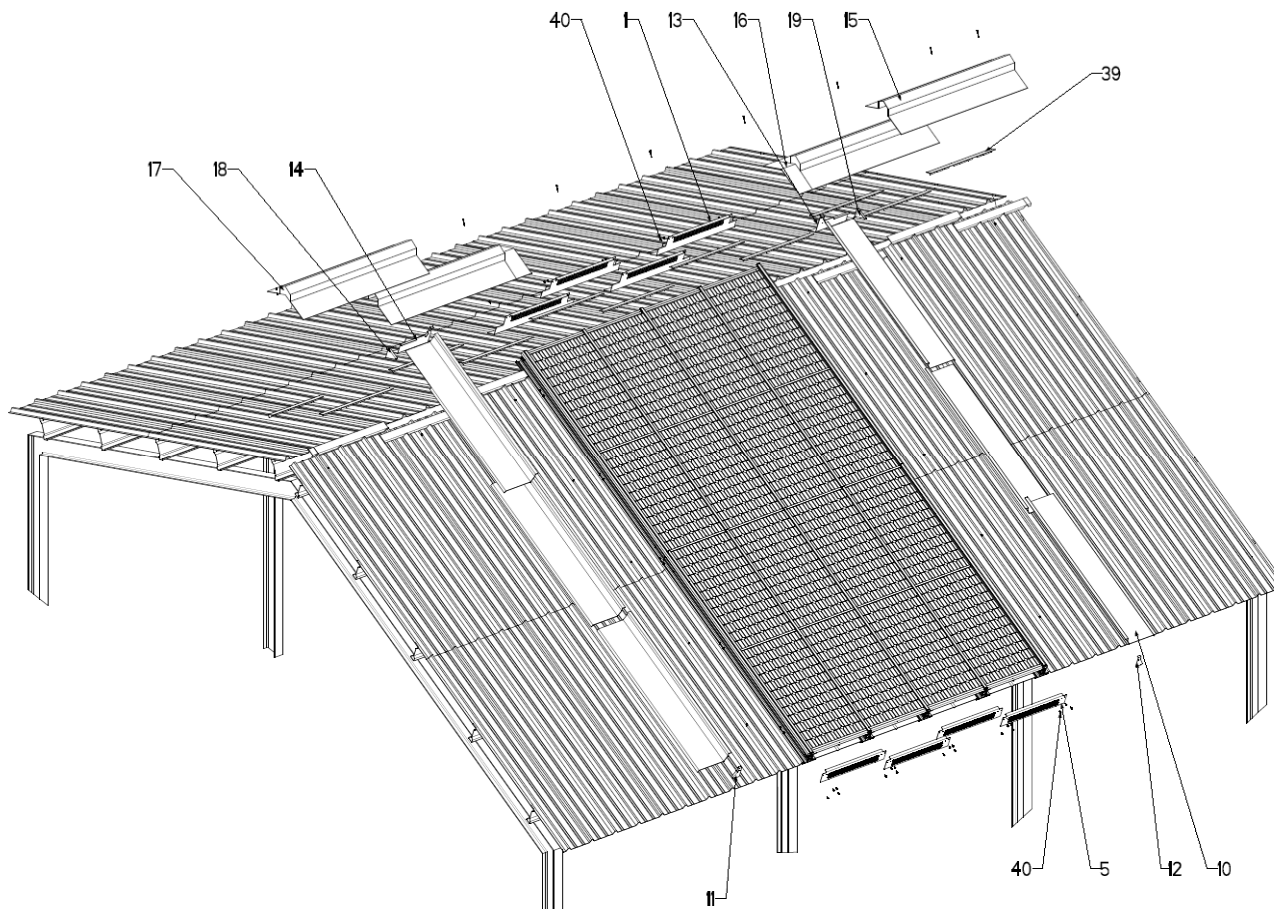
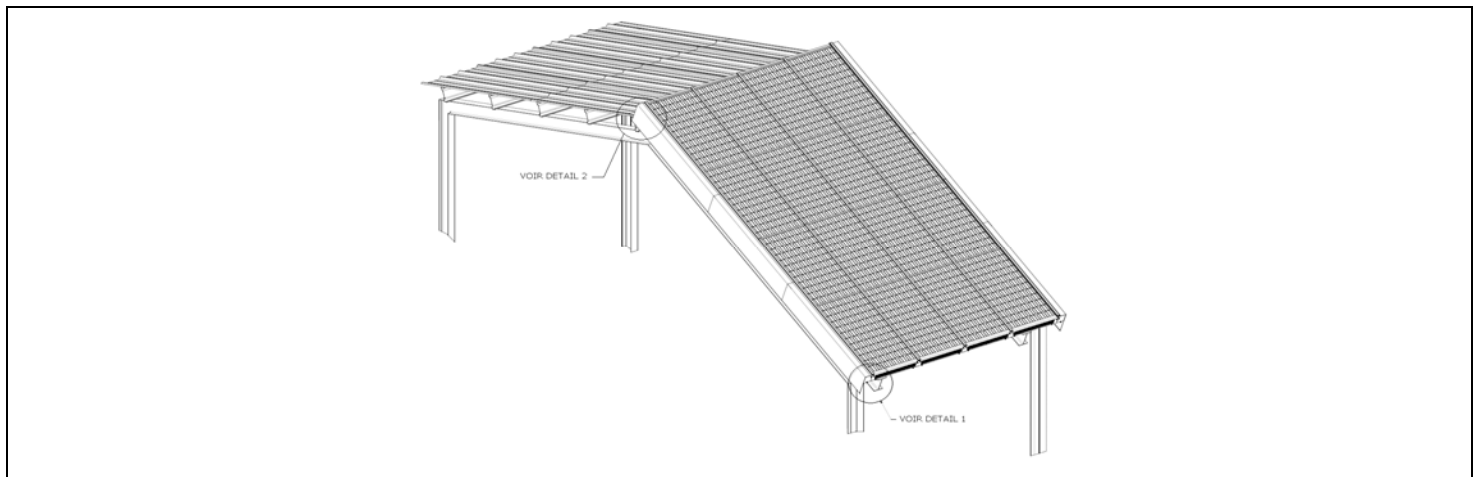
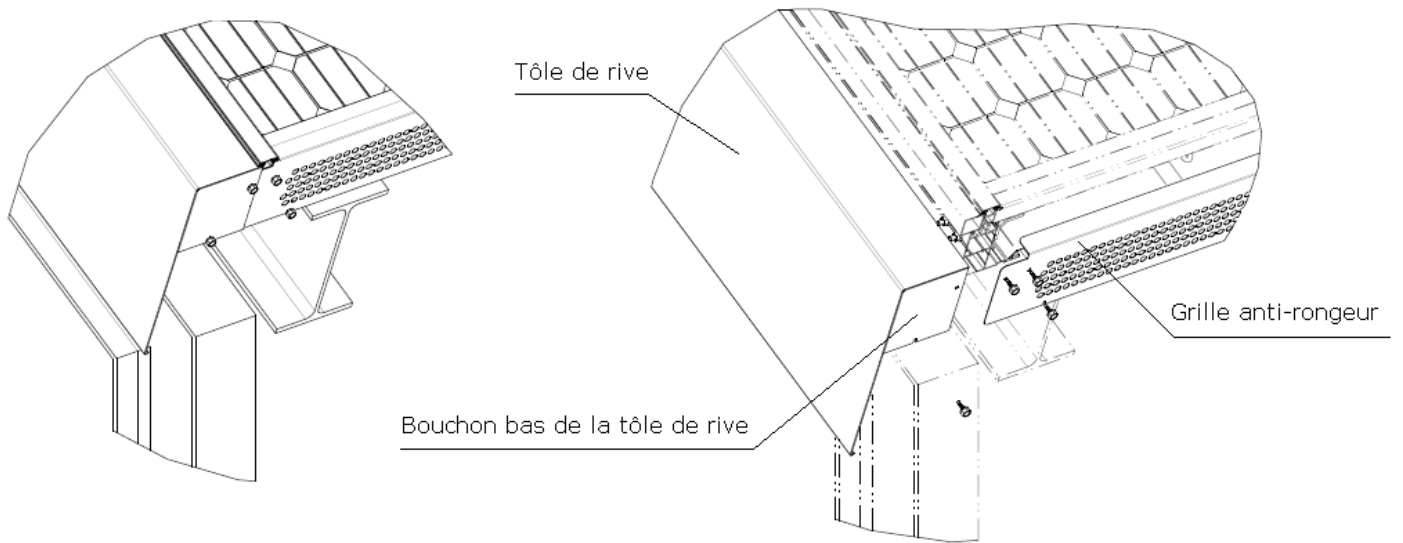


Figure 51 – Traitement d'une toiture en "simple" ventilation dans le cas d'une association avec des tôles d'acier nervurées

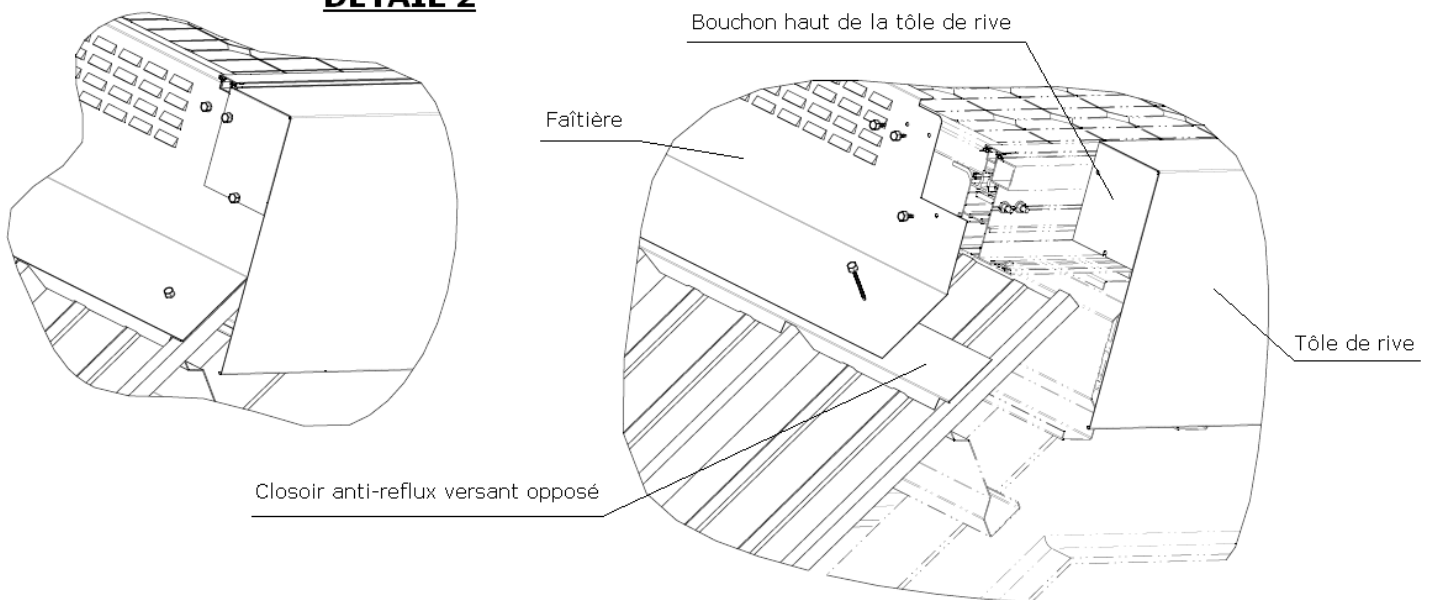




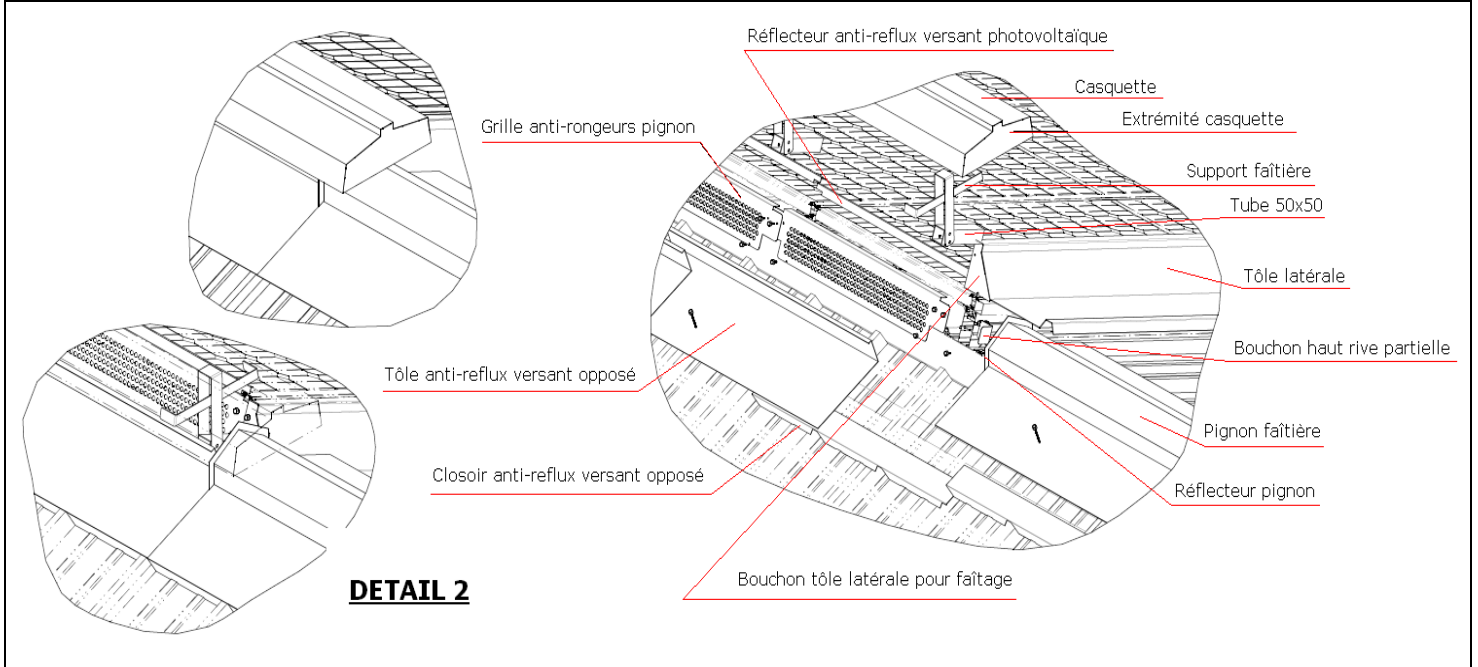
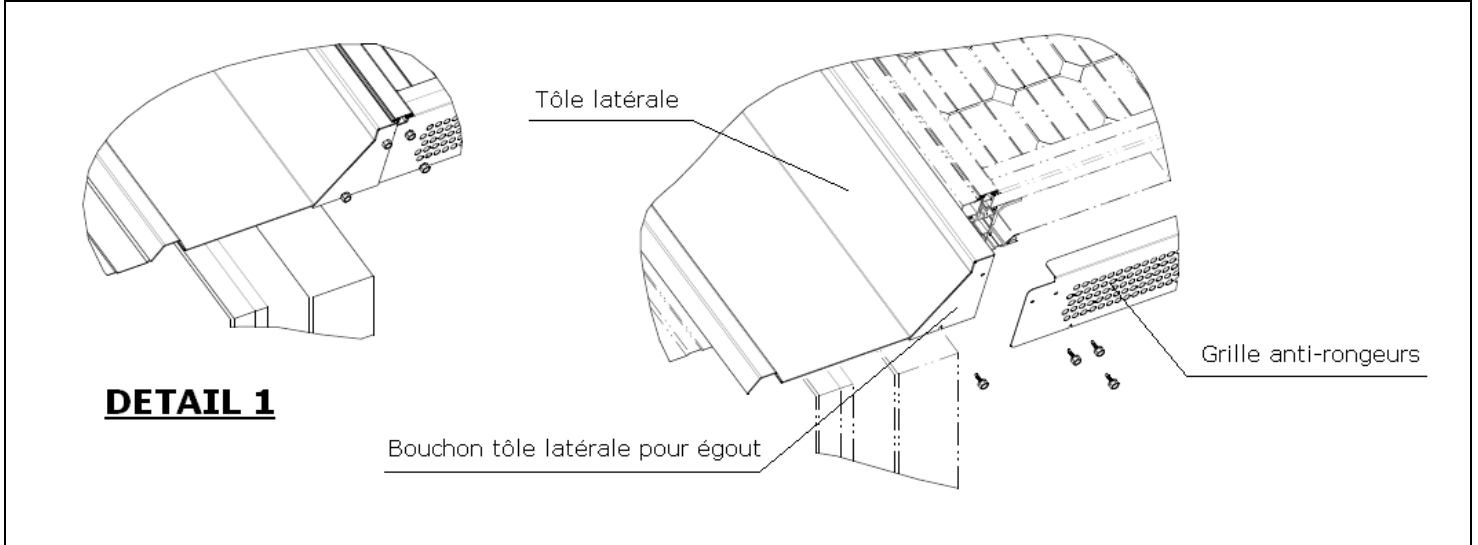
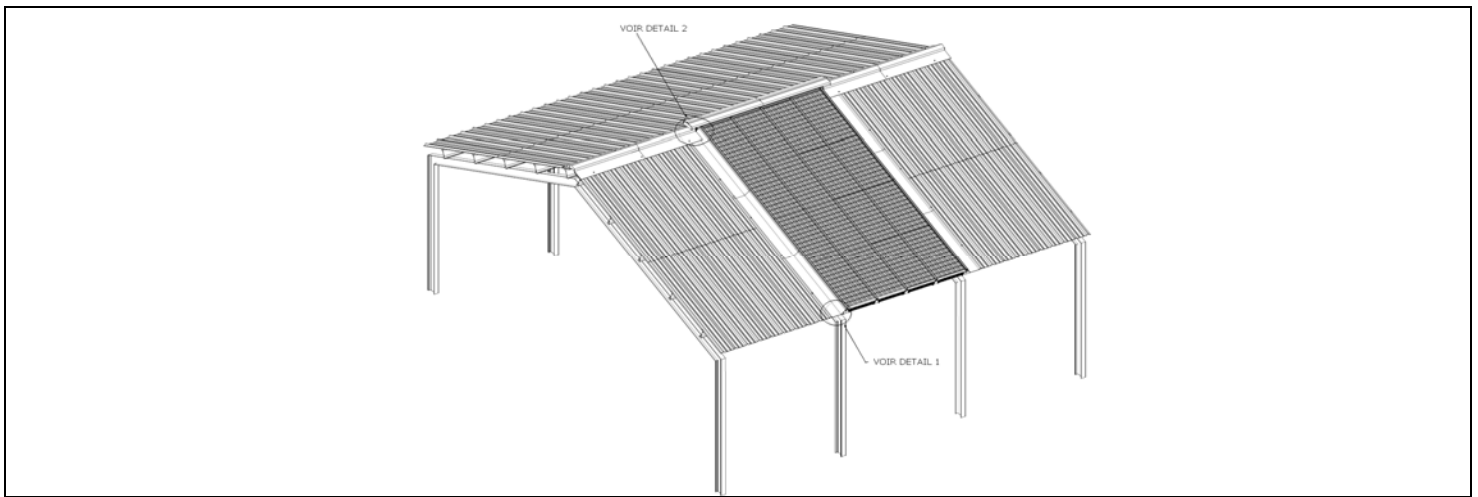
### **DETAIL 1**



### **DETAIL 2**



**Figure 52 – Traitement des angles de l'installation photovoltaïque dans le cas d'une toiture photovoltaïque complète en "simple" ventilation**



**Figure 53 – Traitement des angles de l'installation photovoltaïque dans le cas d'une toiture en "double" ventilation en association avec des tôles d'acier nervurées**



	Réf. pièce
Faîtière	1
Tôle de rive	2
Bouchon bas de la tôle de rive	3
Bouchon haut de la tôle de rive	4
Grille anti-rongeurs	5
Tôle de finition latérale	10
Bouchon droit tôle latérale pour égout	11
Bouchon gauche tôle latérale pour égout	12
Bouchon droit tôle latérale pour faitage	13
Bouchon gauche tôle latérale pour faitage	14
Pignon faîtière	15
Extension faîtière	16
Bouchon pignon	17
Cache latéral gauche	18
Cache latéral droit	19
Support faîtière	30
Réflecteur pignon	31
Casquette	32
Extrémité casquette	33
Réflecteur anti-reflux versant photovoltaïque	34
Tôle anti-reflux versant opposé	35
Bouchon haut droit et gauche pour rive partielle	36
Grille anti-rongeur pignon	38
Closoir anti-reflux	39
Vis de couture TETALU H13 P1,4x20 TK12	40

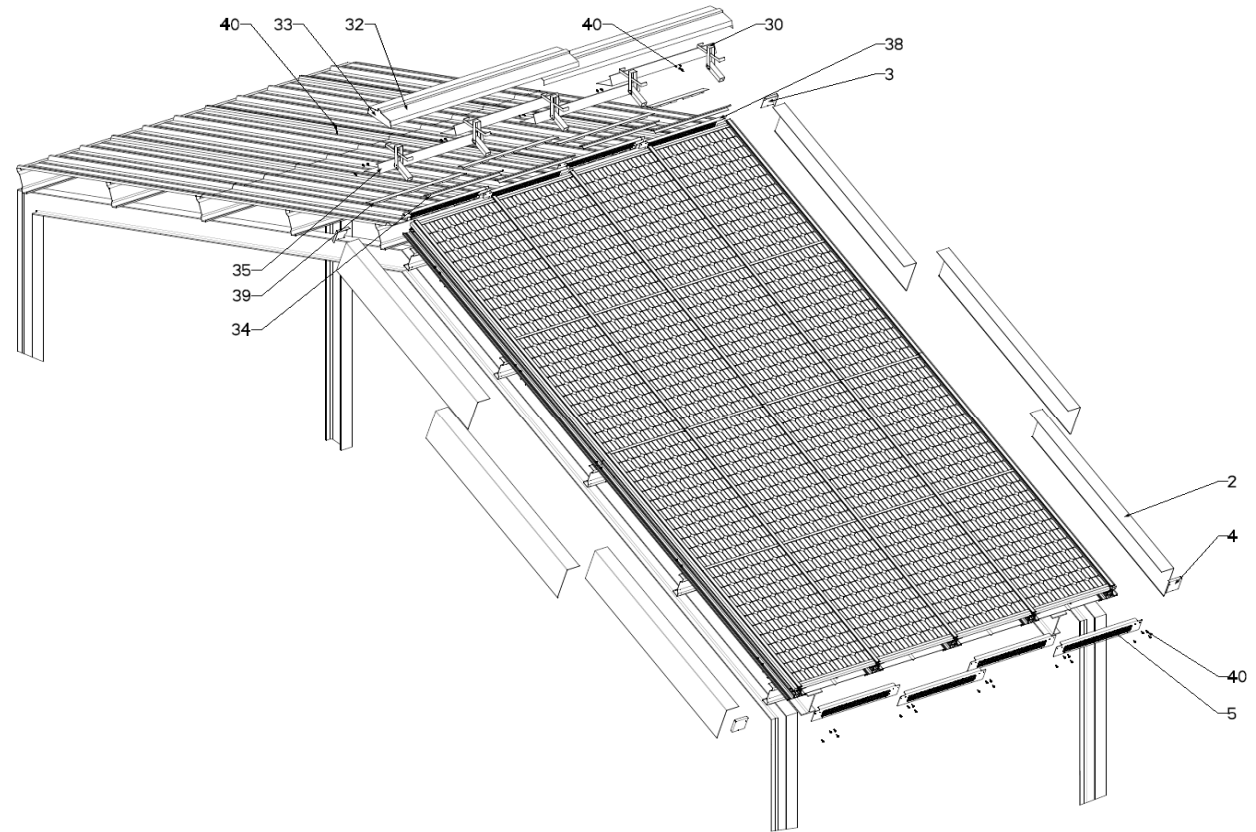
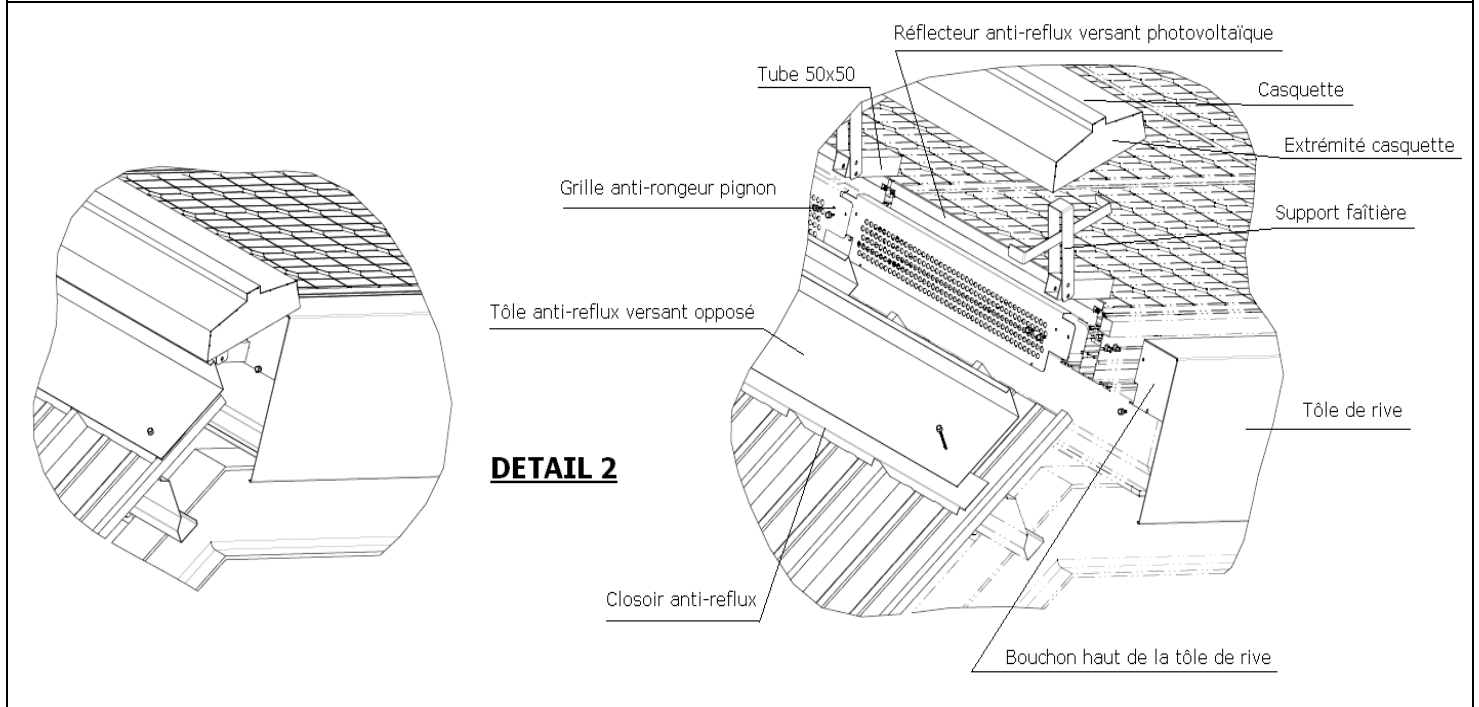
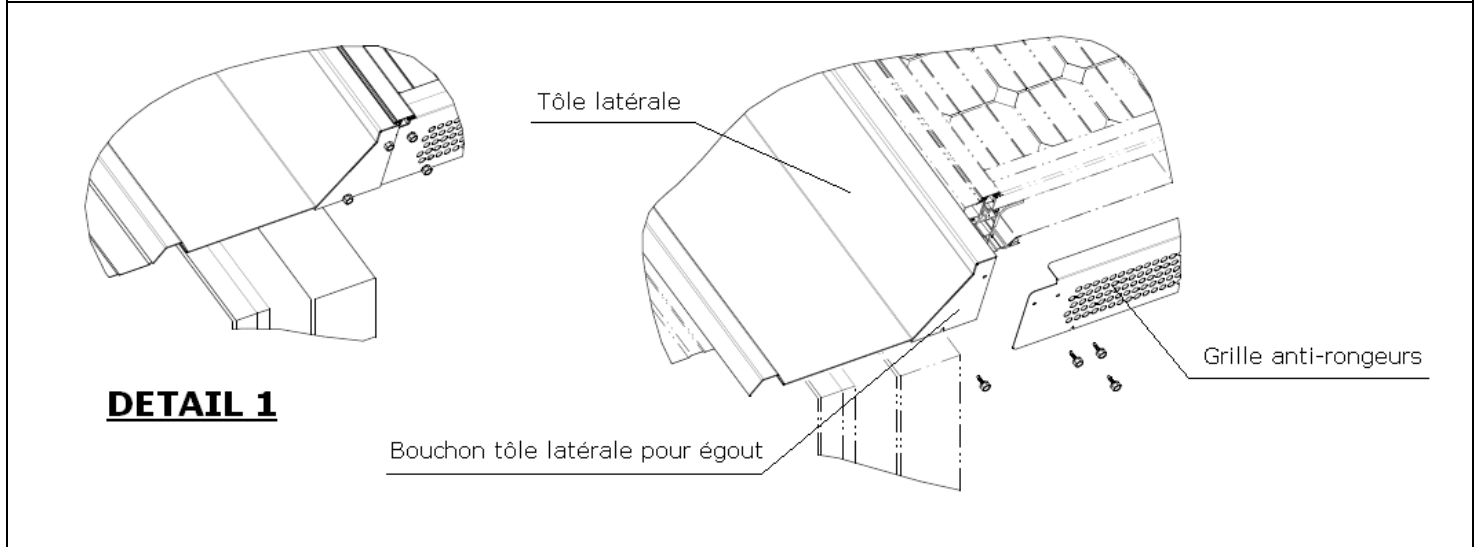
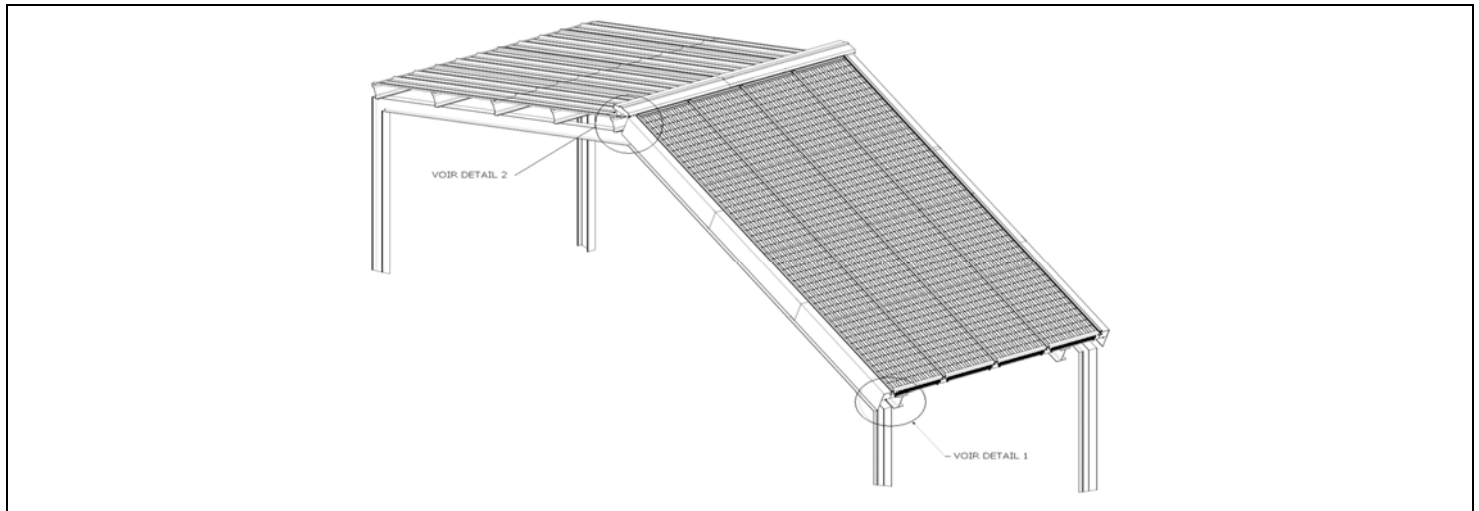


Figure 54 – Traitement d'une toiture complète photovoltaïque en "double" ventilation



**Figure 55 – Traitement des angles de l'installation photovoltaïque dans le cas d'une toiture photovoltaïque complète en "double" ventilation**

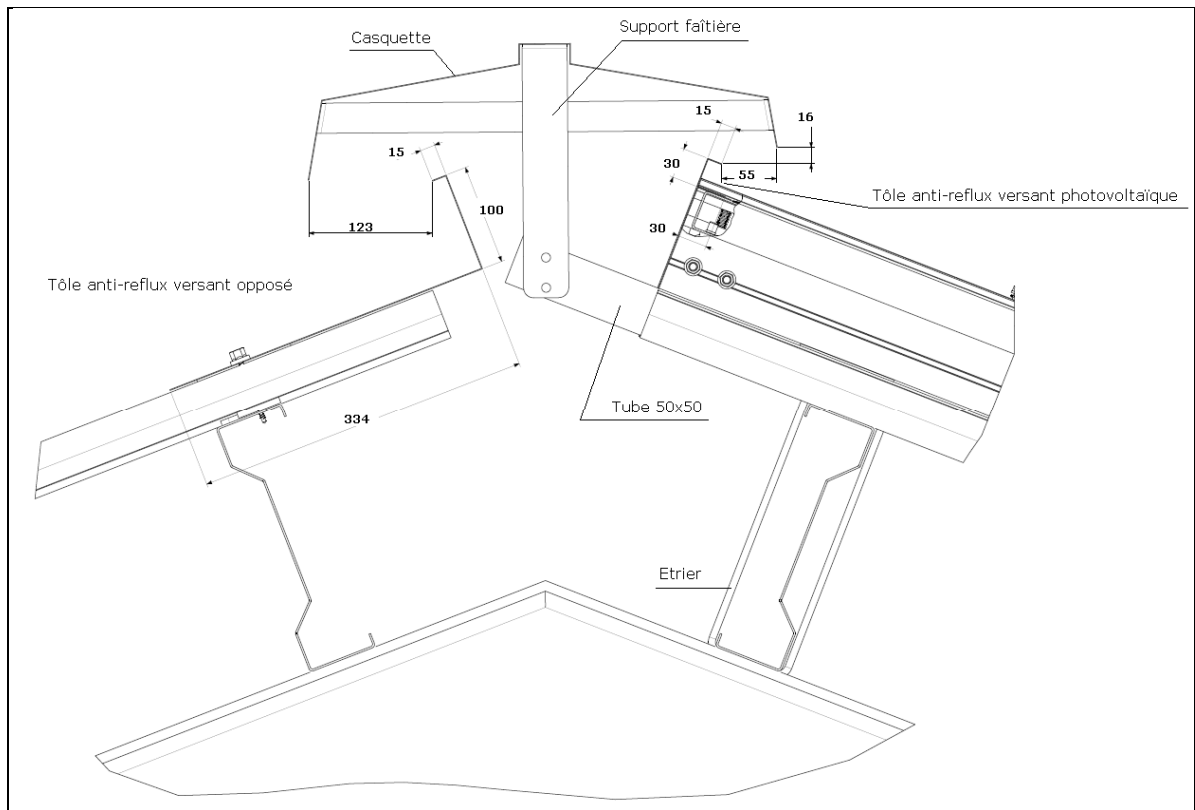


Figure 56 – Écartements à respecter pour le faîtage "double" ventilation

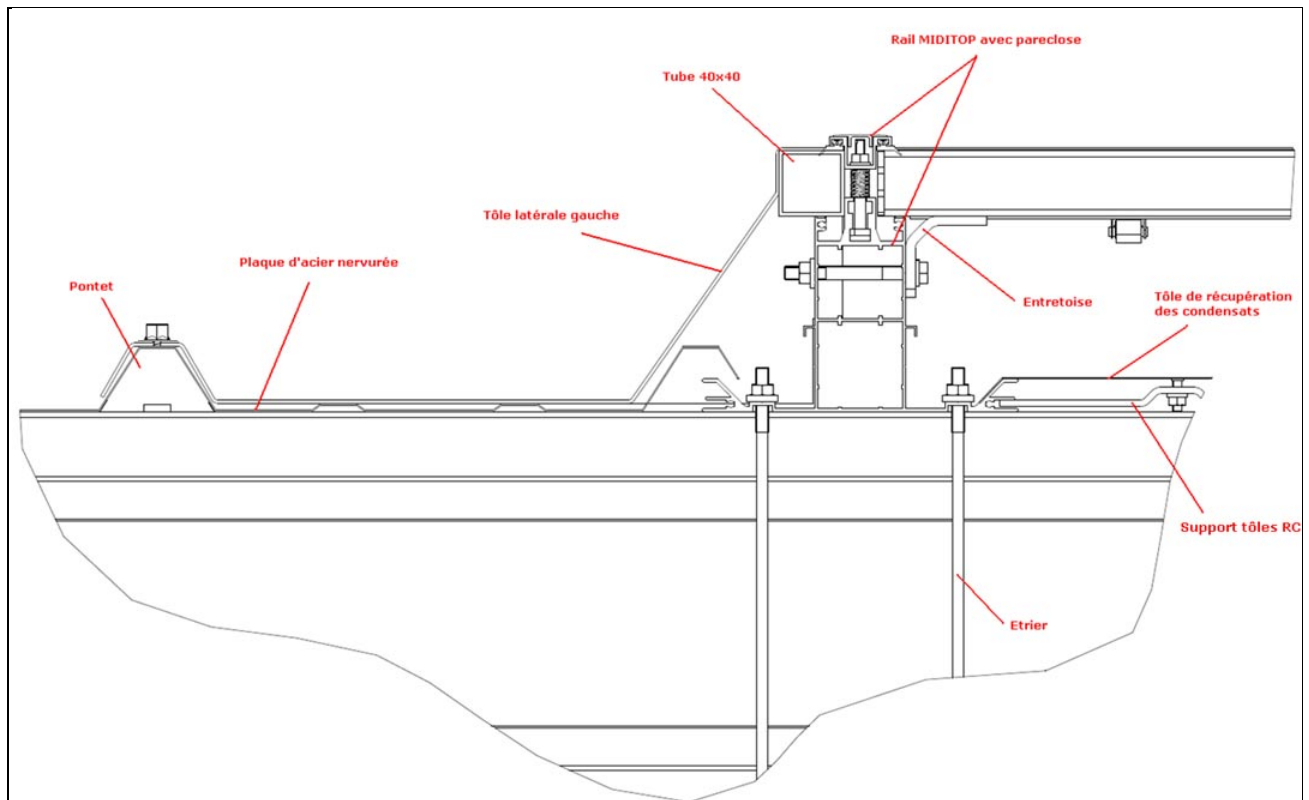


Figure 57 – Traitement de l'installation photovoltaïque sur ses parties latérales avec des tôles d'acier nervurées

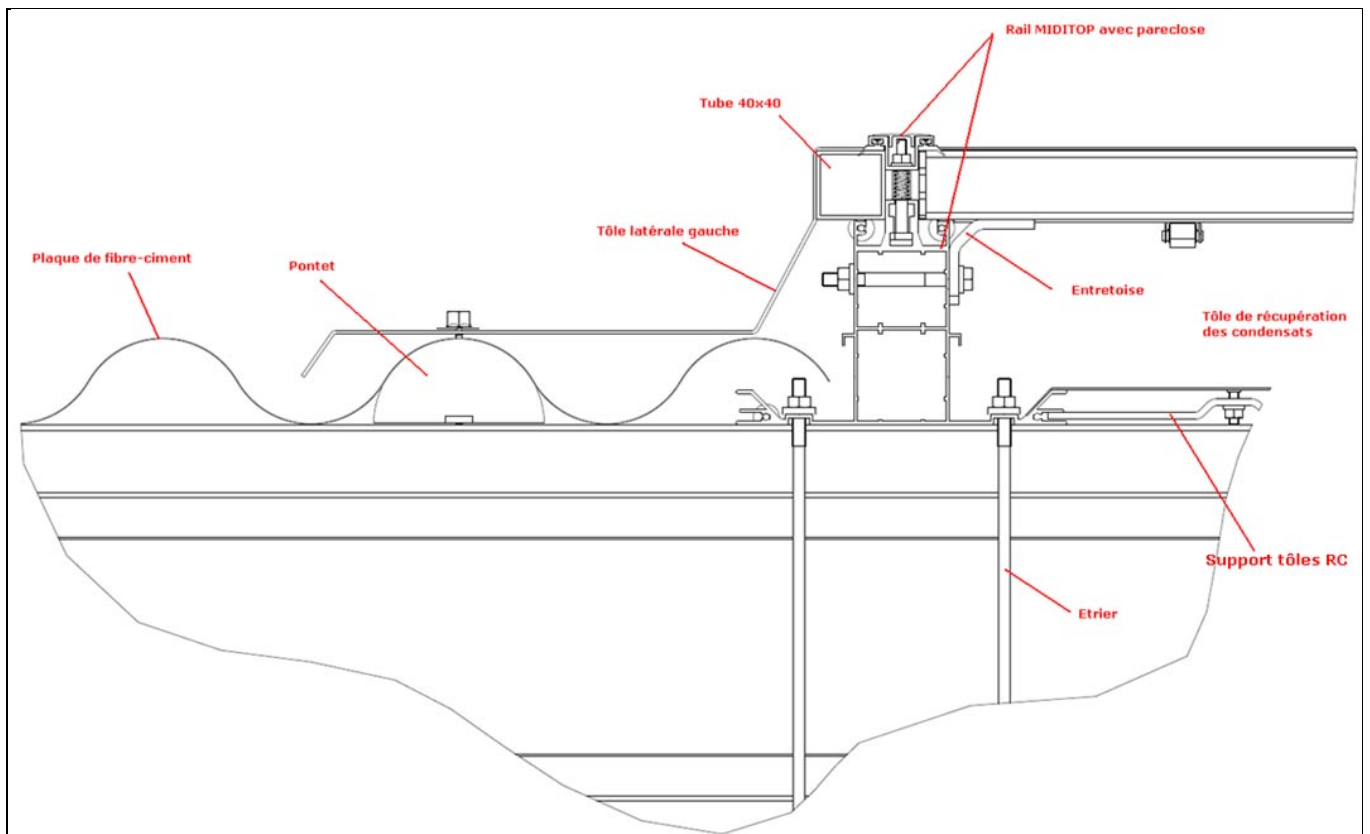


Figure 58 – Traitement de l'installation photovoltaïque sur ses parties latérales avec plaques profilées en fibres-ciment

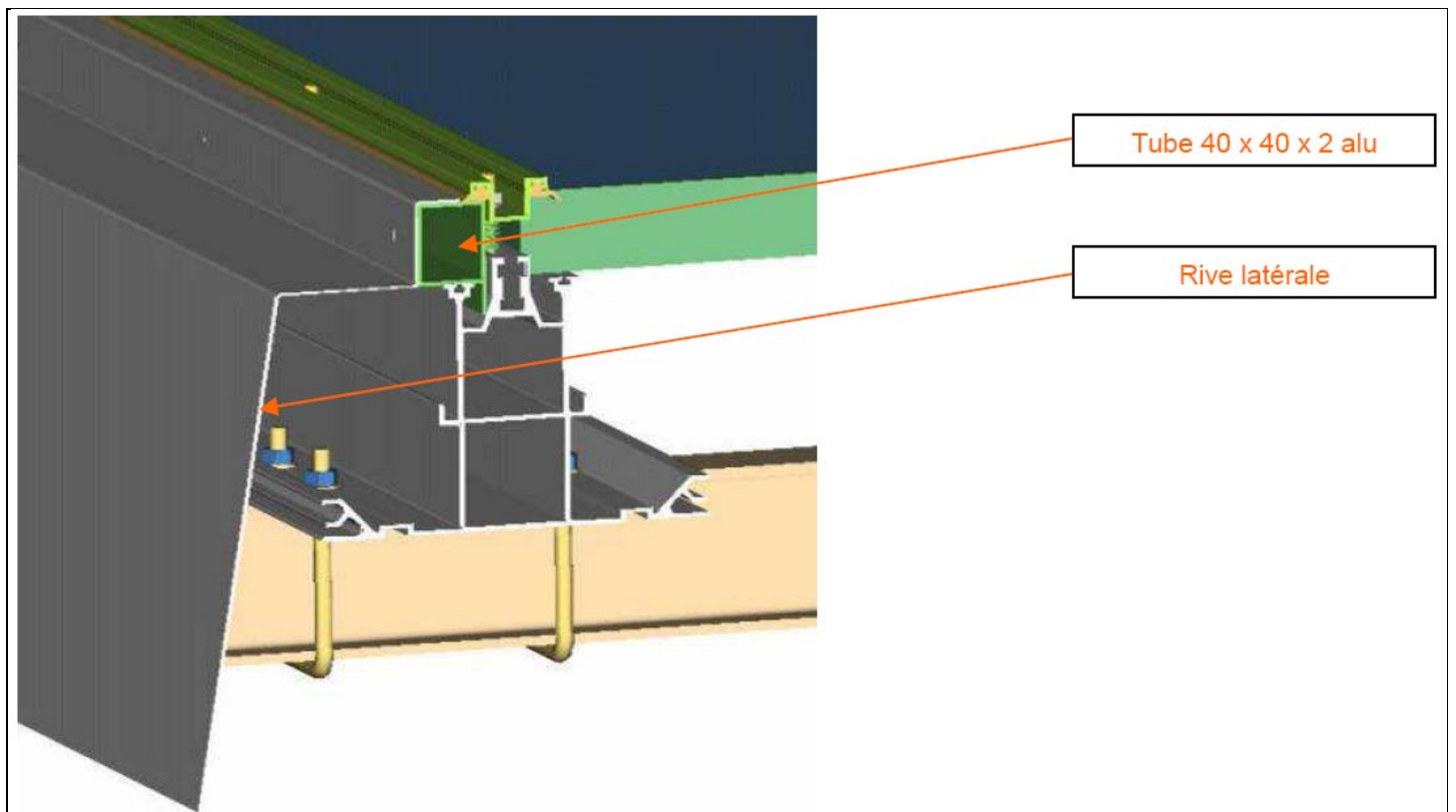


Figure 59 – Traitement de l'installation photovoltaïque en rive de toiture