

# Document Technique d'Application

Référence Avis Technique **2.1/18-1792\_V1**

*Panneau sandwich  
métallique en couverture  
Metal sandwich panel for  
roofing*

## NERVO 1000 PUR

Relevant de la norme

**NF EN 14509**

**Titulaire :**

Société PLAST-OI  
28 rue Benoîte Boulard  
Z.I. n° 2  
FR-97410 SAINT-PIERRE / Ile de la Réunion  
Tél. : 33 (0) 2 62 35 70 00  
E-mail : mgimel@plastoi.re  
Internet : www.plastoi.re

**Groupe Spécialisé n° 2.1**

Produits et procédés de façade légère et panneau sandwich

Publié le



Commission chargée de formuler des Avis Techniques et Documents Techniques d'Application

(arrêté du 21 mars 2012)

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 - Internet : [www.ccfat.fr](http://www.ccfat.fr)

# Le Groupe Spécialisé n° 2.1 "Produits et procédés de façade légère et panneau sandwich" de la Commission chargée de formuler les Avis Techniques, a examiné, le 5 juin 2018, le procédé de couverture à base de panneaux sandwich NERVO 1000 PUR présenté par la Société PLAST OI. Il a formulé sur ce procédé l'Avis Technique ci-après. Cet Avis a été formulé pour les utilisations dans les Départements et Régions d'Outre-Mer : Réunion et Mayotte.

## 1. Définition succincte

### 1.1 Description succincte

Procédé de couverture en panneaux sandwich avec une âme de mousse rigide en polyuréthane (PUR) expansée au HFC 365mfc et épanchée entre deux tôles d'acier.

Les panneaux ont les dimensions suivantes :

- Epaisseur : 40 – 60 – 80 mm.
- Longueur hors tout maximale : 12 m.
- Largeur utile : 1000 mm.

Les panneaux sont mis en œuvre avec leurs nervures parallèles à la ligne de plus grande pente de la couverture.

### 1.2 Mise sur le marché

En application du Règlement (UE) n° 305/2011, les panneaux sandwich du procédé NERVO 1000 PUR font l'objet d'une déclaration des performances (DdP) établie par le fabricant sur la base de la norme NF EN 14509.

Les produits conformes à cette DdP sont identifiés par le marquage CE.

### 1.3 Identification des constituants

Les panneaux sandwich du procédé NERVO 1000 PUR sont caractérisés par la géométrie particulière de leurs sections transversales, illustrées par la *figure 1* du Dossier Technique.

Chaque colis de panneaux est identifié conformément au § 6.1 du Dossier Technique.

## 2. AVIS

### 2.1 Domaine d'emploi accepté

Le domaine d'emploi visé est celui des couvertures de bâtiments régis par le code du travail dont le plancher bas du dernier niveau est inférieur à 8 m du sol, des bâtiments industriels et agricoles, à température positive, dont les conditions de gestion de l'air intérieur permettent de réduire les risques de condensation superficielle (locaux ventilés naturellement de faible à moyenne hygrométrie ou conditionnés en température ou en humidité dont la pression de vapeur d'eau est comprise entre 5 mm Hg «666 Pa» et 10 mm Hg «1333 Pa»).

L'utilisation dans les « Hauts » de la Réunion (altitude > 800 m) est possible en respectant les dispositions du §8 du Dossier Technique Établi par le Demandeur.

La longueur des rampants est limitée à 40 m.

Ce procédé est principalement destiné à la réalisation de couverture de formes simples comportant peu de pénétrations.

### 2.2 Appréciation sur le procédé

#### 2.2.1 Satisfaction aux lois et règlements en vigueur et autres qualités d'aptitude à l'emploi

##### Stabilité

Les panneaux de couverture ne participent ni à la stabilisation des ossatures secondaires ni à la stabilité générale des bâtiments. Elle incombe à l'ouvrage qui les supporte.

##### Sécurité en cas d'incendie

Elle ne nécessite pas de justification particulière compte tenu du domaine d'emploi visé (cf. §2.1).

Les panneaux sandwich du procédé NERVO 1000 PUR font l'objet, suivant la NF EN 13-501-1, d'un classement de réaction au feu attesté par un Procès-Verbal en cours de validité (cf. §B).

L'utilisation du procédé NERVO 1000 PUR dans les bâtiments relevant du code du travail dont le plancher bas du dernier niveau est situé à plus de 8 m du sol et dans les ERP, est exclue du domaine d'emploi.

##### Sécurité en cas de séisme

Selon la réglementation sismique définie par :

- Le décret n° 2010-1254 relatif à la prévention du risque sismique ;
- Le décret n° 2010-1255 portant délimitation des zones de sismicité du territoire français ;
- L'arrêté du 15 septembre 2014 modifiant l'arrêté du 22 octobre 2010 relatif à la classification et aux règles de construction parasismique applicables aux bâtiments de la classe dite « à risque normal ».

Le procédé NERVO 1000 PUR peut être mis en œuvre, en respectant les prescriptions du Dossier Technique sur des bâtiments de catégorie d'importance, II, III et IV<sup>1</sup>, situés en zone de sismicité 2 (faible) pour l'Île de la Réunion et 3 (modérée) pour Mayotte, sur des sols de classe A, B, C, D et E.

##### Prévention des accidents

Elle nécessite de s'assurer de la stabilité des ouvrages en cours de montage et de respecter les précautions liées à la manutention d'éléments de grandes dimensions.

##### Isolation thermique

Il n'existe pas de réglementation thermique pour le domaine d'emploi concerné.

Il y a lieu de se référer aux Règles de calcul Th-U (fascicules 1 à 5), permettant de déterminer le coefficient de transmission surfacique global de couverture (Up).

Il convient en outre de tenir compte des déperditions dues aux points singuliers de l'ouvrage.

##### Isolation acoustique

On ne dispose pas d'éléments d'évaluation relatifs à l'isolation aux bruits d'impacts (pluie, grêle), à l'affaiblissement acoustique vis-à-vis des bruits aériens extérieurs et à la réverbération des bruits intérieurs.

S'il existe une exigence applicable aux bâtiments à construire pour ce procédé, la justification devra être apportée au cas par cas.

##### Étanchéité à l'eau

On peut considérer que cette couverture est étanche à l'eau dans les conditions de pose définies au Dossier Technique pour des hauteurs d'ouvrages limitées à 40 m.

##### Risque de condensation

Dans les Hauts de la Réunion, et dans les conditions prévues au Dossier Technique, des condensations ne sont à redouter qu'au droit des pénétrations et lorsque le bâtiment n'est pas chauffé (t < 12 °C). Il convient d'apporter un soin particulier à la mise en œuvre des compléments d'étanchéité, tels que prévus dans le Dossier Technique.

Dans le reste de l'île, les dispositions constructives données dans le Dossier Technique permettent de rendre le risque normal.

Par ailleurs, comme pour tous les autres systèmes de couverture en panneaux sandwich à parements métalliques, on ne peut exclure totalement les risques de condensation sur les fixations traversantes.

##### Données environnementales

Le procédé NERVO 1000 PUR ne dispose d'aucune déclaration environnementale (DE) et ne peut donc revendiquer aucune performance environnementale particulière. Il est rappelé que les DE n'entrent pas dans le champ d'examen d'aptitude à l'emploi du procédé.

##### Aspects sanitaires

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

<sup>1</sup> Cet Avis ne traite pas des mesures préventives spécifiques qui peuvent être appliquées aux bâtiments de catégorie d'importance IV pour garantir la continuité de leur fonctionnement en cas de séisme.

## Prévention des accidents lors de la mise en œuvre

Le procédé NERVO 1000 PUR dispose d'une Fiche de données de Sécurité (FDS). L'objet de la FDS est d'informer l'utilisateur de ce procédé sur les dangers liés à son utilisation et sur les mesures préventives à adopter pour les éviter, notamment par le port d'équipement de protection individuelle (EPI).

### 2.22 Durabilité - Entretien

#### Durabilité

Ce système, lorsqu'il comporte des parements extérieurs de couverture en tôles d'acier d'épaisseur supérieure ou égale à 0,63 mm, présente une durabilité comparable en DROM à celle des couvertures traditionnelles locales.

L'utilisation dans les DROM de La Réunion et de Mayotte a été justifiée sur la base de l'expérience acquise depuis 1997 dans ces deux DROM.

Le revêtement de classe VI convient pour les tôles prélaquées en atmosphères extérieures.

L'emploi du parement couverture en épaisseur 0,50 mm n'est pas de nature à modifier l'appréciation précédente si, toutefois, des précautions particulières sont prises pour éviter les déformations ou chocs des panneaux, lors du montage, de l'exploitation, ou à l'occasion des opérations d'entretiens.

#### Entretien

Les dispositions d'entretien des couvertures prévu par la NF P 34-205-1 (réf DTU 40.35) "Conditions d'usage et d'entretien" s'appliquent à ce système. Lors des opérations d'entretien, il y a lieu d'adopter des moyens propres à éviter des blessures au revêtement.

### 2.23 Fabrication et contrôle

La fabrication des parements métalliques relève des techniques traditionnelles de profilage des tôles d'acier galvanisées prélaquées. Le moussage de l'âme isolante est réalisé, dans l'usine PLAST OI de Saint Pierre en Ile de la Réunion, depuis plusieurs années par procédé discontinu et n'appelle pas d'observation particulière. La Société a mis en place des dispositions de fabrication et d'autocontrôle qui permettent de compter sur une suffisante constance de qualité.

La fabrication fait l'objet d'un suivi par le CSTB.

Cet avis est formulé en prenant en compte les contrôles et modes de vérifications de fabrication décrits dans le Dossier Technique Etabli par le Demandeur (DTED).

### 2.24 Mise en œuvre

La mise en œuvre de ces éléments (nervures posées parallèles à la ligne de plus grande pente) se rapproche de celle des plaques nervurées traditionnelles utilisées dans les DROM de la Réunion et de Mayotte.

Il convient d'éviter les découpes de panneaux sur le chantier.

## 2.3 Prescriptions techniques

### 2.31 Conditions de conception

L'ossature du bâtiment devra être calculée conformément aux Eurocodes 1, 2, 3, et 5 sans tenir compte de la résistance propre des panneaux.

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

Les classes d'exécution et de tolérance doivent être de classe 1 ou 2 selon la norme NF EN 1090-2 +A1.

Le choix du revêtement de la tôle extérieure et intérieure devra tenir compte du type d'environnement selon le §2.1 du Dossier Technique.

Le choix du traitement contre la corrosion des dispositifs de fixations sera effectué conformément aux Dossier Technique établi par le Demandeur.

Pour les locaux avec renouvellement d'air et humidité non fixé, le rapport  $W/n$  ( $g/m^3$ ) doit être précisé dans les DPM.

Pour les locaux avec température et humidité fixées et régulées, la pression de vapeur d'eau intérieure (mm.Hg) ou (Pa) doit être précisée dans les DPM.

### 2.32 Conditions de mise en œuvre

La société PLAST OI assure, à la demande des entreprises de pose, son assistance technique.

Des précautions devront être prises pour assurer la continuité des étanchéités et de l'isolation afin de limiter les risques de condensation superficielle.

### 2.33 Calepinage et réalisation des pénétrations de grandes dimensions

Une étude de calepinage doit être faite, à l'instigation du maître d'ouvrage ou de son représentant, et soumise au fabricant pour s'assurer de sa bonne compatibilité avec les caractéristiques spécifiques de cette couverture.

Concernant les procédés de lanterneaux ponctuels et filants dont les produits relevant respectivement des normes NF EN 1873 et NF EN 14963, il est à rappeler qu'ils relèvent d'Avis Technique ou de Document Technique d'Application.

## Conclusions

### Appréciation globale

L'utilisation du procédé NERVO 1000 PUR dans le domaine d'emploi accepté (c.f. paragraphe 2.1) est appréciée favorablement.

### Validité

A compter de la date de publication présente en première page et jusqu'au 30 septembre 2021.

Pour le Groupe Spécialisé n° 2.1  
Le Président

## 3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

Il s'agit d'une nouvelle demande.

Le procédé NERVO 1000 PUR est le premier procédé qui vise la pose dans les DROM de la Réunion et de Mayotte à être examiné en Groupe Spécialisé n° 2.1. Le flux de vapeur dans les bas de la Réunion (de l'extérieur vers l'intérieur) est traité par les dispositions constructives prévues dans le Dossier Technique.

En l'absence de réglementation thermique pour le domaine d'emploi visé, les DPM peuvent s'inspirer de la Réglementation Thermique RTAA.

Les compléments d'étanchéité sont mis en œuvre pour traiter l'étanchéité à l'eau et la vapeur d'eau.

Comme pour tous les procédés de cette famille, la hauteur des bâtiments est limitée à 40 m.

Les lignes de vie sont à ancrer dans la charpente et non pas dans le panneau.

Le Dossier Technique ne prévoit pas l'accrochage d'équipements sur les parements du panneau hormis la fixation des accessoires de finitions définis au §4.1 et §4.2 du Dossier Technique.

La mise en œuvre d'une isolation complémentaire en sous face du panneau n'est pas prévue dans le Dossier Technique.

Les bâtiments d'habitation sont exclus dans le cadre de ce Dossier.

Le Rapporteur du Groupe Spécialisé  
n° 2.1

# Dossier Technique

## établi par le demandeur

## A. Description

### 1. Principe et domaine d'application

#### 1.1 Principe

Le procédé NERVO 1000 PUR est destiné à la couverture de bâtiments. Il consiste en la réalisation de panneaux sandwich isolants composés de deux parements métalliques enfermant une âme en mousse de polyuréthane (PUR) expansée au HFC 365mfc. L'âme en polyuréthane est diffusée par épandage entre les parements dans un moule adapté aux dimensions du panneau.

Les panneaux sont mis en œuvre avec la rive longitudinale parallèle à la pente du rampant, le recouvrement se fait par emboîtement, le sens de pose étant contraire au sens des vents dominants.

Les panneaux sont d'épaisseur 40 à 80 mm.

#### 1.2 Domaine d'application

##### 1.2.1 Procédé

Le domaine d'emploi visé est celui des couvertures de bâtiments régis par le code du travail dont le plancher bas du dernier niveau est inférieur à 8 m du sol, des bâtiments industriels et agricoles, situés dans les DROM de la Réunion et de Mayotte.

Comme pour tous les procédés de couverture en panneaux sandwich, la hauteur des bâtiments est limitée à 40 mètres.

Les panneaux ne participent ni à la stabilisation des ossatures secondaires ni à la stabilité générale des bâtiments. Elle incombe à l'ouvrage qui les supporte

L'utilisation dans les « Hauts » de la Réunion (altitude > 800 m) est possible en respectant les dispositions du §8 du Dossier Technique.

Le procédé NERVO 1000 PUR peut être mis en œuvre, en respectant les prescriptions du Dossier Technique sur des bâtiments de catégorie d'importance I, II, III et IV<sup>2</sup>, situés en zone de sismicité 2 (faible) pour l'île de la Réunion et 3 (modérée) pour Mayotte, sur des sols de classe A, B, C, D et E.

La longueur des rampants est limitée à 40 m.

Ce procédé est principalement destiné à la réalisation de couverture de formes simples comportant peu de pénétrations.

##### 1.2.2 Hygrométrie des locaux

Le procédé est utilisé pour des bâtiments à température positive dont l'hygrométrie est faible à moyenne et /ou la gestion de l'air intérieur permet de réduire les risques de condensation superficielle. Cette gestion peut être réalisée soit par ventilation naturelle ou mécanique par régulation de la température et/ou de l'humidité (pression de vapeur d'eau comprise entre 5 mm Hg « 666 Pa » et 10 mm Hg « 1333 Pa »).

##### 1.2.3 Adaptation du revêtement à l'exposition atmosphérique et aux ambiances intérieures

En référence aux expositions définies dans la norme NF P 34-301 ; le choix des parements et de leurs finitions, qui est fonction des atmosphères extérieures et ambiances intérieures, est déterminé conformément au §2.1.

## 2. Matériaux et composants

### 2.1 Parements

Tôles en acier de nuance S 320 GD, d'épaisseur nominale minimale de 0,50 mm en parements extérieur et intérieur.

Les bobines d'acier sont galvanisées à chaud en continu conformément à la norme NF EN 10346 ou selon l'ETPM ALUZINC (55% Aluminium-Zinc) n°18-0049 d'ArcelorMittal DUDELANGE plus prélaquage selon NF EN 10169+A1 et NF P 34-301.

Les différents revêtements prélaqués sont proposés avec revêtements métalliques :

- AZ185 en intérieur sans revêtement organique ;

- ZA255 pour le Colorcoat Prisma et Z225 mini pour les autres revêtements.

Les revêtements organiques du parement intérieur sont :

- Polyester 25µ « SP25µ » ;
- Super polyester 35µ « THD 35µ » ;
- Polyuréthane 35µ « PUR 35 » ;
- Polyfluorure de vinylidène 35µ « PVDF 35µ » ;

Les revêtements organiques du parement extérieur sont :

- Super polyester 35µ « THD 35µ » ;
- Polyuréthane 35µ « PUR 35 » ;
- Polyfluorure de vinylidène 35µ « PVDF 35µ » ;
- Colorcoat prisma 65µ.

Les revêtements organiques du parement extérieur doivent être de catégorie VI minimum selon la NF P34-301.

Les parements sont recouverts d'un film de protection pelable. Un primaire époxy, polyester ou polyuréthane de 7 µm mini est toujours déposé côté mousse.

### 2.2 Ame isolante

L'âme isolante est une mousse polyuréthane référencée PUR1, mise en place par épandage et expansée HFC 365mfc :

- Masse volumique :  $40 \pm 5$  kg/m<sup>3</sup>.
- Conductivité thermique  $\lambda = 0,024$  W/m.K faisant objet d'un certificat ACERMI Tremplin n° 19/244/1408.
- Performances mécaniques : (cf. tableau 1).

### 2.3 Finition des rives longitudinales

La rive longitudinale du parement intérieur comporte une bande auto-adhésive EPDM en 12 mm X 3 mm.

L'onde recouverte comporte une bande auto-adhésive de type EPDM en 20 mm X 5 mm.

## 3. Eléments

### 3.11 Panneau (cf. figure 1)

Les panneaux sandwich isolants du procédé NERVO 1000 PUR font l'objet d'une déclaration des performances établie par le fabricant sur la base de la norme NF EN 14509 (cf. tableau 1).

### 3.12 Caractéristiques dimensionnelles

- Largeur utile : 1000 mm ;
- Largeur hors tout : 1076 mm ;
- Epaisseurs : 40 – 60 – 80 mm ;
- Longueur maximale : 12 m.

Les tolérances dimensionnelles des panneaux sandwich du procédé NERVO 1000 PUR sont conformes à l'annexe D de la norme NF EN 14509.

### 3.13 Géométrie des parements (cf. figure 1)

#### Parement extérieur

5 nervures principales équidistantes (250 mm) de forme trapézoïdale de base 63 mm et de 22 mm de sommet pour 40 mm de hauteur. Sur chacune des 4 plages sont disposées deux faibles nervures de forme trapézoïdale.

#### Parement intérieur

La paroi est soit plane, soit légèrement nervurée de forme trapézoïdale de 0,7 mm de profondeur, de 51 mm de base en relief et de 49 mm en creux.

### 3.14 Rives et extrémités

Les panneaux sandwich possèdent une rive emboîtée et une rive emboîtée permettant un emboîtement par superposition du type couverture sèche.

<sup>2</sup> Cet Avis ne traite pas des mesures préventives spécifiques qui peuvent être appliquées aux bâtiments de catégorie d'importance IV pour garantir la continuité de leur fonctionnement en cas de séisme.

La nervure longitudinale recouverte du parement extérieur comporte un façonnage complémentaire constituant avec l'onde recouvrante du parement extérieur du panneau voisin une rupture capillaire (cf. figure 1).

En extrémité, les panneaux sont de coupe droite. Cependant, pour les panneaux d'égout et/ou lorsqu'un raccordement transversal entre deux panneaux sandwich successifs est prévu la longueur du débord peut être de 100 à 250 mm suivant les spécifications de la commande.

Il est indispensable de préciser, lors de la commande, s'il s'agit de panneaux à recouvrement du type « droit » ou du type « gauche » (cf. figure 2).

### 3.15 Masse surfacique

Les masses surfaciques nominales en kg/m<sup>2</sup> des panneaux sandwich isolants NERVO 1000 PUR sont indiquées au tableau 2 en fin de Dossier Technique pour une combinaison de parements de 0,50 mm extérieur et intérieur.

### 3.16 Performances thermiques

Le coefficient U<sub>p</sub> doit être calculé conformément aux règles Th-U fascicule parois opaques, d'après la formule suivante :

$$U_p = U_c + \frac{L_p \times \psi_j + n \times \chi}{A}$$

Où :

U<sub>c</sub> est le coefficient de transmission thermique en partie courante du panneau.

ψ<sub>j</sub> est le coefficient de déperdition linéique correspondant à l'emboîtement entre panneaux.

L<sub>p</sub> est la longueur d'emboîtement entre panneau.

n est le nombre de fixations de la paroi.

χ est le coefficient de déperdition ponctuel correspondant à une fixation. Cette valeur est prise forfaitairement à 0,01 W/K.

A est la surface de la paroi.

Les valeurs U<sub>c</sub> et ψ<sub>j</sub> sont données au tableau 3, en fin de Dossier Technique, en fonction de l'épaisseur du panneau. Elles ont été calculées avec une conductivité thermique de 0,024 W/m.K. (certificat Acermi Tremplin n°19/244/1408).

Le Facteur solaire est déterminé selon la formule suivante :

$$S = \frac{0,074 \times \alpha}{R + 0,2}$$

α est le coefficient d'absorption énergétique, fonction de la couleur du revêtement extérieur ;

R : est la résistance thermique de la paroi.

Les valeurs du facteur solaire S sont données au tableau 4, en fin de Dossier Technique.

### 3.17 Réaction au feu

Les panneaux sandwich isolants du procédé NERVO 1000 PUR, avec une finition intérieure PVDF 35 μ font l'objet, suivant la NF EN 13-501-1 et selon un Procès-Verbal valide (cf. §B), d'un classement de réaction au feu : B-s3,d0;

## 4. Caractéristiques des accessoires

### 4.1 Accessoires en tôles d'acier pliées

Ils sont en matériaux identiques à ceux décrits dans le paragraphe 2.1, d'épaisseur minimale 0,75 mm.

Les accessoires sont réalisés par pliage et permettent de traiter les différents points singuliers couramment rencontrés en couverture.

Ces accessoires peuvent être du type (liste non exhaustive) :

- Faitière crantée simple ou double.
- Faitière ou demi faitière a boudin.
- Faitière en solin.
- Sous-faitière.
- Bande de rive.
- Bande d'égout.

### 4.2 Accessoires pour pénétrations ponctuelles

Réalisation sur chantier avec utilisation d'un manchon d'étanchéité en caoutchouc EPDM ou silicone sur une embase carrée ou ronde en aluminium déformable permettant son adaptation sur le parement extérieur du panneau.

Le montage, l'emplacement ainsi que les dimensions doivent être effectués conformément aux dispositions du paragraphe 6.2.2.6.2 de la norme NF P 34-205-1 (réf. DTU 40.35).

## 4.3 Compléments d'étanchéité

Les compléments d'étanchéité utilisés pour le procédé sont :

- Ceux conformes à la norme NF P 30-305.
- Du type joint mousse imprégnée ou de PVC.
- Du type joint butyl préformé et/ou mastic butyl en cartouche.
- De type mastic silicone bénéficiant du label SNJF façade.
- De type bande aluminium-butyl.
- Contre-closoir en mousse de polyéthylène.

L'emploi des différents compléments d'étanchéité est précisé au paragraphe 7.5.

## 4.4 Complément d'isolation thermique

Afin de parfaire l'isolation thermique au niveau des points singuliers, des compléments d'isolation thermique en mousse de polyuréthane ou en laine minérale sont à utiliser.

## 4.5 Fixations et leurs accessoires

L'assemblage des panneaux sandwich NERVO 1000 PUR à l'ossature s'effectue en sommet de nervure avec cavalier par l'intermédiaire des fixations en acier inoxydable austénitique A2 suivantes :

- Vis autoperceuse de diamètre minimal 5,5 mm.
- Vis autotaraudeuse de diamètre minimal 6,3 mm ou le diamètre de pré-perçage du support doit être effectué conformément aux indications du fournisseur de fixations.

- Vis à bois de diamètre minimal 6,5 mm.

- Tirefond à visser de diamètre minimal 8 mm.

Ces fixations sont mises en œuvre en sommet d'onde avec des cavaliers (diamètre de rondelle d'appui 19 mm).

Les fixations utilisées pour l'assemblage des façonnés sont des types suivants :

- Vis autoperceuses ou autotaraudeuses en acier inoxydable austénitique A2 de diamètre minimal 4,8 mm.
- Rivets aluminium ou inox (corps A 2 - tige 10 % Cr) pour une utilisation en intérieur uniquement.

Les cavaliers sont en acier S320 GD d'épaisseur nominale 0,75mm avec un revêtement métallique Z225 et organique du même type que celui du parement extérieur utilisé et tel que décrit dans le paragraphe 2.1.

Dans le cas où l'assemblage des panneaux à l'ossature est effectué en même temps que certains façonnés (cas des tôles faitières ou des bandes de rives), celui-ci est réalisé sans cavalier avec des fixations munies d'une rondelle vulcanisée monobloc de diamètre minimal 19 mm.

## 5. Fabrication

Les panneaux sandwich isolants NERVO 1000 PUR sont fabriqués dans l'usine PLAST OI à Saint-Pierre (Ile de la Réunion) sur une ligne en discontinu conformément au e-cahier du CSTB 3501 avec les spécifications propres à ce panneau.

### 5.1 Procédé de fabrication

Les principales étapes de fabrication sont les suivantes :

- Réception des composants ;
- Profilage des parements ;
- Installation des parements dans le moule de la presse discontinue ;
- Préchauffage des parements ;
- Epandage de la mousse ;
- Ouverture de la presse et démoulage du panneau ;
- Empilage ;
- Emballage ;
- Marquage.

### 5.2 Contrôle de fabrication

Les contrôles de fabrication et leur fréquence sont conformes à la norme NF EN 14509.

## 6. Marquage, emballage, transport, manutention et stockage

### 6.1 Marquage

Le marquage des colis de panneaux comprend :

- Le marquage CE,
- Le marquage ACERMI,
- Le marquage COV,
- Le nom du client,

- Le numéro de commande client,
- Le nom du panneau,
- L'épaisseur du panneau,
- L'épaisseur du parement,
- Le type de laque,
- La longueur et le nombre de panneaux,
- La date de fabrication,
- La référence de l'usine,
- Le poids et la numérotation des colis,
- La référence de la mousse PUR1,

## 6.2 Emballage

Les panneaux sandwich sont livrés sous emballage standard avec introduction de cales en mousse adaptées à la dimension des colis. L'ensemble est entouré de film plastique par banderolage et le cerclage du colis est réalisé avec des sangles polyester.

## 6.3 Transport

Les panneaux et leurs accessoires doivent être transportés dans des conditions permettant de préserver leurs caractéristiques initiales.

Une attention toute particulière sera portée sur le gerbage et le calage des colis.

## 6.4 Manutention

Les opérations de manutention se feront en tenant compte des particularités du panneau.

Si un équipement élévateur est utilisé, les rives des panneaux et la face intérieure des emballages doivent être protégées contre les bras de levage.

Au moment de désempiler, soulever les panneaux pour éviter le frottement des parements. La manipulation des panneaux, du lieu de stockage au lieu de mise en œuvre, se fera sur chant.

## 6.5 Stockage

La durée de stockage sur chantier doit être réduite au maximum.

La précaution essentielle consiste à éviter que de l'eau ne s'introduise par ruissellement entre les panneaux. De ce fait, les colis doivent être entreposés en position légèrement inclinés dans le sens de leur longueur.

Le stockage se fera sur un emplacement à l'abri des intempéries et de toute projection.

L'empilage des colis s'effectue au maximum sur 2 niveaux de colis.

Lorsque les parements des panneaux sandwich possèdent des films de protections, ces derniers devront être retirés au plus tard deux semaines après livraison et avant la pose. Il ne faut pas laisser au soleil les panneaux sandwich entourés de films.

# 7. Mise en œuvre

## 7.1 Dispositions générales

La société PLAST OI ne pose pas elle-même. Toutefois, elle est en mesure de conseiller techniquement le poseur.

### 7.1.1 Conditions générales de pose

Les panneaux sandwich isolants du procédé NERVO 1000 PUR sont mis en œuvre à l'avancement avec les nervures parallèles à la ligne de plus forte pente. La nervure libre de l'élément à poser vient recouvrir la nervure pleine du dernier élément posé. Le sens de montage des panneaux est choisi de façon à être contraire à celui des vents de pluie dominants. Cette condition implique l'emploi de panneaux type « gauche » ou type « droit » (figure 2).

### 7.1.2 Circulation sur les panneaux

La circulation sur les panneaux lors de la pose nécessite le respect des consignes comme définies pour les plaques nervurées dans la NF P 34-205-1 (réf. DTU 40.35).

### 7.1.3 Perçage, vissage

On devra éviter un écrasement excessif du parement extérieur des panneaux.

Les visseuses devront être équipées d'un dispositif de serrage automatique faisant appel soit à un limiteur du couple de débrayage soit d'une butée de profondeur. Ce dispositif doit être régulièrement contrôlé pendant la mise en œuvre.

Lors du perçage, on veillera à éviter l'incrustation dans le revêtement de particules métalliques chaudes. Les copeaux seront éliminés sans délai à la pose.

Dans le cas d'utilisation de vis autotaraudeuses, le diamètre de reperçage du support doit être conforme aux spécifications du fournisseur des fixations.

## 7.14 Découpes

Les opérations de découpe sont parfois nécessaires sur chantier. Elles seront exécutées au moyen de matériel approprié (scie sauteuse, grignoteuse, scie à denture fine).

La découpe des panneaux sera réalisée par scie sauteuse et des accessoires par grignoteuse.

L'utilisation de la tronçonneuse est interdite. Sur demande, PLAST OI met à la disposition de ses clients les outils de découpe.

Lors de la découpe, on veillera à éviter l'incrustation dans le revêtement de particules métalliques chaudes. Toutes les souillures (limailles, copeaux) seront éliminées sans délai à la pose.

Les tranches découpées et les débords doivent être traités contre la corrosion en bord de mer, à l'aide de peinture riche en zinc et d'une laque de protection.

## 7.2 Conditions particulières aux appuis

Les panneaux sandwich isolants du procédé NERVO 1000 PUR peuvent être posés sur des appuis en acier, bois, béton avec inserts métalliques.

Les dimensions minimales sont celles mentionnées au tableau 5 en fin de Dossier Technique (cf. Figures 3 à 5).

La face supérieure des appuis est parallèle au plan de la couverture.

La mise en œuvre et la bonne tenue des fixations aux appuis imposent le respect d'une pince d'au moins 15 mm en général par rapport au bord des appuis et 20 mm au moins par rapport aux extrémités de panneau, et dans le cas d'une jonction transversale entre panneaux, la largeur minimale de repos du panneau supérieur est de 30 mm (cf. figure 5).

Pour les locaux climatisés avec ossature bois, la partie supérieure des pannes doit être préalablement revêtue d'une bande adhésive revêtue aluminium d'épaisseur minimale 40 microns avant pose des panneaux.

## 7.3 Pentés et longueur

La pente de la couverture est donnée par l'ossature.

Les valeurs des pentes minimales sont indiquées dans le tableau 6 en fin de Dossier Technique.

Des dispositions constructives sont à considérer en fonction de la pente pour la réalisation des faitages (cf. § 7.82), des recouvrements transversaux et longitudinaux (cf. § 7.5 et § 7.6).

La longueur maximale de rampant est de 40 m.

## 7.4 Ecartements maximum entre appuis

### 7.4.1 Généralités

Le dimensionnement des panneaux sandwich isolants du procédé NERVO 1000 est effectué suivant le principe des états limites avec pour référentiel climatique Eurocode vent (NF EN 1991 1-4, son annexe nationale, amendements et corrigendum) et Eurocode neige (NF EN 1991 1-3, son annexe nationale avec leurs amendements).

Le tableau de portées est déterminé pour les largeurs d'appuis minimales visées dans ce Dossier Technique.

Pour les vérifications les fixations, le coefficient matériau  $\gamma_m$  à prendre en compte est de :

- $\gamma_m=1,15$  pour les supports métalliques d'épaisseur supérieure ou égale à 3 mm,
- $\gamma_m=1,35$  pour les supports bois et les supports métalliques d'épaisseur supérieure ou égale à 1,5mm et inférieure à 3 mm.

Le porte à faux doit être inférieur à la plus petite des valeurs suivantes :

- 6 fois l'épaisseur « e »,
- 1/10 de la portée « L », avec L : portée adjacente en m,

### 7.4.2 Critères de dimensionnement

Le tableau 8 indique les portées d'utilisation des panneaux en tenant compte du gradient thermique.

Le tableau 8 indique les portées d'utilisation sur 2 et 3 appuis en prenant en compte la fixation complète. Ce tableau est valable pour des fixations dont la résistance caractéristique à l'arrachement  $P_k/\gamma_m \geq 225$  daN.

Dans le cas de résistance caractéristique à l'arrachement  $P_k/\gamma_m$  inférieure, la portée d'utilisation est calculée à partir des formules suivantes :

- Panneau posé sur 2 appuis :

$$L = \frac{8 \times \frac{P_k}{\gamma_m}}{1,50 \times W - g}$$

- Panneau posé sur 2 appuis avec recouvrement :

$$L = \frac{4 \times \frac{P_k}{\gamma_m}}{1,50 \times W - g}$$

- Panneau posé sur 3 appuis :

$$L = \frac{4 \times \frac{P_k}{\gamma_m}}{1,25 \times (1,50 \times W - g)}$$

Où :

- W est la charge de vent ELS du projet en daN/m<sup>2</sup>,
- g est le poids du panneau, exprimé en daN/m<sup>2</sup>.
- $\gamma_m$  est le coefficient de matériau issu de la norme NF P 34-205-1 (référence DTU 40.35). Voir § 7.41.

Seules les charges ELS sont à prendre en compte pour la lecture du tableau 8.

## 7.43 Dimensionnement de l'ouvrage

Les portées d'utilisation des panneaux sandwich du procédé NERVO 1000 PUR en 2 et 3 appuis sont données dans le tableau 8.

Ils ont été établis conformément au Cahier du CSTB 3731 selon la Méthode 1, c'est à dire selon l'annexe E de la NF EN 14509 :2013 accompagnée de son complément national XP P 34-900/CN.

Le tableau de portées intègre le gradient thermique et les groupes de couleur conformément à la norme NF EN 14509. Le tableau est valable quel que soit le coloris utilisé.

Les hypothèses de température retenues sont conformes à l'annexe E de la norme NF EN 14509.

Les charges réparties à considérer sont les charges climatiques de neige et de vent appliquées aux Départements et Régions d'Outre-Mer définies par référence aux Eurocodes neige et vent. On peut se référer au cahier CSTB 3732 pour la détermination simplifiée des charges de vent. Seules les charges ELS sont retenues pour la vérification des panneaux.

Les charges de vent Eurocodes à prendre en compte pour le panneau et les fixations sont les charges ELS, elles sont :

- Soit issues d'un calcul complet avec comme hypothèses imposées :
  - Période de retour de 50 ans soit  $C_{prob} = 1$  ;
  - Coefficient de saison  $C_{season} = 1$  ;
  - Prise en compte d'un coefficient  $C_{pe,10}$  des zones :
  - Prise en compte du coefficient  $C_{pe,10}$  des zones :
    - o G pour la vérification des fixations ;
    - o H pour la vérification des panneaux.
- Soit issues du cahier CSTB n°3732, pour les règles simplifiées.

Il y a lieu de considérer que le tableau de portées est valable pour un porte à faux des panneaux inférieur à la plus petite des valeurs données au paragraphe 7.41.

## 7.5 Dispositions vis-à-vis de l'étanchéité (A vérifier)

En fonction des conditions hygrométriques intérieures et afin de réduire les transferts de vapeur d'eau, le risque de condensation et la perméabilité à l'air aux niveaux des jonctions de panneaux et des ouvrages particuliers de couverture, des compléments d'étanchéité doivent être mis en place, in situ lors des opérations de montage.

Le ou les compléments d'étanchéité situés sur appuis sont à raccorder avec ceux disposés dans l'emboîtement des panneaux et ceux utilisés pour les ouvrages particuliers de couverture.

### 7.51 Joints sur appuis pour l'étanchéité à l'air et à la vapeur d'eau

Un joint sur appui est à prévoir au droit d'une extrémité de panneau. Le type de joint diffère selon l'hygrométrie des locaux :

- **Faible ou moyenne hygrométrie (cf. figures 7 et 8) :**
  - Soit un joint mousse 20 x 10 mm par extrémité de panneau ;
  - Soit un joint 40 x 10 sous la jonction de panneaux.
- **Locaux avec température et humidité fixées et régulées pour 5 mm Hg « 666 Pa » à 10 mm Hg « 1333 Pa » (cf. figure 9) :**
  - Un joint silicone par extrémité de panneau.

La mise en place des mêmes joints est à prévoir en rive de bâtiment soit au niveau d'une structure si elle existe, ou au niveau de l'accessoire filant assurant la jonction couverture / bardage.

Sur appui intermédiaire, il est mis en œuvre, soit un joint de même type que celui posé sur appui d'extrémité, soit à minima, un joint mousse.

### 7.52 Joints du panneau pour l'étanchéité à l'air et à la vapeur d'eau

L'emboîtement des panneaux doit être équipé de compléments d'étanchéité en fonction de l'hygrométrie, selon la typologie indiquée ci-dessous :

- **Faible ou moyenne hygrométrie :**
  - Pas de joint supplémentaire à prévoir.
- **Locaux avec température et humidité fixées et régulées pour 5 mm Hg « 666 Pa » à 10 mm Hg « 1333 Pa » (cf. figure 9) :**
  - Un joint silicone dans la partie basse de l'emboîtement.

Il conviendra de raccorder le joint silicone placé en partie basse de l'emboîtement longitudinal avec le joint sur appui d'extrémité.

Une bande d'étanchéité aluminium-butyl est mise en place systématiquement sur le parement extérieur au niveau du faitage et en rive (cf. Figure 12), cette bande constitue une barrière supplémentaire contre le transfert de la vapeur d'eau de l'extérieur vers l'intérieur.

### 7.53 Joints du panneau pour l'étanchéité à l'eau (cf. figures 6 à 10)

#### • Au niveau des recouvrements transversaux de panneaux

Les recouvrements transversaux reçoivent systématiquement un double complément d'étanchéité en butyl. (cf. Tableau 7).

#### • Au niveau des recouvrements longitudinaux de panneaux

Un complément d'étanchéité (CE) conforme à la NF P 30-305 doit être prévu en sommet de nervure aux raccordements longitudinaux, l'emboîtement longitudinal sera couturé tous les 500 mm.

## 7.6 Recouvrements transversaux de panneaux (cf. figures 6 à 9)

Les valeurs minimales des recouvrements transversaux sont indiquées dans le tableau 7 en fin de Dossier Technique.

La valeur du recouvrement transversal, quelle que soit la pente est de 250 mm avec complément d'étanchéité (CE) conforme à la norme NF P 30-305, l'emboîtement longitudinal sera couturé tous les 500 mm.

## 7.7 Assemblage et fixation à l'ossature

Les fixations sont placées au sommet des nervures principales avec cavaliers. La répartition des fixations s'effectue à raison d'une fixation par nervure (figure 11). Pour le type de fixation à utiliser, se reporter au § 4.6.

Les fixations de couture sont placées au sommet des nervures de recouvrement tous les 500 mm (figure 11). La fixation sur panne des nervures de recouvrement longitudinal des panneaux est également considérée comme une fixation de couture.

Dans le cas d'ossature bois, un pré-perçage des panneaux est effectué de part en part à un trou légèrement supérieur au diamètre des vis utilisées (par exemple 8 mm pour une vis de diamètre 6,3 mm) avant assemblage.

## 7.8 Ouvrages particuliers de couverture

### 7.81 Dispositions générales

Le traitement des points particuliers d'une couverture induit de prévoir des pièces de calfeutrement, des garnitures d'étanchéité (cf. § 7.5) ainsi que des compléments d'isolation thermique.

Une attention particulière doit être apportée afin d'assurer la continuité de la barrière de vapeur aux éclissages des pièces de calfeutrement et des pièces de fermeture le cas échéant.

### 7.82 Faitage (cf. figures 12 à 15)

Le recouvrement des faitages sur les panneaux est de 120 mm minimum. La pente minimale est limitée à 10%

Lorsque le faitage est réalisé par l'intermédiaire de tôles faitières à bords crantés, il y aura lieu de disposer entre la tôle faitière et le panneau un contre closoir et une bande d'étanchéité aluminium-butyl.

La fixation des faitières est réalisée au droit de chaque nervure du parement extérieur du panneau. La tôle faitière doit être fixée à la panne en même temps que le panneau.

Le traitement intérieur nécessite la mise en œuvre de tôle sous faitière pour un faitage double ou de tôle de calfeutrement pour les faitages simple ou en solin avec complément d'isolation thermique.

### 7.83 Egout (cf. figures 16 et 17)

Les panneaux sont fixés sur la panne d'égout à raison d'une fixation par nervure et présentent un débord du parement extérieur d'au moins 100 mm.

La tranche transversale des panneaux doit être protégée par un closoir métallique cranté.

Les tranches découpées et les débords doivent être traités contre la corrosion en bord de mer, à l'aide de peinture riche en zinc et d'une laque de protection.

### 7.84 Rives

Les bandes de rive sont fixées sur les pannes en même temps que les panneaux, de façon à ce que la distance entre la nervure de rive et la rive de la toiture soit inférieure ou égale à 350 mm. Le cas échéant, il est nécessaire de découper un panneau pour obtenir cette valeur.

Les fixations des bandes de rive du panneau sont réalisées sur les nervures du panneau et devront être espacées équitablement à une distance de 0,50 m.

Le traitement intérieur nécessite la mise en œuvre de tôle de calfeutrement avec alignement au nu intérieur du bardage.

Les garnitures d'étanchéité seront mises en œuvre conformément aux dispositions prévues au paragraphe 7.5.

Des exemples de montage sont disponibles :

Rive contre mur (cf. figure 18) ;

Faitage en rive (cf. figure 19) ;

Rive contre pignon (cf. figure 20).

### 7.85 Pénétrations de toiture (cf. figure 21)

Les pénétrations de section inférieure à 400 x 400 mm sont traitées par des plaques à douille, châssis à vis ou manchon en caoutchouc pour sortie de toiture.

Les recouvrements seront de 250 mm avec complément d'étanchéité conforme à la norme NF P 30-305 avec pentes minimales telles qu'indiquées au paragraphe 7.4 et avec une fixation par nervure.

### 7.86 Joint de dilatation (figures 22 et 23)

Lorsque la structure comporte un joint de dilatation, les panneaux sont interrompus de part et d'autre de celui-ci et les accessoires de finition sont mis en œuvre de façon à assurer l'étanchéité à l'eau et l'isolation au droit de ce point singulier tout en assurant la libre dilatation de cette structure.

Les figures 22 et 23 représentent deux exemples de traitement en fonction de la valeur de déplacement du joint de dilatation.

La figure 22 correspond à des valeurs de déplacement faibles jusqu'à environ 50 mm. Alors que la figure 23 correspond à des valeurs de déplacement plus importantes jusqu'à environ 150 mm.

Pour la figure 22, l'accessoire de finition est fixé dans les pannes et courbé sur les panneaux à raison d'une fixation par mètre. Le V inversé (tôle de calfeutrement) doit avoir un développé supérieur ou égal au déplacement maxi de 50 mm avec un recouvrement de 300 mm minimum.

Pour la figure 23 : les pièces support sont fixées dans les pannes et les pièces de fermeture à raison d'une fixation par mètre. Les accessoires de finition sont fixés dans les pannes. La valeur du recouvrement entre les accessoires de finition est de 300 mm minimum. La membrane est assemblée par l'intermédiaire de la tôle de fermeture filante à raison d'une vis tous les 0,50 m., cette tôle possède 2 lumières de longueur égale à la valeur du déplacement envisagé.

## 8. Dispositions relatives aux bâtiments situés dans les « Hauts » de la Réunion (H > 800 m)

L'utilisation du panneau NERVO 1000 PUR dans les « Hauts » de la Réunion, avec pose dans les conditions normales de mise en œuvre prévues pour les climats de plaine (cf. chapitre 7) peut se faire en respectant les conditions suivantes :

- Un contre cloisir et un bord relevé sont à mettre en œuvre en faitage avec mise en place d'une bande d'étanchéité aluminium-butyl.
- Les fixations des panneaux sont à filet d'appui sous tête.
- Le revêtement organique extérieur doit être au moins de catégorie VI.
- Le porte à faux est limité à 200 mm maximum.

## 9. Entretien, rénovation, remplacement

### 9.1 Entretien

Comme toute couverture, un entretien annuel doit être fait. Celui-ci devra comporter :

- L'élimination des diverses végétations, notamment des mousses et toutes matières incompatibles qui seraient venues se déposer sur la surface de la couverture.
- La protection, dès qu'elles sont décelées, des éventuelles amorces de corrosion.
- Le nettoyage des gouttières et chéneaux, ainsi que la surveillance du bon état des descentes d'eaux pluviales.
- La surveillance de la bonne tenue de la structure porteuse dont tous les désordres pourraient se répercuter sur la couverture.
- Le maintien en bon état des ouvrages particuliers qui contribuent à l'étanchéité de la couverture (solins, faitage, noues, ...).

### 9.2 Rénovation

La rénovation du parement extérieur en tôle prélaquée s'effectue de la façon suivante :

- Lessivage.
- Rinçage à prendre l'eau claire.
- Séchage.
- Reprises avec des systèmes de peinture bâtiment classique, qualité extérieure.

La nature des laques ainsi que le processus de rénovation doivent être définis en accord avec le fournisseur.

### 9.3 Remplacement

Le remplacement d'un panneau s'effectue par enlèvement de ses vis de fixation et de celles des panneaux encadrant le panneau à remplacer.

## B. Résultats expérimentaux

- Rapport de calcul des ponts thermiques intégrés, des coefficients Uc et de facteur solaire des panneaux NERVO 1000 PUR : (CSTB DEIS/HTO-2018-073-KZ/LB).
- Réaction au feu : Rapport d'essais origine LNE (rapport n° P159060-DE/25 établi le 21/02/2017) ;
- Rapport d'essais marquage CE : origine LNE (rapports n° 159060 DE14 / DE15 / DE16 / DE17 / DE18 / DE30 / DE31 et DE32) ;
- Rapport d'essais mécaniques et vieillissement hygrothermiques : origine CSTB (Rapport n° CLC 09-26016055 établi le 18/09/09) ;
- Rapport de calcul des performances des panneaux aux états limites conformément au Cahier du CSTB 3731 : Rapport d'étude CSTB DEIS / FACET -17-471 ;
- Validation ACERMI Tremplin n° 19/244/1408 avec une valeur de conductivité thermique certifiée de 0,024 W/m.K.

## C. Références

### C1. Données environnementales<sup>3</sup>

Le procédé NERVO 1000 PUR ne fait pas l'objet d'une Déclaration Environnementale (DE). Il ne peut donc revendiquer aucune performance environnementale particulière.

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

### C2. Autres références

PLAST OI est une société réunionnaise basée à Saint-Pierre qui fabrique localement depuis 1997 des panneaux sandwich polyuréthane.

Depuis sa création, PLAST OI a commercialisé plus de 200.000 m<sup>2</sup> de panneau, production essentiellement destinée au marché réunionnais.

<sup>3</sup> Non examiné par le Groupe Spécialisé dans le cadre de cet avis.



## Tableaux et figures du Dossier Technique

Tableau 1 – Valeurs déclarées pour le marquage CE conformément à la NF EN 14509:2013 utilisées pour la détermination des tableaux de charges aux états limites

		Epaisseurs		
		40 (mm)	60 (mm)	80 (mm)
<b>Isolant</b>		Mousse PUR		
<b>Masse volumique (kg/m<sup>3</sup>)</b>		40		
<b>Résistance en traction (MPa)</b>		0,189	0,277	0,197
<b>Résistance en cisaillement (MPa)</b>		0,172	0,177	0,149
<b>Module d'élasticité en cisaillement (MPa)</b>		4,5	5,4	3,6
<b>Résistance en compression (MPa)</b>		0,133	0,192	0,127
<b>Contrainte de plissement (MPa) - Parement extérieur</b>	<b>En travée</b>	140,0	186,0	144,0
	<b>En travée - température élevée</b>	110,0	178,0	85,0
	<b>Sur appui intérieur</b>	85,0	88,0	134,0
	<b>Sur appui intérieur - température élevée</b>	68,0	85,0	80,0
<b>Contrainte de plissement (MPa) - Parement intérieur</b>	<b>En travée</b>	111,0	91,0	60,0
	<b>Sur appui intérieur</b>	69,0	77,0	35,0
<b>Moment de flexion (kN.m/m) Parement extérieur</b>	<b>En travée</b>	3,30	6,70	6,90
	<b>En travée - température élevée</b>	2,60	6,50	6,40
	<b>Sur appui intérieur</b>	2,30	2,90	2,50
	<b>Sur appui intérieur - température élevée</b>	1,80	2,80	2,30
<b>Moment de flexion (kN.m/m) Parement intérieur</b>	<b>En travée</b>	2,00	3,00	3,60
	<b>Sur appui intérieur</b>	1,40	2,50	1,50
<b>Coefficient de fluage (MPa)</b>	<b>t = 2.000 h</b>	1,41		
	<b>t = 100.000 h</b>	2,10		
<b>Réaction au feu</b>		B-s3,d0*		
<b>Comportement au feu extérieur</b>		B <sub>ROOF</sub> (t3)		
* : cf. §B.				

Tableau 2 – Masse surfacique avec parements d'épaisseurs 0,50 mm en extérieur et intérieur (kg/m<sup>2</sup>)

Epaisseur (mm)	Panneau NERVO 1000 PUR
40	12,42
60	13,40
80	14,35

Tableau 3 – Performances thermiques avec la mousse PUR 1 (0,024 W/m.K)

Epaisseur (mm)	U <sub>c</sub> en W/m <sup>2</sup> .K	ψ <sub>j</sub> en W/m.K
40	0,546	0,011
60	0,375	0,005
80	0,286	0,003

Tableau 4 – Facteur solaire S des panneaux sandwich NERVO 1000 PUR

		S		
		Type de couleur <sup>(1)</sup>		
		Claire à moyenne	Sombre	Noire
Epaisseur (mm)	R (m <sup>2</sup> .K/W)	α (absorption énergétique)		
		0,6	0,8	1
40	1,71	0,024	-	-
60	2,56	0,016	0,022	0,027
80	3,43	0,013	0,017	0,021

(1) Selon la RTAA DROM.

Tableau 5 – Dimensions minimales des appuis

Types d'appuis	Nature des appuis		
	Acier (ép. mini 1,50 mm)	Bois (hauteur mini 80 mm)	Béton et Maçonnerie avec inserts métalliques (ép. minimale 2,50 mm)
Extrémité	40 mm	60 mm	60 mm
Intermédiaire	40 mm	60 mm	60 mm
Recouvrement transversal	65 mm	90 mm	65 mm

**Tableau 6 – Pentés minimales de la couverture (%)**

Configuration de la couverture	H ≤ 800 m	H > 800 m
Simultanément : - Pas de pénétrations - Panneau de longueur égale à celle du rampant	10 %	10 %
Autres cas	10 %	15 %

**Tableau 7 – Recouvrement transversal pour locaux à faible et moyenne hygrométrie (cf. §7.6)**

Pente p	H ≤ 800 m	H > 800 m
10 % ≤ p < 15 %	250 mm + 2 CE*	Non prévu
p ≥ 15 %	250 mm + 2 CE*	250 mm + 2 CE*

\*: Complément d'étanchéité (CE) conforme à la norme NF P 30-305

Tableau 8 – Portées d'utilisation (m)

2 appuis (charges descendantes)			Charges ELS (daN/m <sup>2</sup> )	3 appuis (charges descendantes)		
Epaisseurs du panneau (mm)				Epaisseurs du panneau (mm)		
80	60	40		40	60	80
2,90	4,00	3,60	<b>50</b>	1,10	1,40	2,80
2,40	3,90	2,90	<b>75</b>	1,00	1,30	2,20
2,00	3,60	2,40	<b>100</b>	0,90	1,10	1,90
1,70	3,20	2,00	<b>125</b>	0,90	1,10	1,60
1,50	2,90	1,70	<b>150</b>	0,90	1,00	1,40
1,40	2,60	1,50	<b>175</b>	0,80	1,00	1,30
1,30	2,40	1,30	<b>200</b>	0,80	0,90	1,20
1,20	2,20	1,20	<b>225</b>	0,80	0,90	1,10
1,10	2,00	1,10	<b>250</b>	0,80	0,80	1,00
1,00	1,90	1,00	<b>275</b>	0,70	0,80	1,00
0,90	1,80	0,90	<b>300</b>	0,70	0,80	1,00
0,90	1,70	0,90	<b>325</b>	0,70	0,70	1,00
0,90	1,60	0,80	<b>350</b>	0,70	0,70	0,90
0,80	1,50	0,80	<b>375</b>	0,70	0,70	0,90
0,80	1,40	0,70	<b>400</b>	0,60	0,70	0,80

Ce tableau intègre le gradient thermique et est valable quel que soit le coloris utilisé.

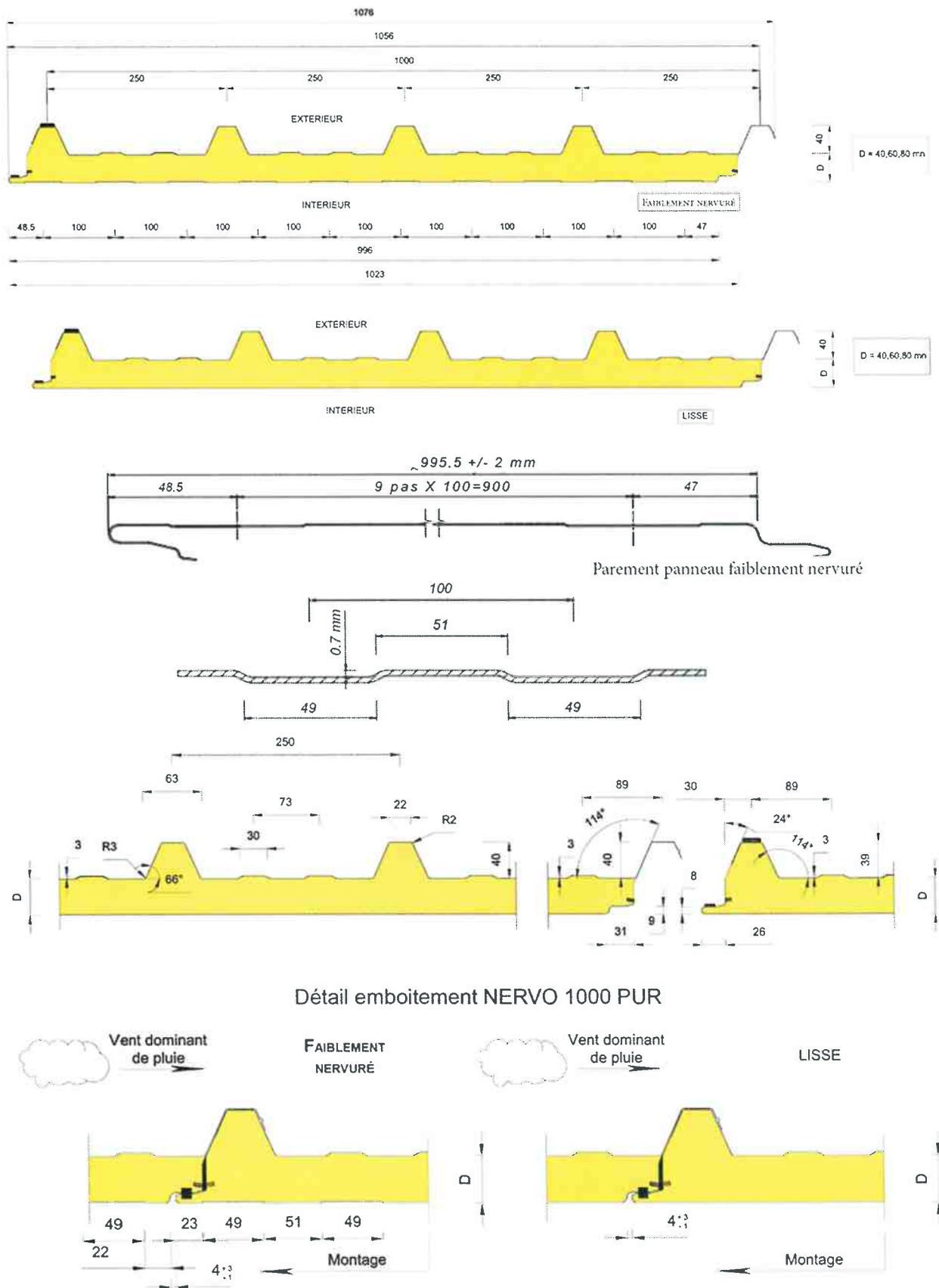


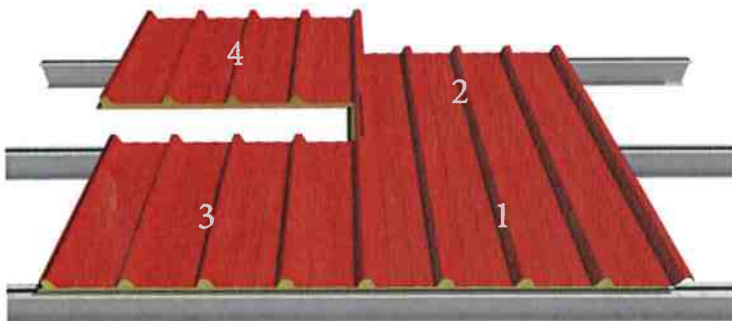
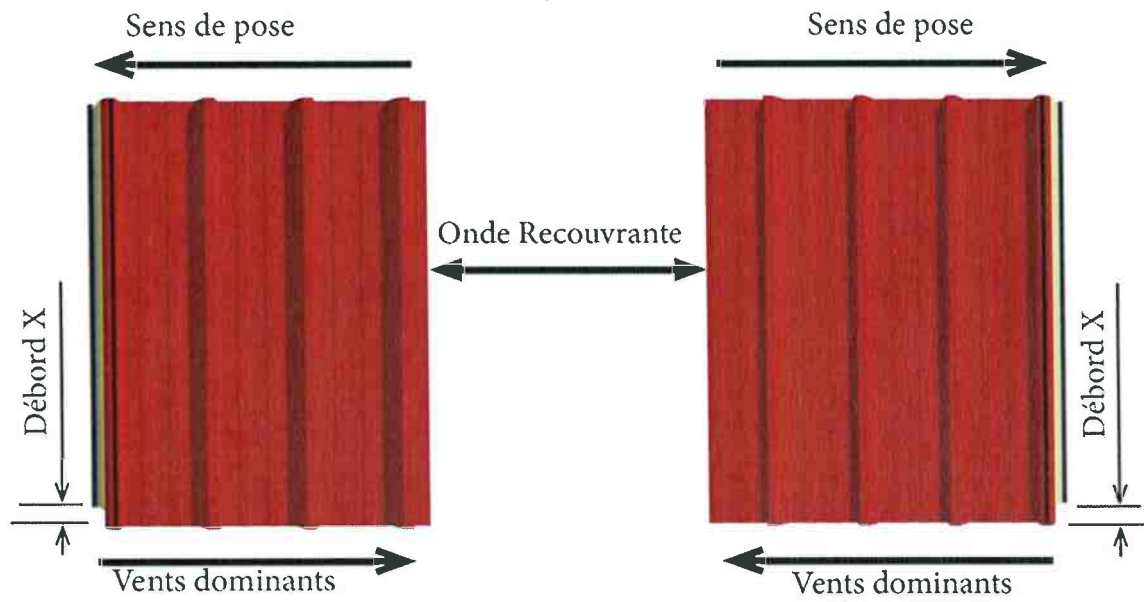
Figure 1 - Géométrie des panneaux de couverture NERVO 1000 PUR



Recouvrement : Type droit



Recouvrement : Type gauche



Panneaux Type droit

Panneaux Type gauche

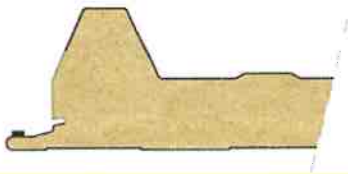
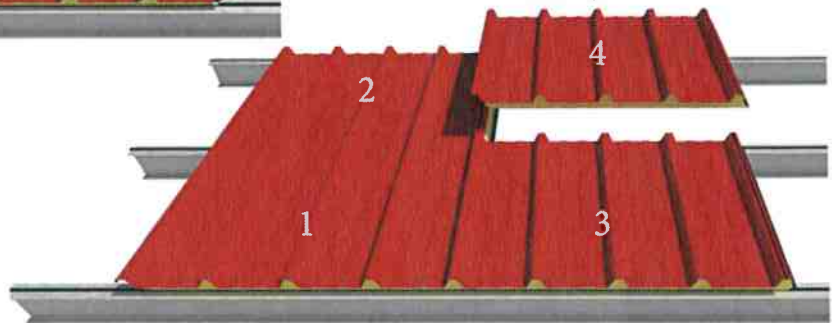


Figure 2 – Sens de pose et type de panneau

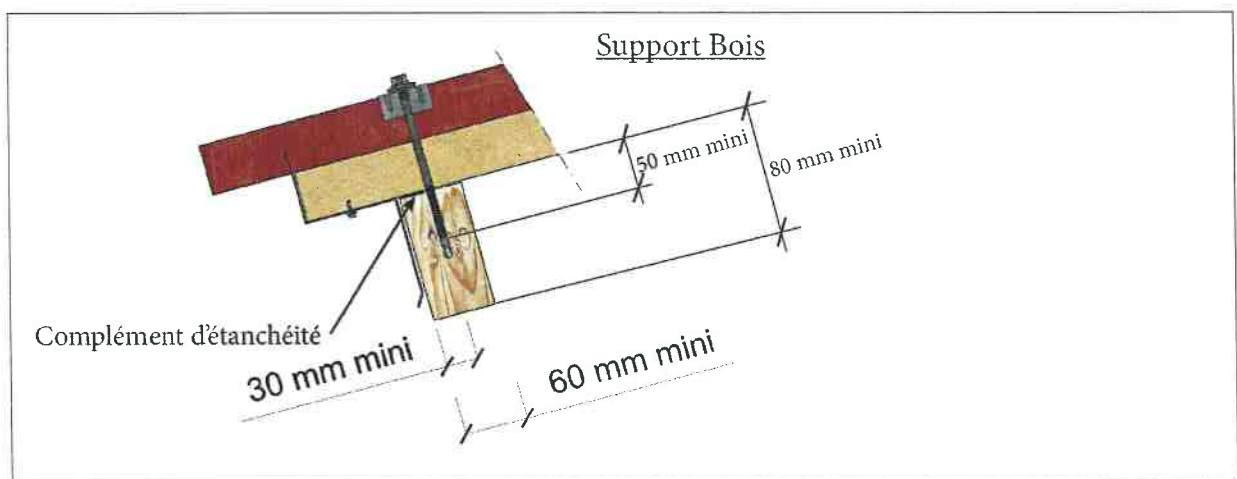
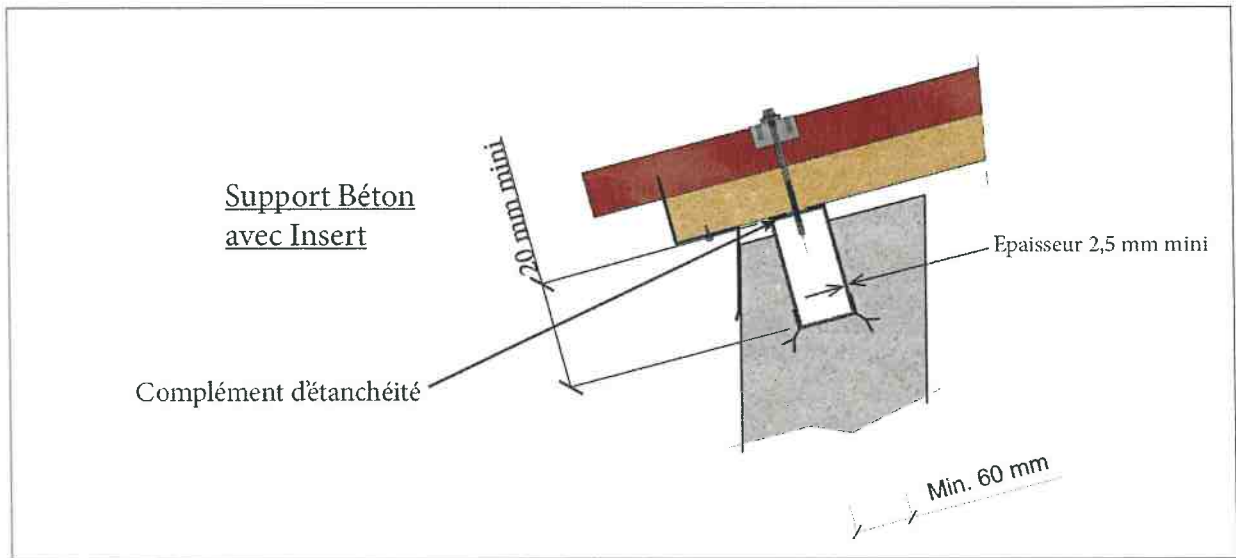
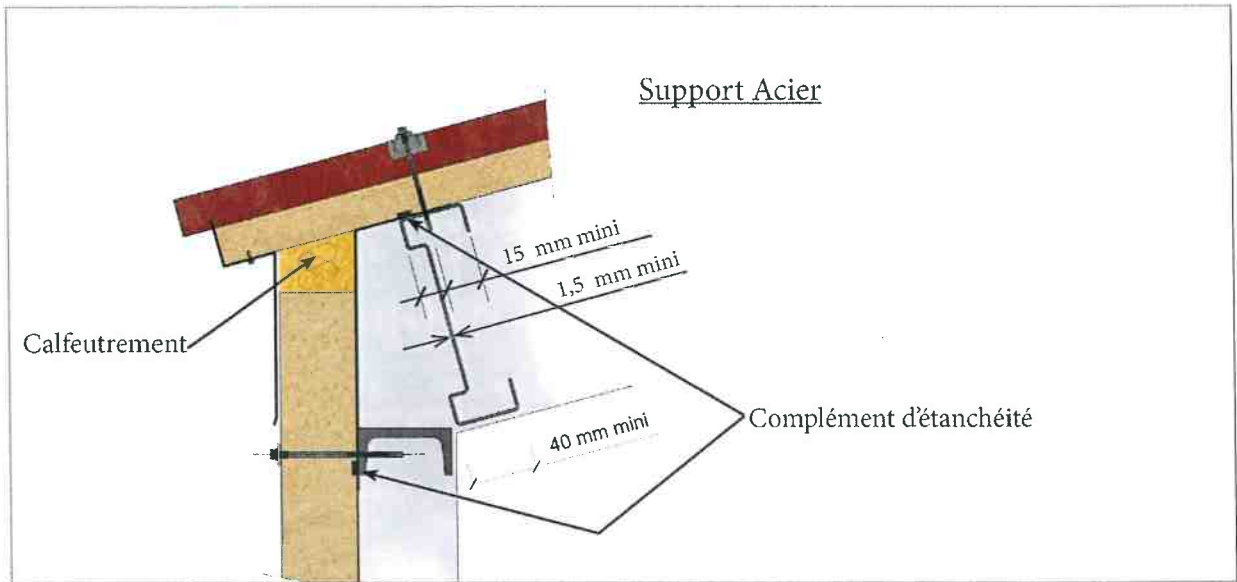
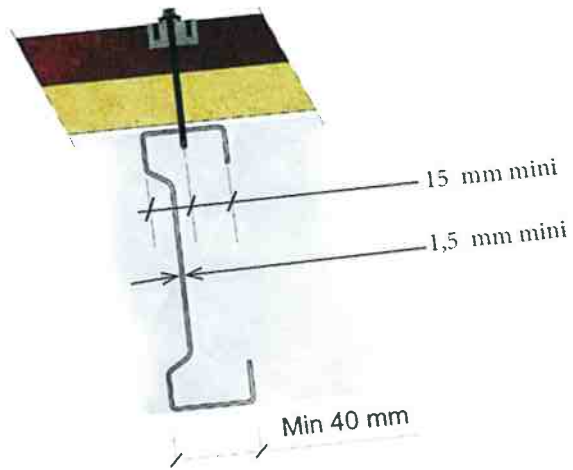
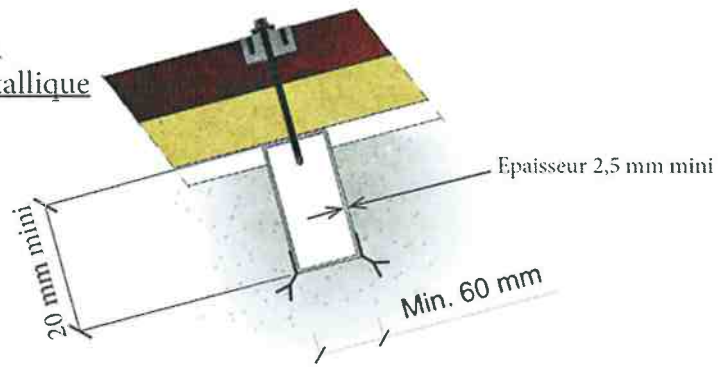


Figure 3 - Dimensions minimales des appuis d'extrémité

Support Acier



Support Béton  
avec Insert métallique



Support Bois

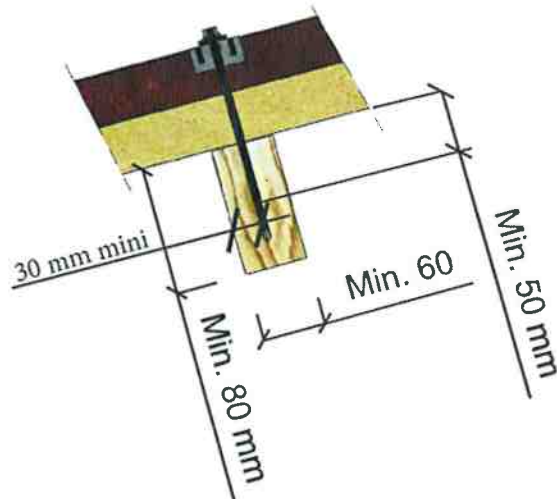
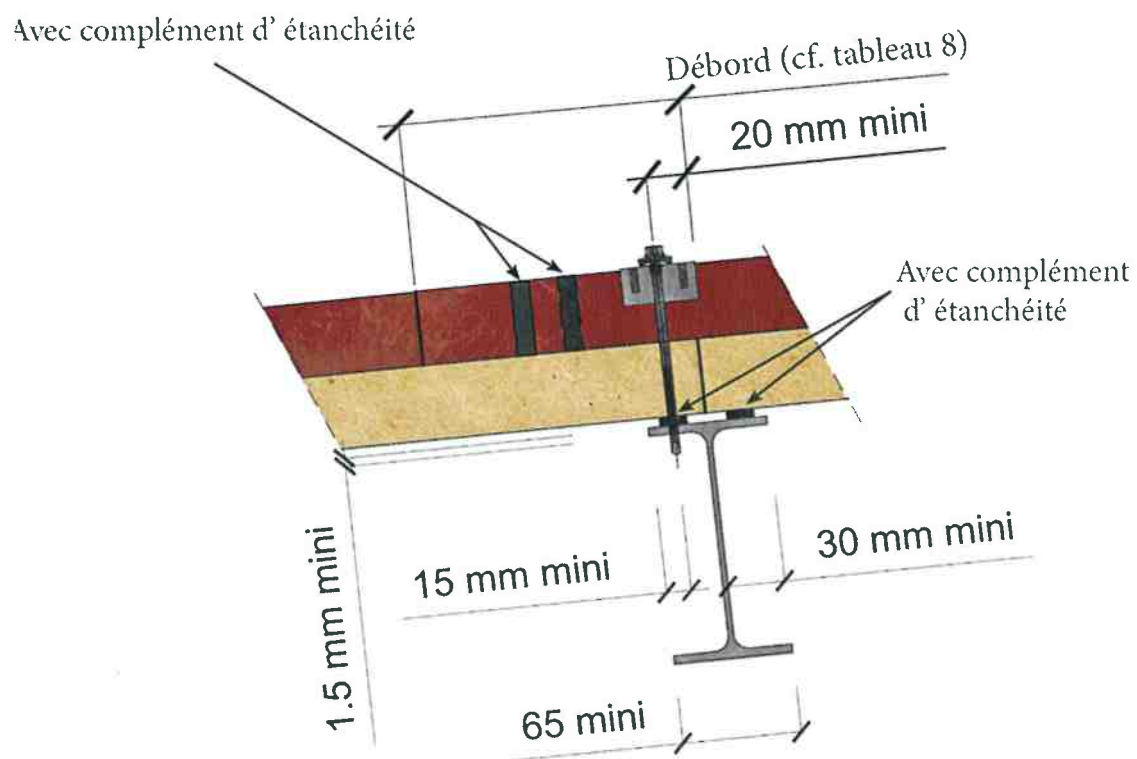
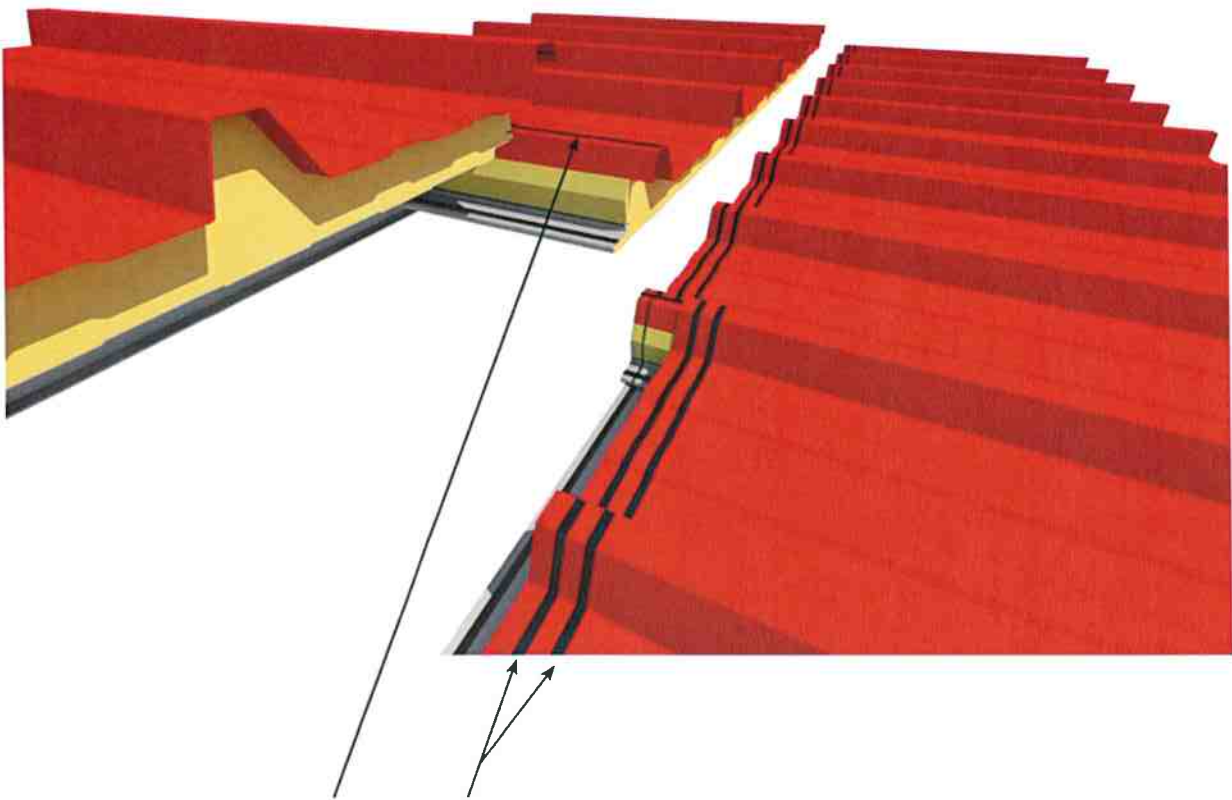


Figure 4 - Dimensions minimales des appuis intermédiaires





*Figure 5 - Jonction transversale de panneaux (cas sur support acier)*

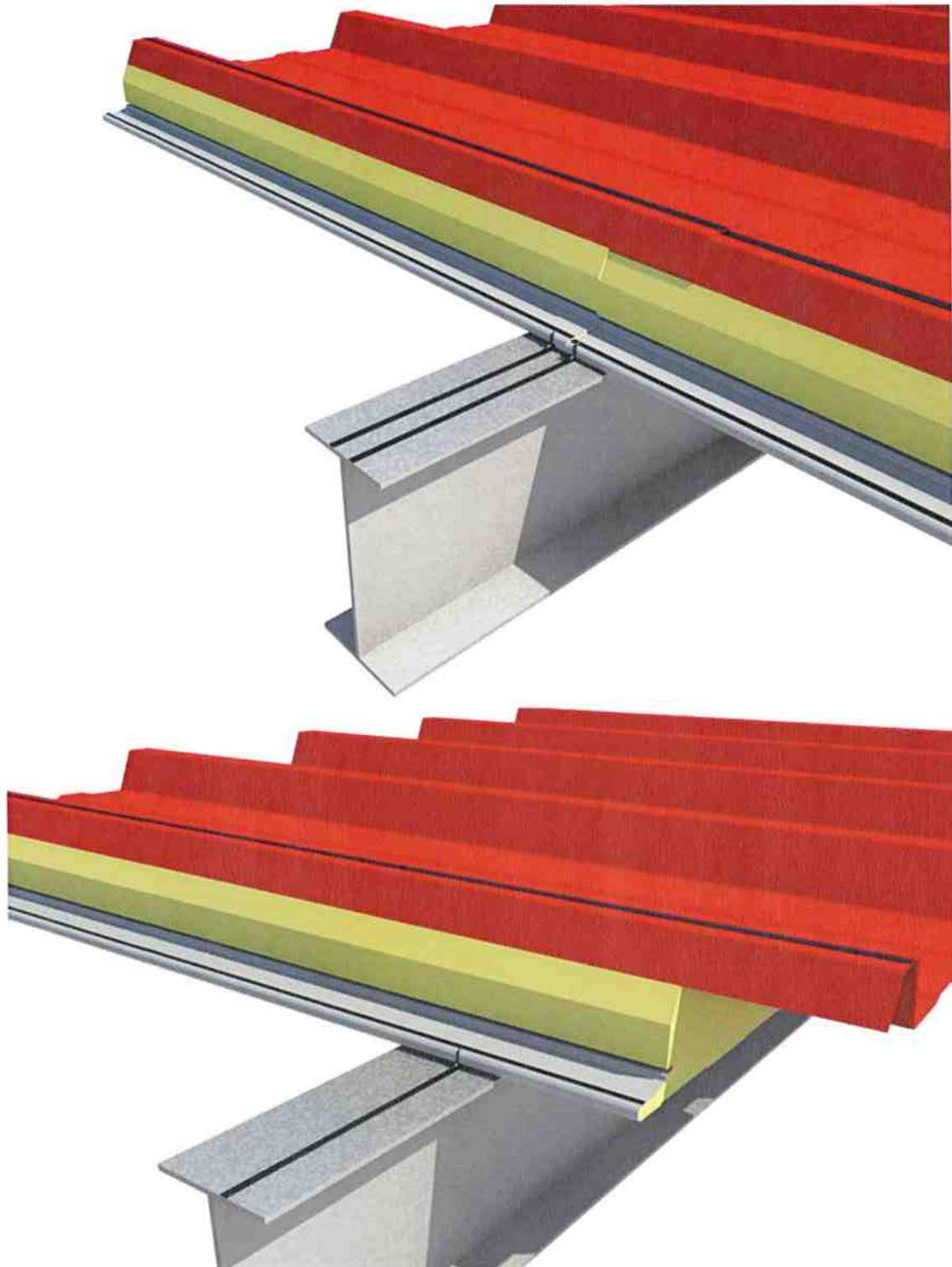


Complément d'étanchéité

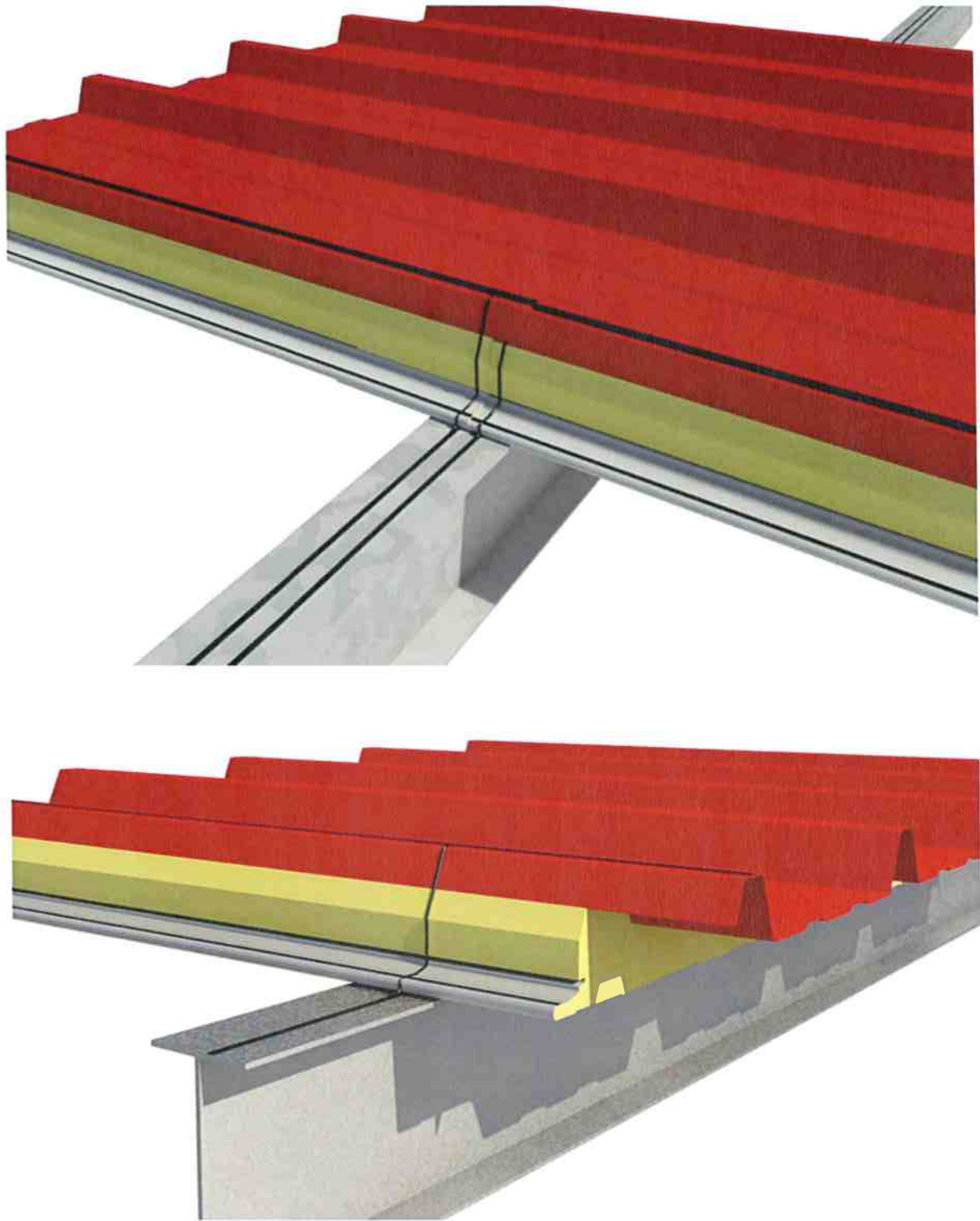
*Figure 6 - Complément d'étanchéité (CE) transversal et longitudinal au droit d'un recouvrement transversal*



*Figure 7 –dispositions au niveau des joints sur appuis pour les locaux à faible et moyenne hygrométrie dont la température est supérieure à 12 °C*



*Figure 8 – Principe de raccordement entre les CE longitudinaux et ceux sur appuis en l'absence de CE longitudinal extérieur pour les locaux à faible et moyenne hygrométrie dont la température est inférieure à 12 °C*



*Figure 9 – Principe de raccordement entre les CE longitudinaux et ceux sur appuis pour les locaux climatisés*

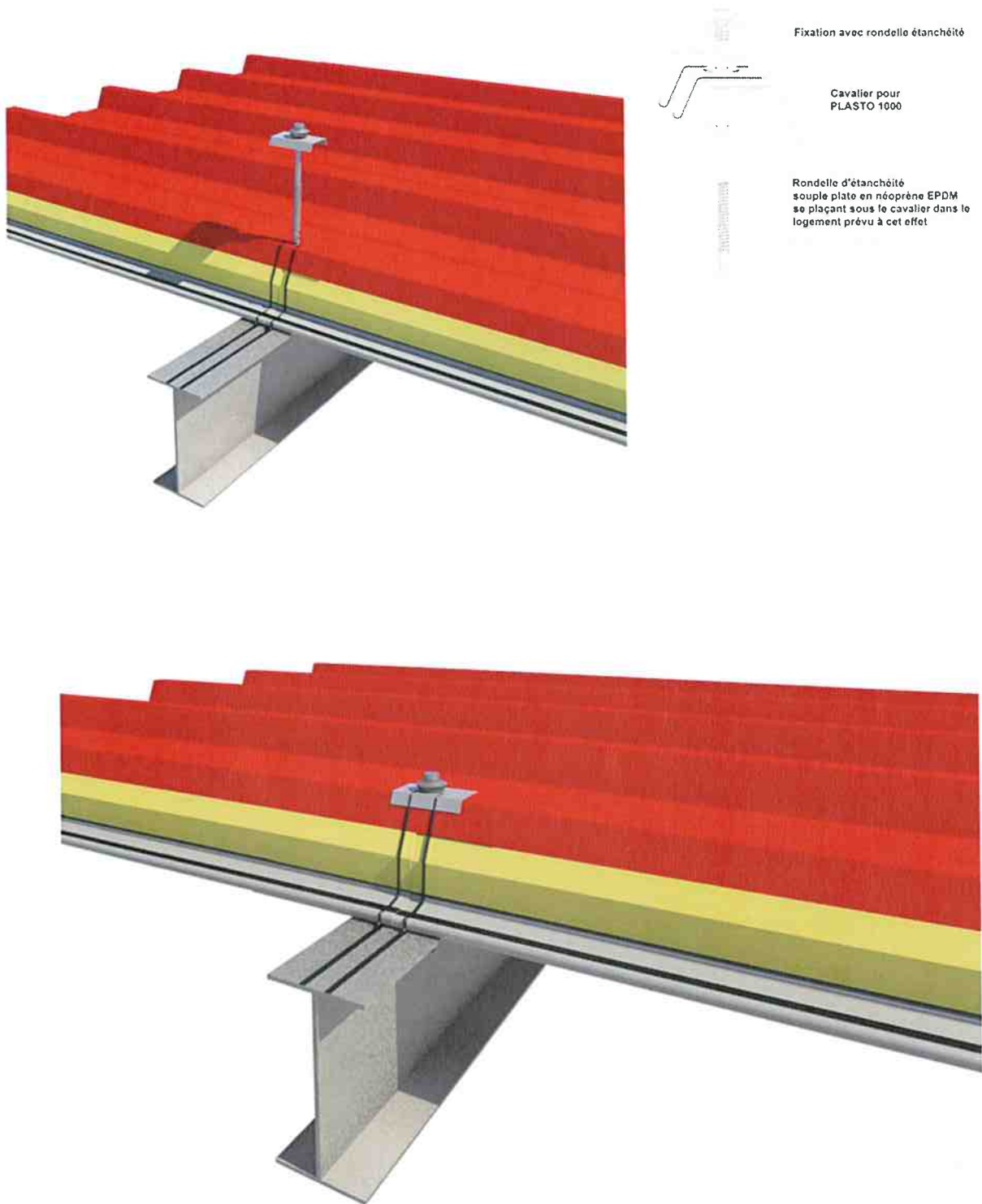
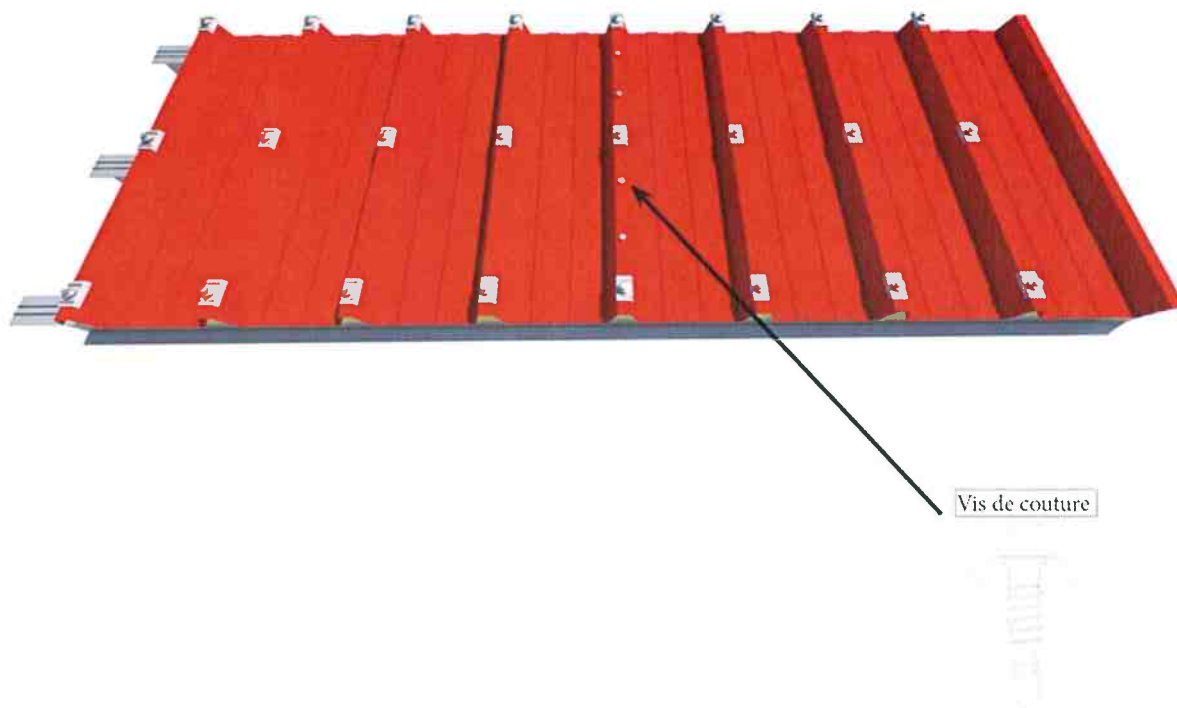


Figure 10 - détail des fixations en sommet d'onde

## Implantation des vis de couture sur la nervure de recouvrement



*Figure 11 – Détail des fixations de couture*

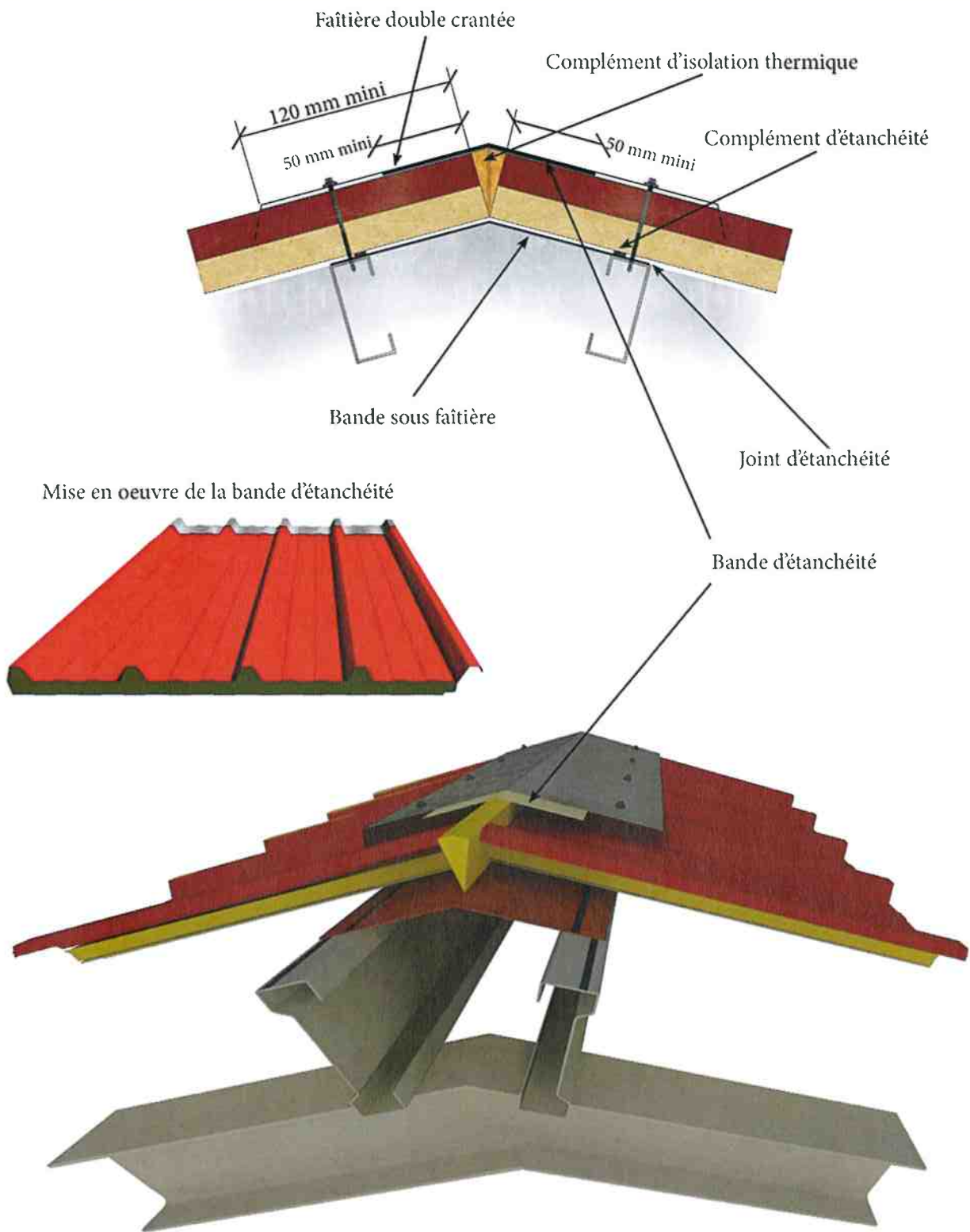


Figure 12 – Faîtage double



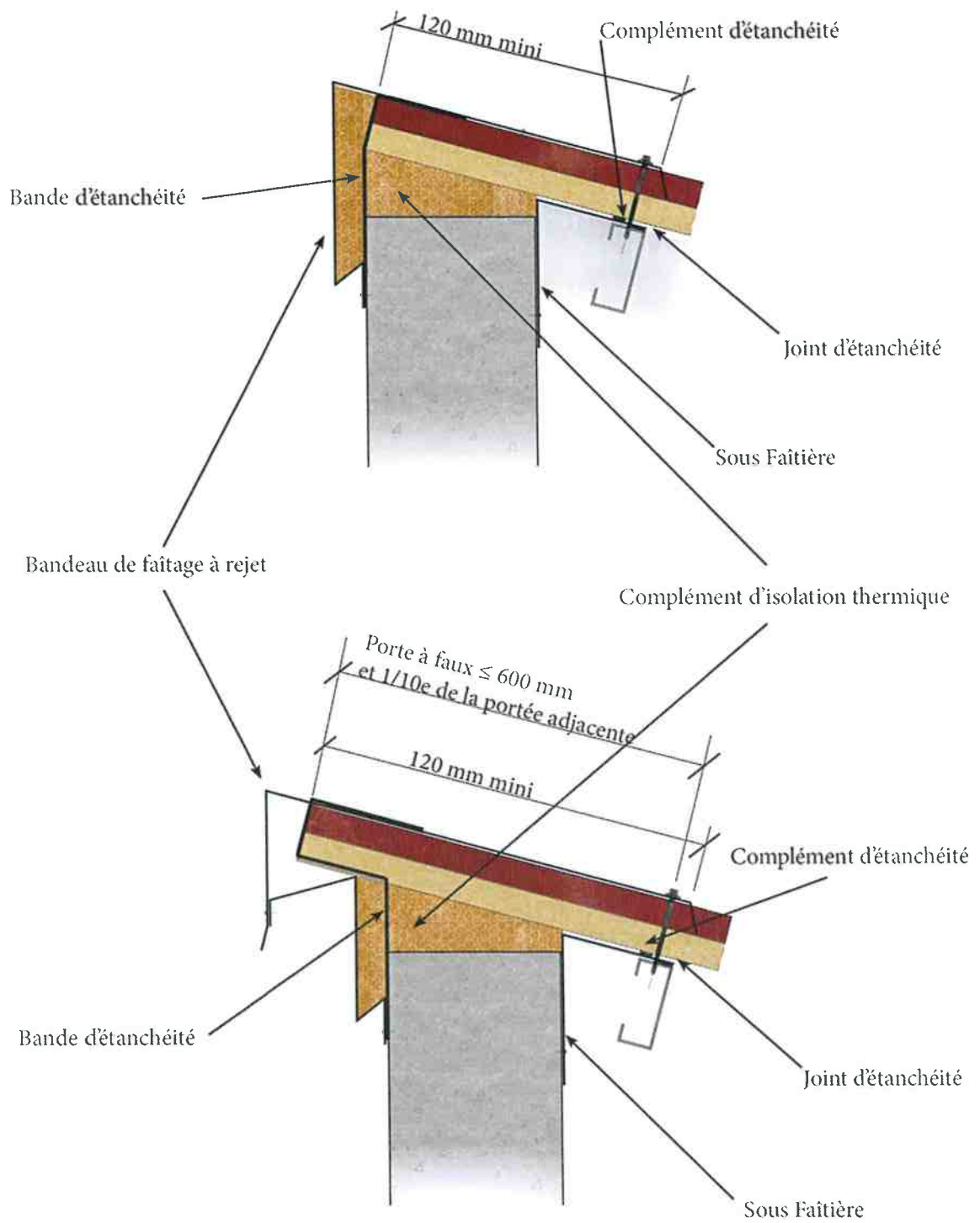


Figure 13 - Faîtage simple

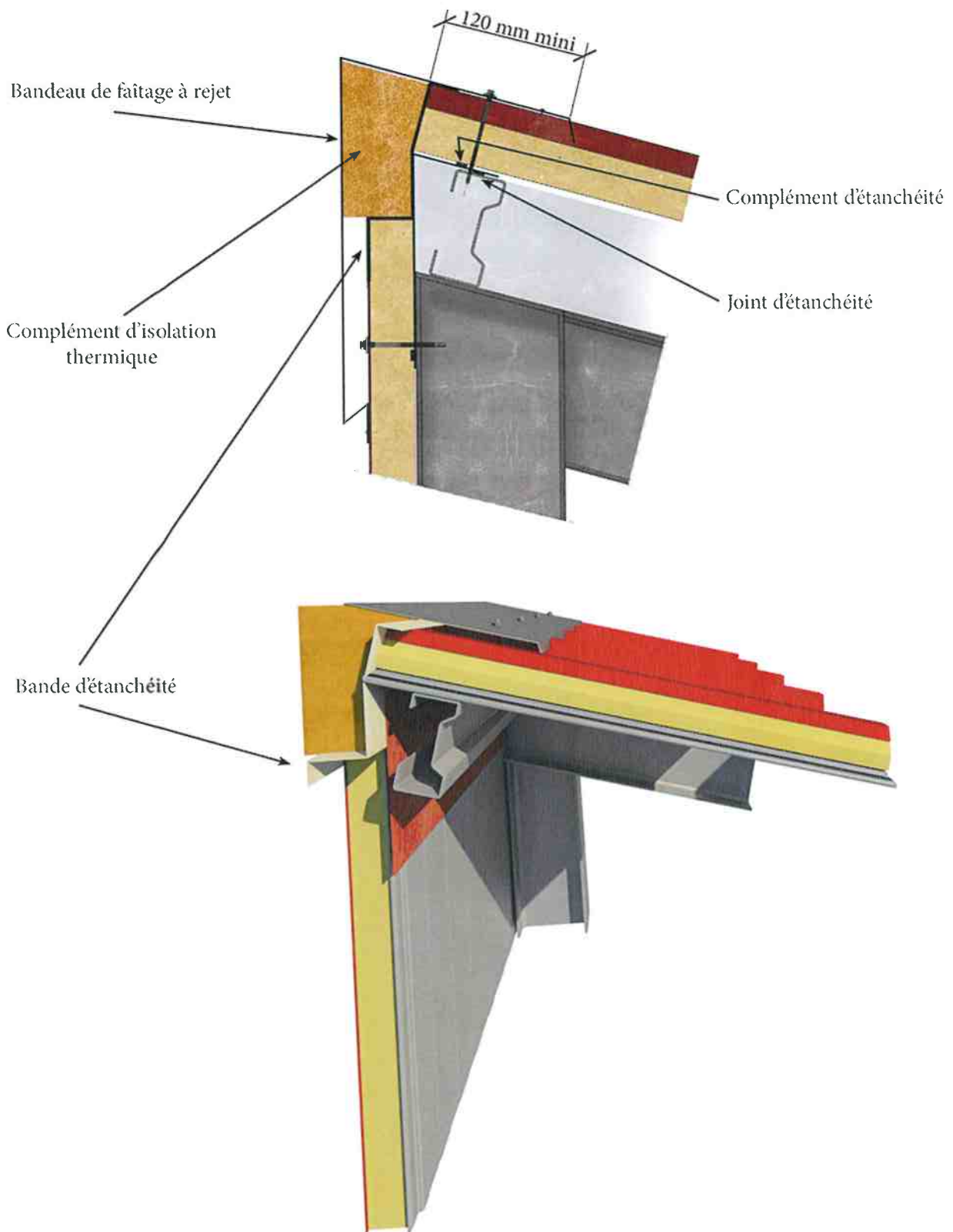


Figure 14 - Faîtage simple

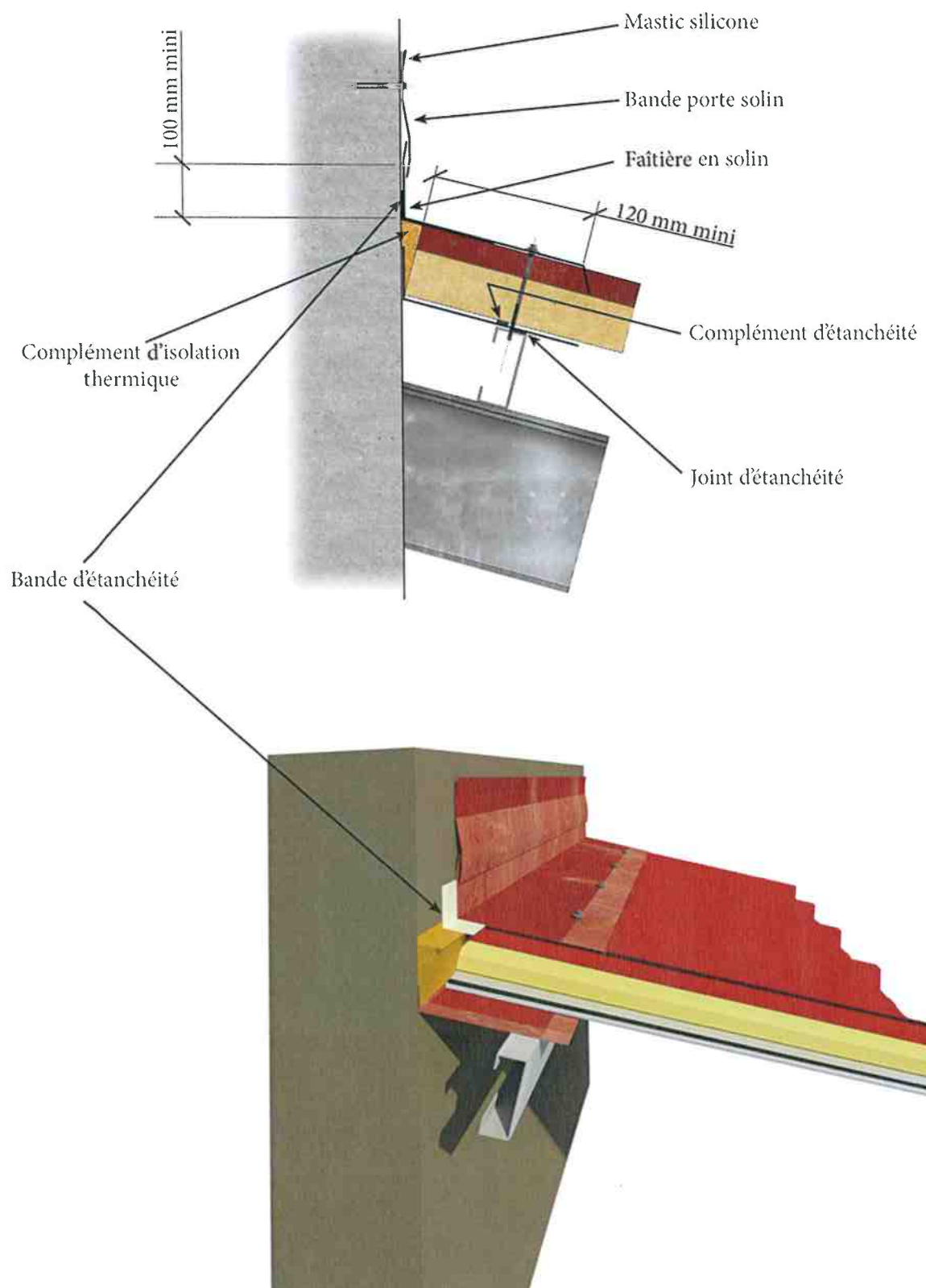


Figure 15 - Faîtage en solin sur mur

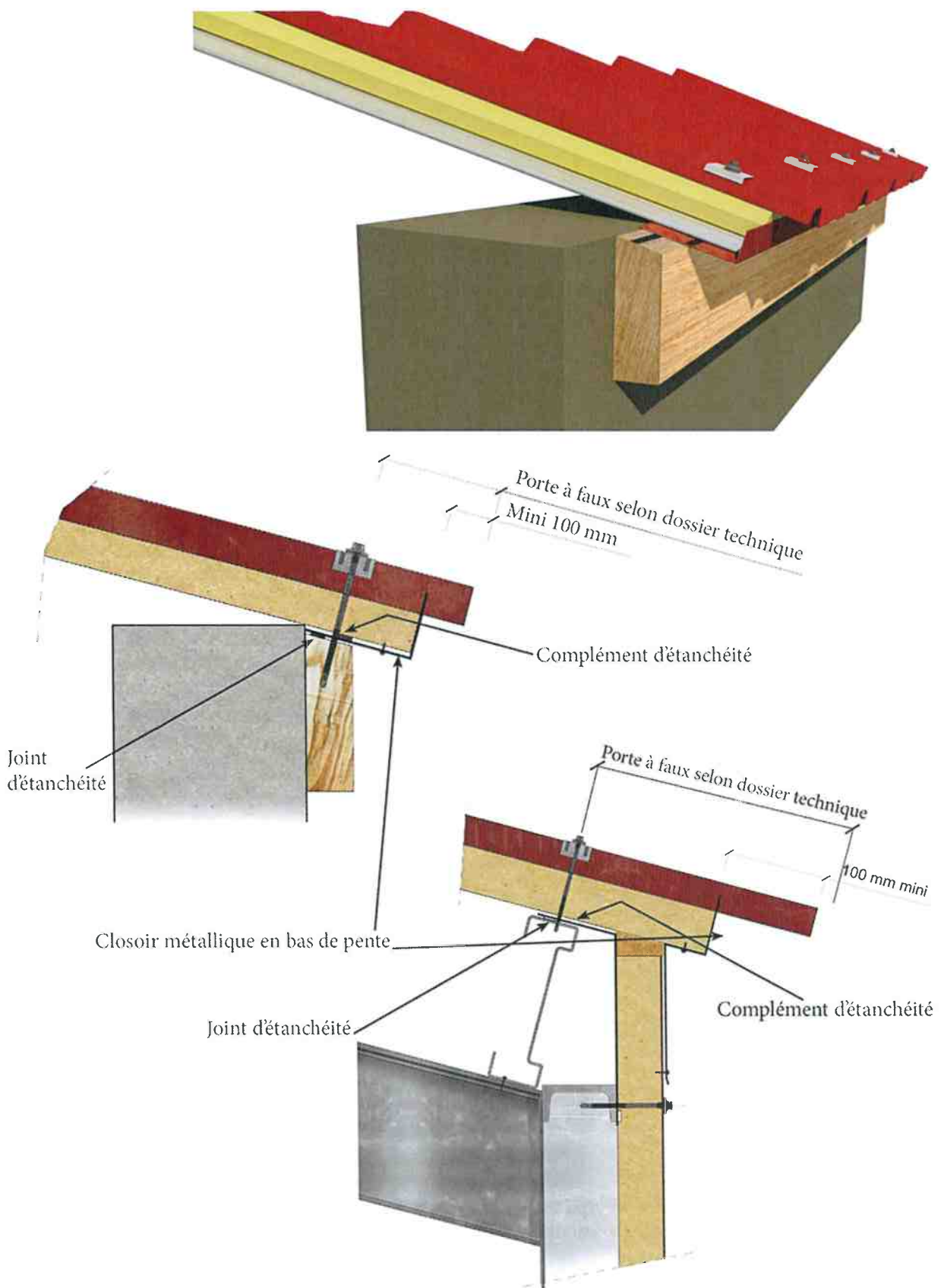


Figure 16 - Egout simple

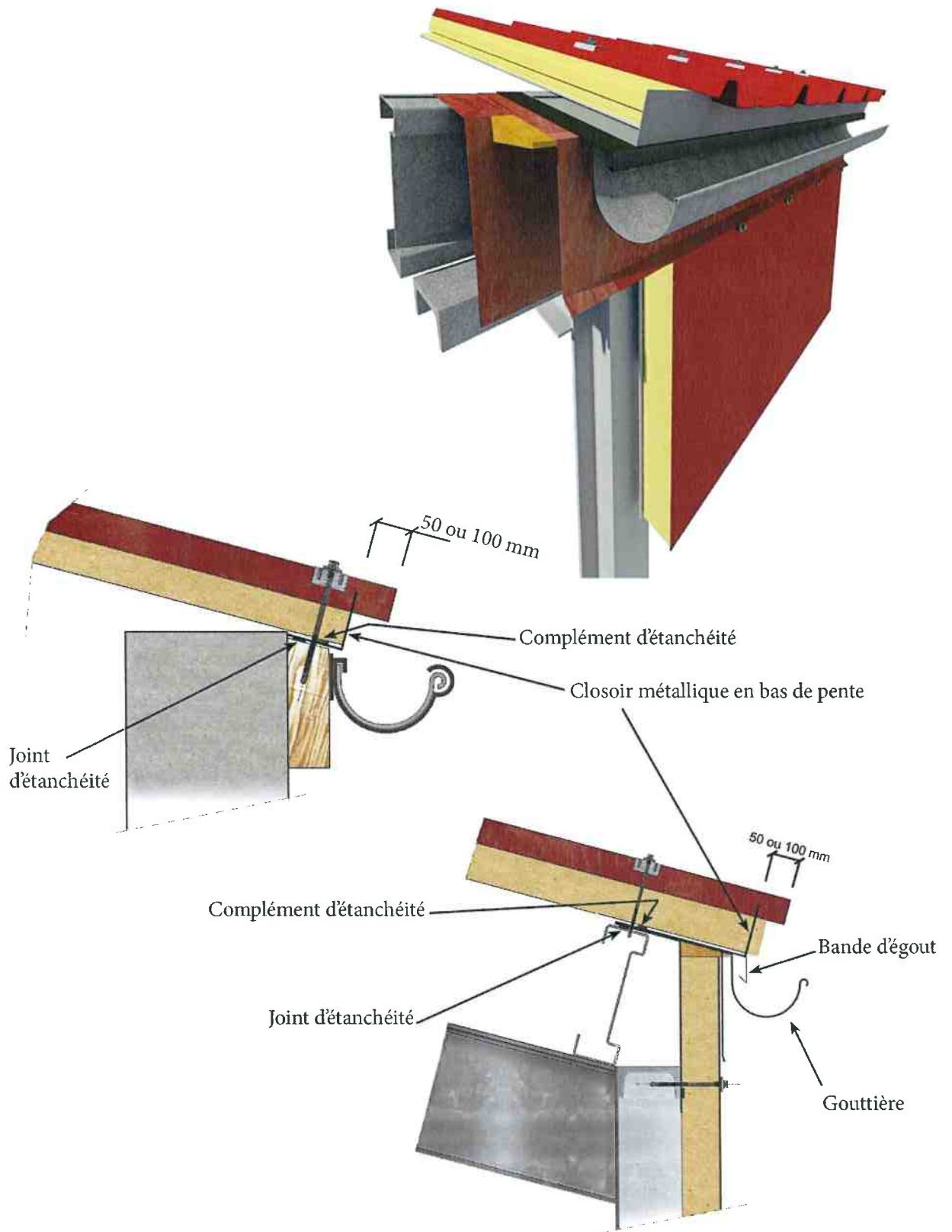


Figure 17 - Egout avec gouttière pendante

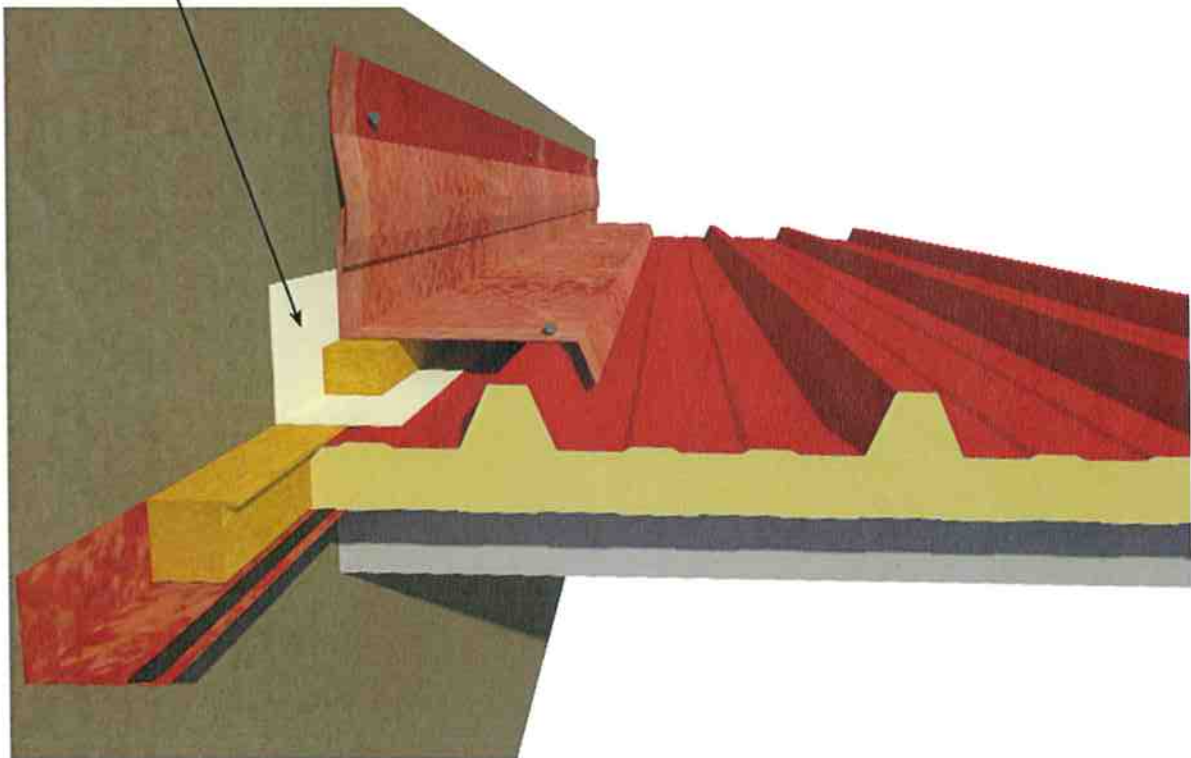
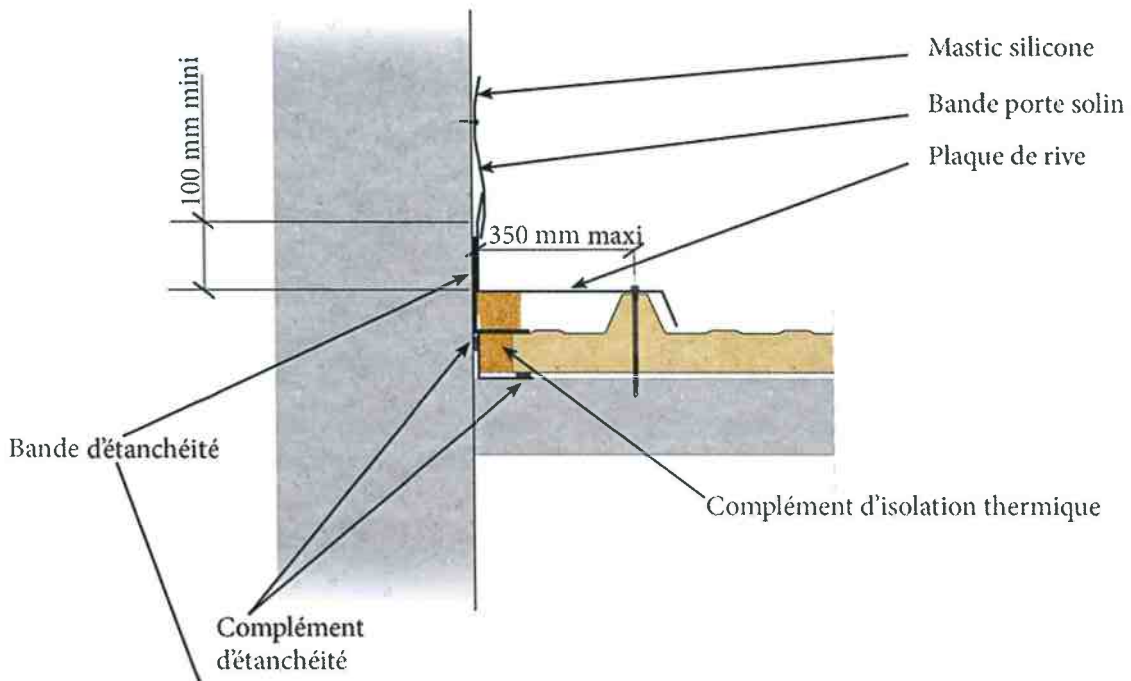


Figure 18 – Rive latérale contre mur

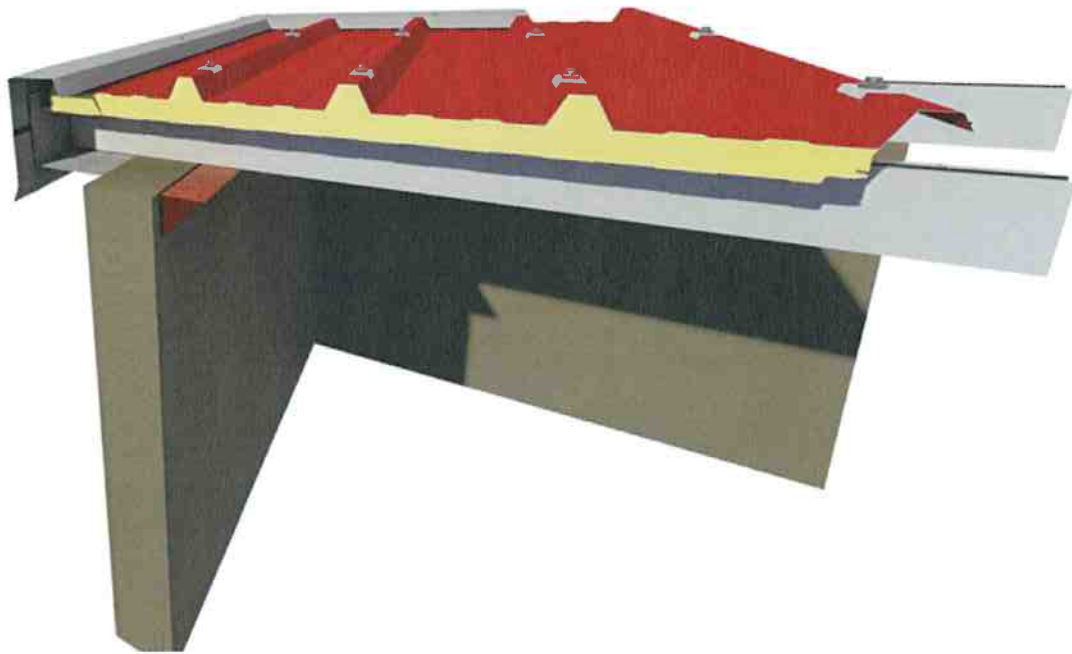
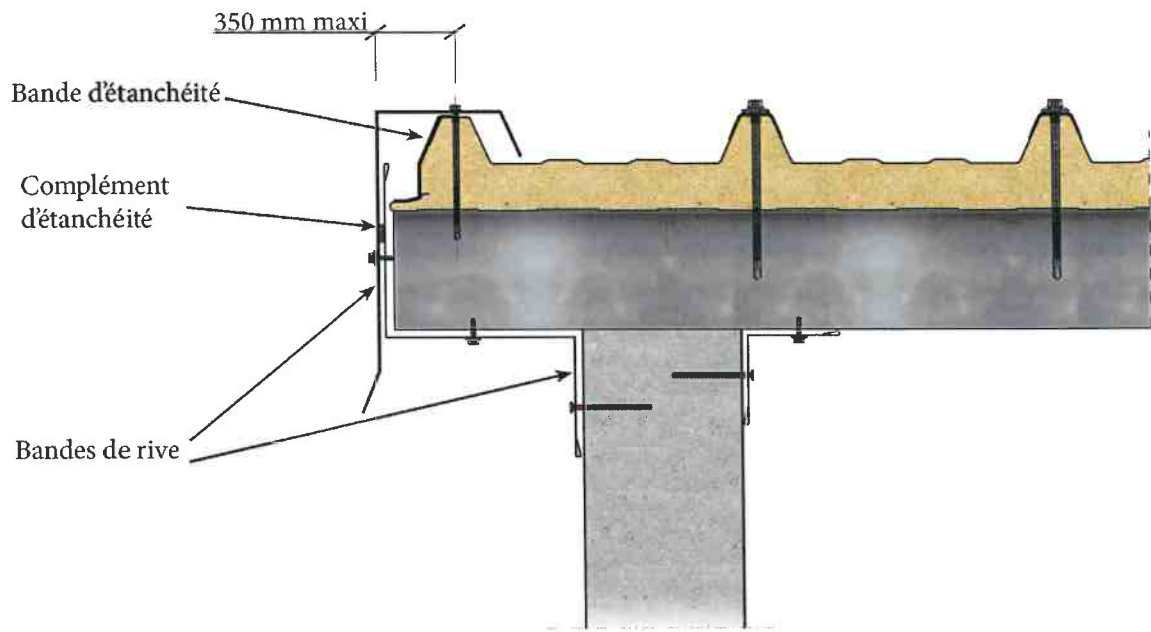


Figure 19 – Faitage en rive

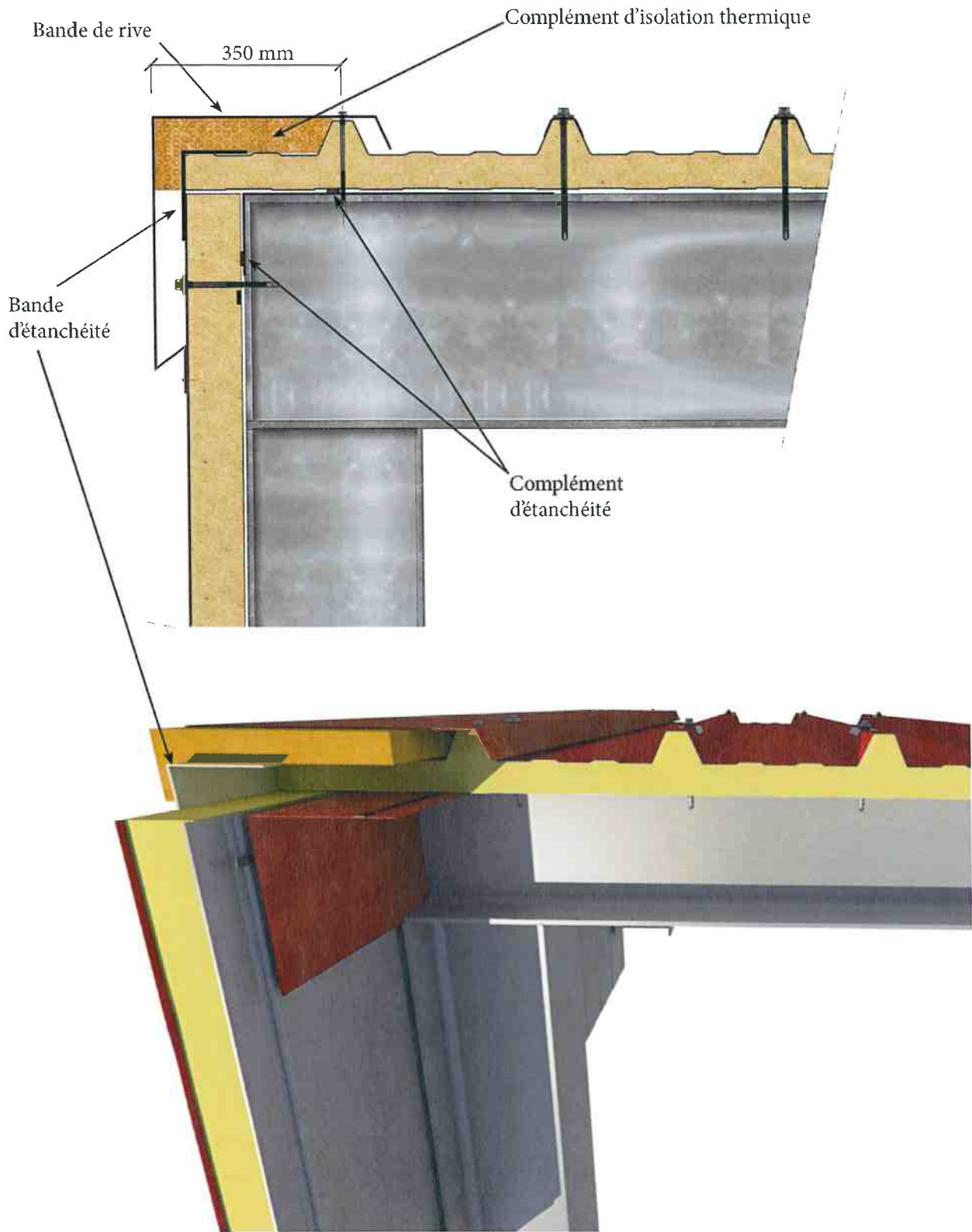
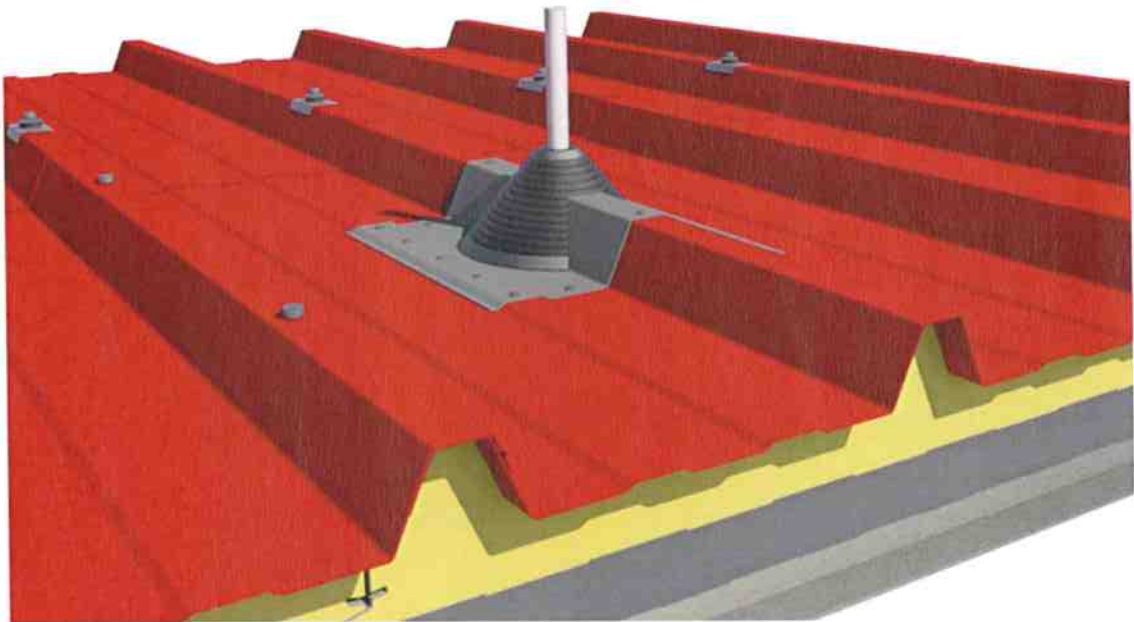
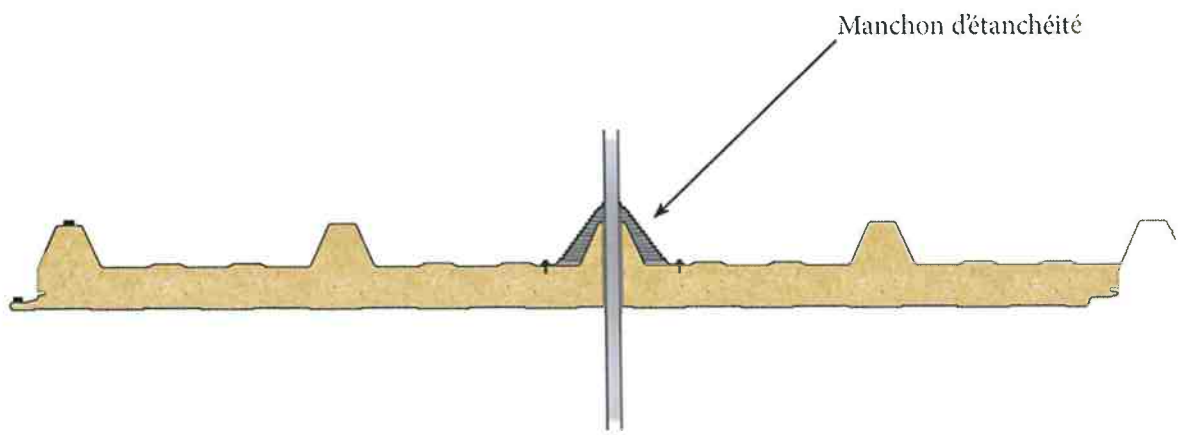


Figure 20 – Rive contre pignon





*Figure 21- Pénétration avec manchon d'étanchéité caoutchouc*

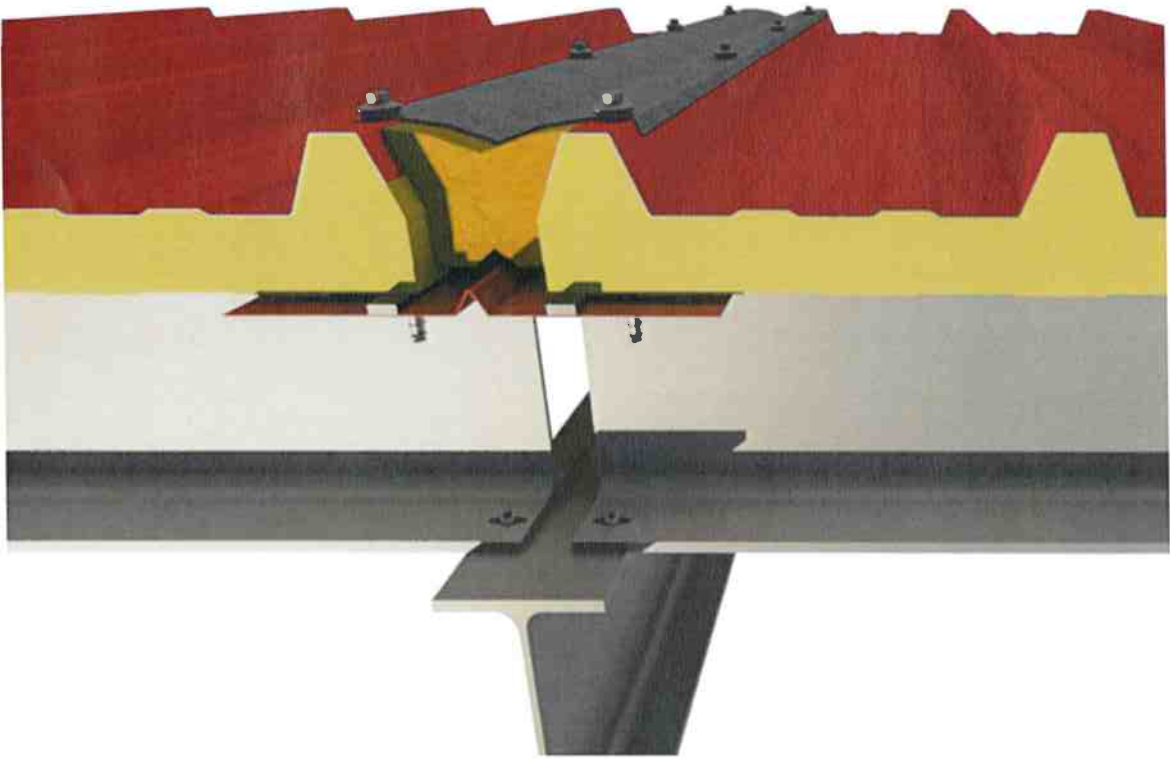
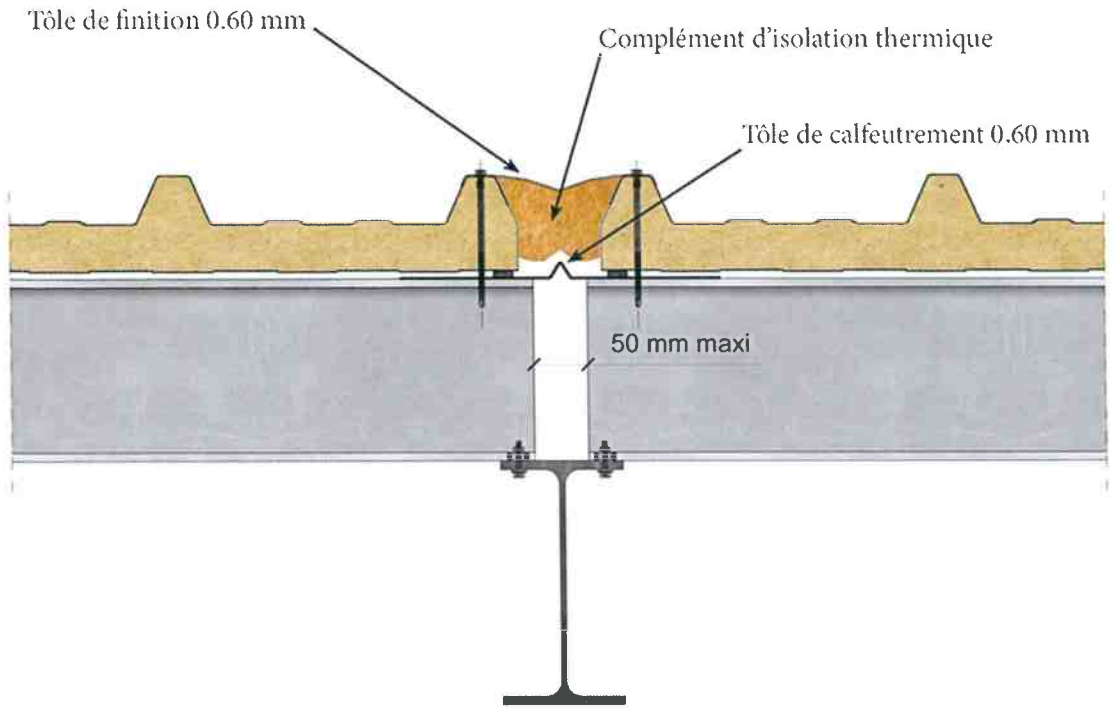


Figure 22- Joint de dilatation (déplacement maxi de 50 mm)

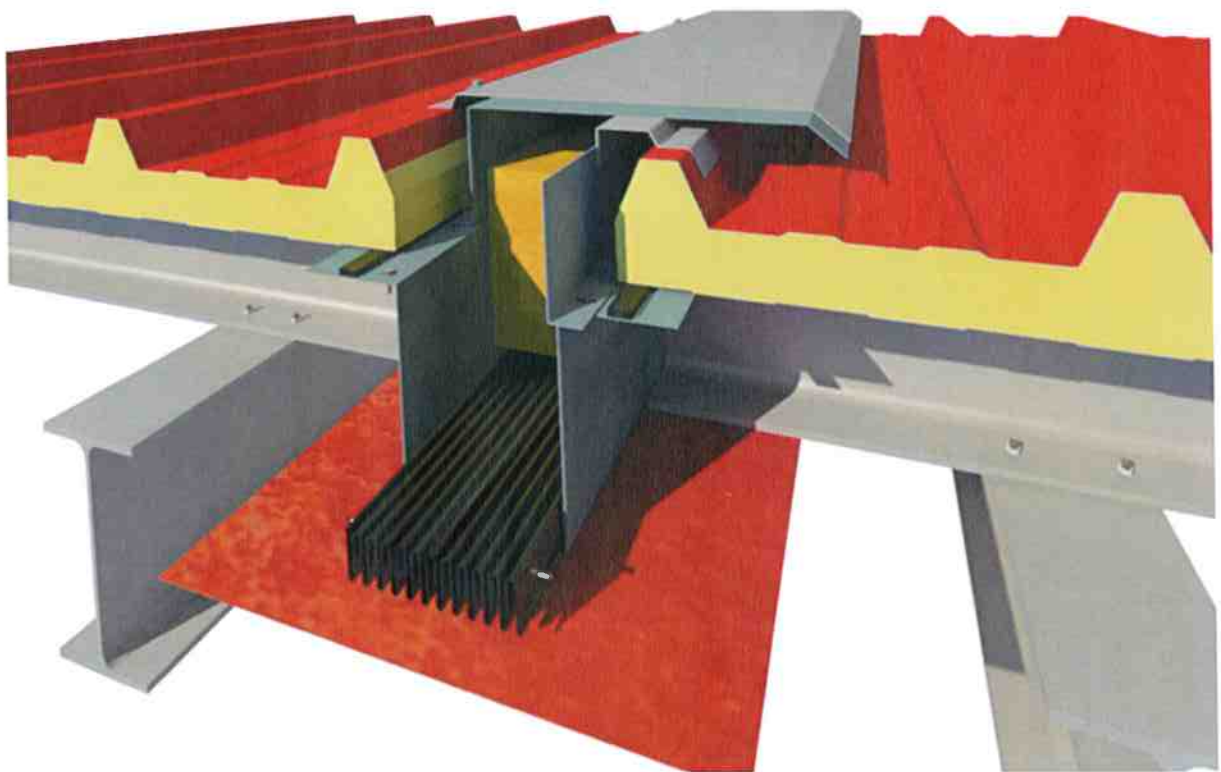
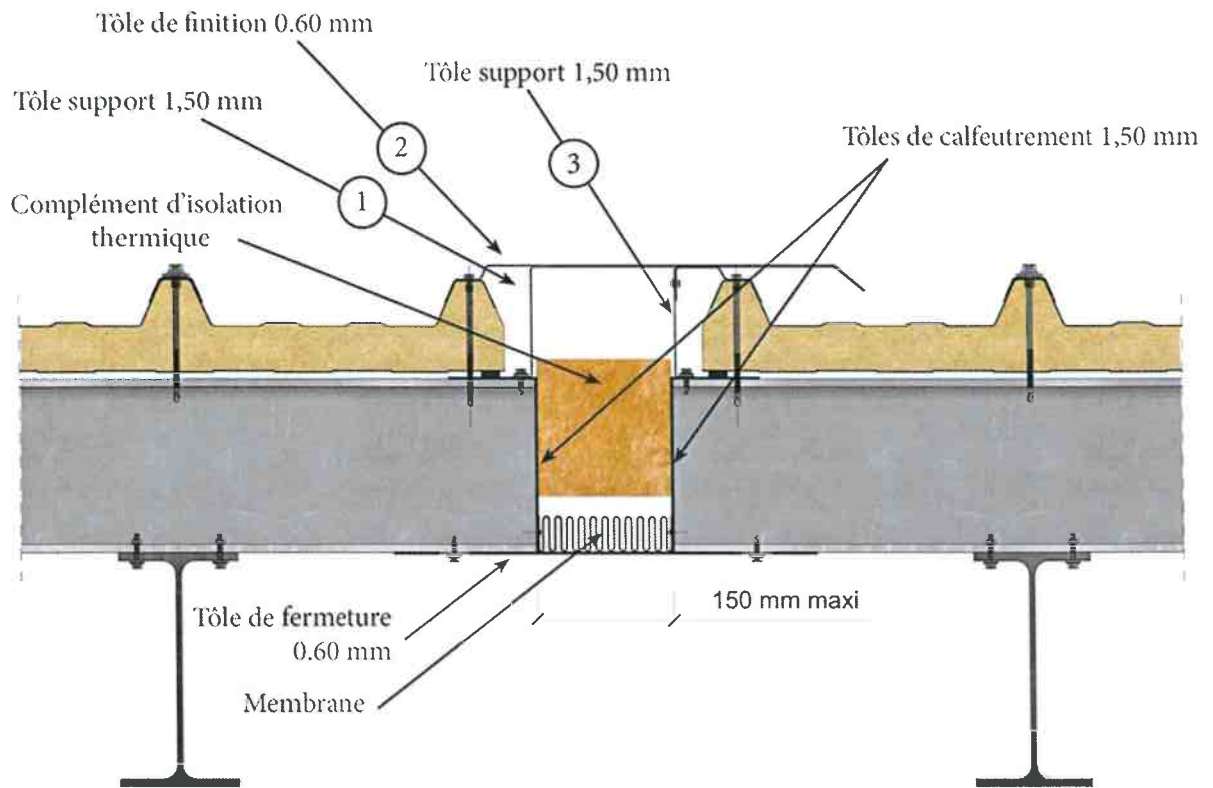


Figure 23 – Joint de dilatation (déplacement maxi de 150 mm)