DTA
DOCUMENT TECHNIQUE D'APPLICATION

# 2.3/24-1840_V1

Valide du **27 mai 2024**

au **30 juin 2027**

Sur le procédé

# ONDAROCK T

**Famille de produit/Procédé :** Panneau sandwich métallique en couverture

**Titulaire(s) : Société Arcelor Mittal Construction**

## AVANT-PROPOS

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

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

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

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

**Groupe Spécialisé n°** 2.3 - Procédés d'enveloppe à base de panneaux sandwich

COMMISSION CHARGÉE DE FORMULER LES AVIS TECHNIQUES

Secrétariat : CSTB, 84 avenue Jean Jaurès, FR-77447 Marne la Vallée Cedex 2
Tél. : 01 64 68 82 82 - email : secretariat.at@cstb.fr

www.ccfat.fr

Les Avis Techniques sont publiés par le Secrétariat des Avis Techniques, assuré par le CSTB ; Les versions authentifiées sont disponibles gratuitement sur le site Internet du CSTB (http://www.cstb.fr)

## Versions du document

| Version | Description | Rapporteur | Président |
|---|---|---|---|
| V1 | Il s'agit d'une nouvelle demande | MOKRANI Youcef | VALEM Frédéric |

**Descripteur :**

Système de couverture en grands éléments isolants du type panneau sandwich à parements en tôle d'acier galvanisée prélaquée, et à âme isolante en laine de roche.

Les panneaux ont les dimensions suivantes :

- Epaisseur standard : 50 à 240 mm,
- Longueur maximale : 13 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.

Le dimensionnement des panneaux sandwich isolants est défini aux paragraphes 2.3.3 et les dispositions relatives vis-à-vis de l'étanchéité sont définies au paragraphe 2.4.3

# Table des matières

1. Avis du Groupe Spécialisé ..... 4
1.1. Domaine d'emploi accepté ..... 4
1.1.1. Zone géographique ..... 4
1.1.2. Ouvrages visés ..... 4
1.2. Appréciation ..... 4
1.2.1. Aptitude à l'emploi du procédé ..... 4
1.2.2. Durabilité - Entretien ..... 5
1.2.3. Impacts environnementaux ..... 5
1.2.4. Données environnementales ..... 5
1.3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé ..... 6
2. Dossier Technique ..... 7
2.1. Mode de commercialisation ..... 7
2.1.1. Mise sur le marché ..... 7
2.1.2. Identification ..... 7
2.1.3. Marquage, Emballage, transport, manutention et stockage ..... 7
2.2. Description ..... 8
2.2.1. Principe ..... 8
2.2.2. Caractéristiques des composants ..... 8
2.2.3. Éléments ..... 10
2.3. Dispositions de conception ..... 13
2.3.1. Généralités ..... 13
2.3.2. Conditions de conception ..... 13
2.3.3. Dimensionnement des panneaux aux états limites ..... 13
2.4. Dispositions de mise en œuvre ..... 14
2.4.1. Conditions de mise en œuvre ..... 14
2.4.2. Conditions générales de pose ..... 14
2.4.3. Dispositions particulières ..... 14
2.4.4. Ouvrages particuliers de couverture ..... 16
2.4.5. Précautions particulières ..... 18
2.5. Maintien en service du procédé ..... 19
2.5.1. Entretien ..... 19
2.5.2. Rénovation ..... 19
2.5.3. Remplacement de panneaux endommagés ..... 19
2.6. Traitement en fin de vie ..... 19
2.7. Assistance technique ..... 19
2.8. Principes de fabrication et de contrôle de cette fabrication ..... 20
2.8.1. Procédé de fabrication ..... 20
2.8.2. Contrôles de fabrication ..... 20
2.9. Mention des justificatifs ..... 20
2.9.1. Résultats expérimentaux ..... 20
2.9.2. Références chantiers ..... 20
2.10. Annexe du Dossier Technique – Tableaux et schémas de mise en œuvre ..... 20

# 1. Avis du Groupe Spécialisé

Le procédé décrit au chapitre 2 « Dossier Technique » ci-après a été examiné le 05 mars 2024 par le Groupe Spécialisé qui a conclu favorablement à son aptitude à l'emploi dans les conditions définies ci-après :

## 1.1. Domaine d'emploi accepté

### 1.1.1. Zone géographique

Cet Avis a été formulé pour les utilisations en France Métropolitaine.

L'emploi de ce procédé pour la couverture des constructions en climat de montagne (altitude > 900 m) n'est pas visé.

### 1.1.2. Ouvrages visés

Le domaine d'emploi visé est celui des couvertures de bâtiments industriels, commerciaux, tertiaires, agricoles, régis par le Code du Travail et recevant du public (ERP), à température positive, dont les conditions de gestion de l'air intérieur permettent de réduire les risques de condensation superficielle (locaux ventilés naturellement à faible et 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»).

Comme pour tous les procédés de cette famille, la hauteur des bâtiments est limitée à 50 mètres et la longueur des rampants est limitée à 40 m.

## 1.2. Appréciation

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

#### 1.2.1.1. 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.

#### 1.2.1.2. Sécurité en cas d'incendie (Cf. § 2.2.3.1.8 et 2.9.1)

Du fait de la nature de son parement extérieur, cette couverture est susceptible d'utilisation sans restriction d'emploi eu égard au feu venant de l'extérieur.

Les panneaux sandwich du procédé Ondarock T font l'objet, suivant la NF EN 13-501-1, d'un classement de réaction au feu en cours de validité mentionnée au paragraphe 2.2.3.1.8.

La sécurité en cas d'incendie est à examiner au cas par cas, en fonction de la destination de l'ouvrage réalisé en tenant compte du classement de réaction au feu des panneaux en cours de validité.

#### 1.2.1.3. 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 ;
- Les arrêtés du 15 septembre 2014 et du 8 septembre 2021 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 Ondarock T peut être mis en œuvre, en respectant les prescriptions du Dossier Technique sur des bâtiments de catégorie d'importance I, II, III et IV[1], situés en zone de sismicité 1 (très faible), 2 (faible), 3 (modérée) et 4 (moyenne), sur des sols de classe A, B, C, D et E.

#### 1.2.1.4. Isolation thermique (cf. tableau 4)

Pour les bâtiments répondant aux exigences de la Réglementation Thermique en vigueur, 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.

[1] 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.

#### 1.2.1.5. 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.

#### 1.2.1.6. Etanchéité 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 50 m.

#### 1.2.1.7. Risque de condensation

Dans les conditions prévues au Dossier Technique qui limitent l'emploi de cette couverture aux locaux à faible ou moyenne hygrométrie ou dont la pression de vapeur est comprise entre Hg 5 mm Hg « 666 Pa » et 10 mm Hg « 1333 Pa », des condensations ne sont à redouter qu'éventuellement au droit des pénétrations et lorsque le bâtiment n'est pas chauffé (t < 12 °C).

Cependant, les condensations sous les plaques d'éclairement simple peau constituent un risque inévitable.

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.

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 (comprise entre 5 mm Hg « 666 Pa » et 10 mm Hg « 1333 Pa ») doit être précisée dans les DPM.

#### 1.2.1.8. Prévention et maitrise des risques d'accident dans le cadre de travaux de mise en œuvre ou d'entretien

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.

Le procédé Ondarock T 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).

#### 1.2.1.9. Fabrication et contrôle

La fabrication des panneaux ONDAROCK T est réalisée en l'usine ArcelorMittal Construction Belgique de Fleurus, conformément au cahier e-CSTB 3501 « Panneaux sandwich isolants à parements métalliques – Conditions générales de conception et fabrication », sur ligne en continu.

La fabrication des panneaux 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 sont conformes à l'annexe D de la norme NF EN 14509.

### 1.2.2. Durabilité - Entretien

#### 1.2.2.1. Durabilité

Ce procédé, 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 à celle des couvertures traditionnelles de référence en plaques métalliques issues de tôles d'acier galvanisées ou galvanisées prélaquées (NF P 34-205-1 (réf DTU 40.35)).

L'emploi du parement extérieur en épaisseur 0,60 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.

#### 1.2.2.2. Entretien

Les dispositions d'entretien du procédé sont décrites au § 2.5.1.

### 1.2.3. Impacts environnementaux

### 1.2.4. Données environnementales[2]

Le procédé Ondarock T fait l'objet d'une Déclaration Environnementale (DE) collective.

Cette DE a été établie en octobre 2022 et a fait l'objet d'une vérification par tierce partie indépendante selon l'arrêté du 31 août 2015 et est déposée sur le site www.inies.fr.

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

[2] Non examiné par le Groupe Spécialisé dans le cadre de cet avis.

#### 1.2.4.1. 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'entrent pas dans le champ du présent avis. Le titulaire du présent avis conserve l'entière responsabilité de ces informations et déclarations.

## 1.3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

Comme tous les procédés de cette famille, l'accrochage d'équipement (lignes de vie, crochet, garde-corps, boîtier, luminaire, ...) sur le panneau sandwich isolant du procédé Ondarock T ou sur l'un de ses parements est exclu. Seule, la fixation des accessoires de finitions définis aux § 1.4.1 du Dossier Technique est possible.

Si des équipements de protection sont prévus, ils devront être ancrés dans la charpente, et le plan d'étanchéité à l'eau reconstitué au droit de la traversée de l'ancrage selon les prescriptions du §1.2.3.2.2 pour le traitement des pénétrations ponctuelles.

# 2. Dossier Technique

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

## 2.1. Mode de commercialisation

Le procédé ONDAROCK T est commercialisé par le titulaire.
Titulaire : ArcelorMittal Construction Belgique
Internet : https://construction-benelux.arcelormittal.com/fr

Distributeur : ArcelorMittal Construction France
Internet : https://construction-france.arcelormittal.com/fr

### 2.1.1. Mise sur le marché

En application du Règlement (UE) n° 305/2011, les panneaux sandwich du procédé ONDAROCK T 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.

### 2.1.2. Identification

Les éléments ONDAROCK T sont caractérisés par la géométrie particulière de leur section transversale, illustrée par la Figure 1 en annexe.
Chaque colis de panneaux est repéré par une fiche d'identification détaillée au chapitre 2.1.3.1 ci-dessous.

### 2.1.3. Marquage, Emballage, transport, manutention et stockage

#### 2.1.3.1. Marquage

Le marquage des colis de panneaux comprend :

- Le marquage CE.
- Le marquage COV.
- Le numéro de commande.
- Le nom client.
- La référence du dossier.
- Le type de panneau, son épaisseur, l'isolant (SpanrockM96), le code pour la colle et types de parements.
- La nuance d'acier et revêtement métallique.
- Les épaisseurs, et revêtements organiques des parements.
- Le nombre, la longueur et la largeur des panneaux.
- La surface totale de panneau.
- Les dimensions et poids du colis.
- Le centre de gravité du colis.

Est également présente sur les colis, une fiche relative aux instructions de manutention et de stockage.

#### 2.1.3.2. Emballage

Les panneaux sont emballés sur ligne de fabrication. L'emballage comprend :

- La pose de blocs de polystyrène distante d'environ 1 m 25 pour surélever les panneaux (80 mm) et ainsi permettre la manutention des colis ;
- Une ou des plaques protectrices (selon longueur du colis) en PP alvéolaire sont mises en place en continu sous le premier panneau ;
- Mise en place de cales de bois en U pour permettre le levage des colis (engins de levage à fourches, élingues), cerclés pour les colis supérieurs à 5 m 00 en empilage « Octopus » ;
- Empilage des panneaux : standard (Panneaux tête-bêche) ou « Octopus » (panneaux dans le même sens prêts à poser) selon demande client ;
- Une ou plusieurs plaques protectrices (selon longueur colis) en PP alvéolaire sont mises en place sur le dernier panneau ;
- Des blocs de cartons sont mis en place pour la protection latérale du colis (Côté opposé à l'étiquetage colis) ;

- Mise en place d'un film plastique de fermeture aux extrémités du colis ;
- Banderolage de la pile de panneaux par un film étirable afin d'assurer une protection à l'eau du colis.

En option, certains emballages peuvent être réalisés et constitués en surplus, de :

- Cerclage et cornières de renforcement latérales pour les colis renforcés ;
- Élingues perdues à usage unique ;
- Blocs alvéolaires en carton entre chaque panneau pour emballage « Octopus ».
- Colisage :
- Hauteur maximale : 1,20 m ;
- Poids maximal : 2500 kg.

#### 2.1.3.3. Transport

Les panneaux et leurs accessoires doivent être transportés dans des conditions qui préservent l'intégrité des caractéristiques (colis calés, soigneusement gerbés et protégés, camions bâchés).

#### 2.1.3.4. Manutention

Le déchargement et la manutention des colis sont réalisés soit par chariot élévateur (écartement et longueur des fourches à adapter aux poids et dimensions des colis, avec porte-à-faux limité à ½ entraxe de fourche), soit par grues équipées de palonnier. Dans ce dernier cas, utiliser des élingues revêtues de matière plastique, et mettre en place des cornières sur l'arête des colis pour éviter toute détérioration. Il sera utilisé un palonnier à traverses adapté à la longueur du colis.

Pour la manipulation des panneaux, compte tenu du poids des éléments et afin de faciliter la manutention, il est conseillé d'utiliser sur chantier des palonniers à ventouses accrochés à une grue ; dans ce cas, il faut faire attention, à retirer le film de protection au moins aux endroits où sont mises en place les ventouses, et à ne pas prendre appui sur les rives emboîtantes.

Le Tableau 14 en annexe donne à titre indicatif, les longueurs maxi pouvant être manutentionnées manuellement :

- La manipulation des panneaux se fera sans manipulation par l'onde recouvrante et, de préférence, à chant.
- Un guide précis existe, il peut être fourni sur simple demande.

#### 2.1.3.5. Stockage

Ne pas superposer plus de 2 colis.

La durée du stockage sur chantier doit être réduite au minimum. La précaution essentielle consiste à éviter que l'eau ne s'introduise, par ruissellement et condensation, entre les panneaux (exemples : bâche, stockage sous abri...).

Les colis doivent être entreposés en position légèrement inclinée, chaque support du colis en contact avec le sol, à l'abri des intempéries et du soleil, avec l'emballage ouvert à ses deux extrémités pour permettre l'aération. Le non-respect de ces consignes peut entraîner l'apparition du phénomène de rouille blanche.

Attention, même stocké, le film polyane doit être retiré au plus tard 2 mois après mise à disposition en usine.

## 2.2. Description

### 2.2.1. Principe

Le procédé ONDAROCK T est un système de couverture métallique isolante constitué de panneaux sandwich de grande longueur. Le panneau est constitué d'un isolant en laine de roche (lamellas) et de parements en tôle d'acier. Le panneau ONDAROCK T a un parement extérieur nervuré, et un parement intérieur faiblement nervuré ou lisse. La liaison entre laine de roche et tôles d'acier est assurée par collage, et l'épaisseur des panneaux est de 50 à 240 mm. (Cf. figures 1 à 3 et § 2.2.3.1.2).

Les autres caractéristiques du système relèvent des techniques courantes de mise en œuvre pour ce type d'ouvrage, tant pour la réalisation de l'assemblage et des fixations que pour la réalisation des ouvrages particuliers (égout, faîtage, rives, pénétrations).

### 2.2.2. Caractéristiques des composants

#### 2.2.2.1. Parements

**Parement extérieur**

Tôle d'acier S320 GD mini, d'épaisseur nominale minimale de 0,60 mm, soit :

- Galvanisée à chaud en continu :
  - Z225 et Z225 ou Z275 avec revêtements organiques ;
- Selon NF EN 10346 et NF EN 10143, prélaqué selon NF P 34-301 et NF EN 10169.
- Revêtues à chaud en continu du revêtement ZMevolution® :
  - ZMevolution® 100 ou 120 ou 140 avec revêtements organiques ;
- Selon ETPM « ZMevolution® » N°ETPM-19/0064, NF EN 10346 et NF EN 10143, prélaquée selon NF P 34-301 et NF EN 10169.

**Parement intérieur**

Tôle d'acier S320 GD mini, d'épaisseur nominale minimale de 0,50 mm, soit :

- Galvanisée à chaud en continu :
- Mini Z100 pour Intérieur (SP) ;
- Z225 mini pour les autres revêtements organiques ;

Selon NF EN 10346 et NF EN 10143, prélaquée selon NF P 34-301 et NF EN 10169.

- Revêtues à chaud en continu du revêtement ZMevolution® :
- Mini ZMevolution® 60 pour Intérieur (SP) ;
- ZMevolution® 100 ou 120 pour les autres revêtements organiques ;
    - Selon ETPM « ZMevolution® » N°ETPM-19/0064, NF EN 10346 et NF EN 10143, prélaquée selon NF P 34-301 et NF EN 10169.

Tôle d'acier inox, d'épaisseur nominale 0,60 mm, nuances 1.4301 ou 1.4404 selon norme NF EN 10088-2 et NF EN ISO 9445-2, en qualité brute uniquement.

Les revêtements organiques possibles (côté intérieur et extérieur, sauf indication) sont donnés ci-après associés aux grammages minimums de revêtements métalliques Z et ZM Évolution. Les coloris sont selon nuancier AMCF Colorissime.

- Intérieur (SP 12µ) (côté intérieur bâtiment uniquement) (Z100 ou ZM Évolution 60) ;
- Hairplus® (SP 25µ) (Z225 ou ZM Évolution 100);
- Hairultra® (SP 35µ) (Z225 ou ZM Évolution 120) ;
- Naturel (SP 35µ) (Z225 ou ZM Évolution 120) ;
- Authentic (SP 35µ) (Z225 ou ZM Évolution 120) ;
- Edyxo® (SP 50µ) (Z225 ou ZM Évolution 120) ;
- Irysa® (SP 50µ) (Z225 ou ZM Évolution 120) ;
- Hairflon® 25 (PVDF 25µ) (Z225 ou ZM Évolution 120) ;
- Hairflon® 35 (PVDF 35µ) (Z225 ou ZM Évolution 120) ;
- Flontec® (PVDF 50µ) (ZM Évolution 120 uniquement) ;
- Pearl (PVDF 50µ) (Z225 ou ZM Évolution 120) ;
- Intense (PVDF 50µ) (Z225 ou ZM Évolution 120) ;
- Keyron® 150 (PVC 150µ) (Z225 ou ZM Évolution 120) ;
- Keyron® 200 (PVC 200µ) (Z225 ou ZM Évolution 120) ;
- R'UNIK® (PUR-PA 45µ) (ZM Évolution 140 uniquement) ;
- Hairexcel® (PUR-PA 60µ) (Z225 ou ZM Évolution 120) ;
- Sinéa® (PUR 85µ) (Z225 ou ZM Évolution 120).

Le choix des revêtements des 2 parements devra tenir compte de l'ambiance intérieure et de l'atmosphère extérieure selon les tableaux 1 et 2 en annexe.

### 2.2.2.2. Isolants

Laine de roche selon NF EN 13162 utilisée en lamelles redressées, d'origine ROCKWOOL. Référence du primitif laine de roche : SPANROCK M96, marquée CE, de certificat n° RWDOPBNL-293-002-02, de masse volumique nominale 103 (± 9) kg/m³, de classe de réaction au feu A1 et de conductivité thermique 0,043W/(m.K) sens lamellas. Les calculs de performances thermiques sont réalisés sur base de la valeur forfaitaire selon les Règles de calcul Th-U de 0,044W/(m.K) sens lamellas.

En complément, est utilisé dans les nervures, des trapèzes de laine PAROC CES 50C ou Rockwool PAN MECA, de masse volumique nominale 90 (-10;+5) kg/m³.

Les caractéristiques des lamellas sont :

- Résistance de traction : 0,03 MPa ;
- Résistance de cisaillement : 0,036 MPa de 50 à 200 mm et 0,026 en 240 mm ;
- Résistance de compression : 0,06 MPa.

La mise en œuvre des lamellas suit une répartition particulière, cette répartition a été transmise au CSTB de façon confidentielle.

### 2.2.2.3. Colle

Les colles utilisées sont des colles bi-composant, de référence interne et grammage surfacique nominal par face :

- Référence C001 : 220 g/m² ± 10 % ;
- Référence C002 : 210 g/m² ± 10 % ;

Les fiches techniques des colles ont été transmises au CSTB de façon confidentielle.

#### 2.2.2.4. Garniture d'étanchéité du panneau

Deux joints sont mis en œuvre sur ligne. Un joint PVC Norseal 2521 (ou un joint ISO-ZELL Fixband) (3 x 8 mm) est posé sous la nervure libre du parement extérieur, et un joint PVC rond de diamètre 4,8 mm de type NORSEAL P3150 est posé dans la boucle profilée du parement intérieur. (Cf. figure 1).

#### 2.2.2.5. Façonnés et couvre-joints

Tôle d'acier d'épaisseur standard 0,75 mm (ou 0,60 mm en inox, uniquement en intérieur) ; toutefois, lorsqu'une continuité d'aspect ou de teinte est recherchée pour une commande donnée, il peut être préférable de prévoir les façonnés dans la même référence que celle de la tôle utilisée pour le parement.

#### 2.2.2.6. Organes de fixation

L'emploi de traitement anticorrosion du dispositif de fixation est effectué, conformément au DTU 40.35 (NF P 34-205-1) pour l'adaptation à l'atmosphère extérieure et à la NF DTU 43.3 P1-2 pour l'adaptation à l'ambiance intérieure.

Les fixations et leurs accessoires doivent avoir des caractéristiques conformes aux dispositions du paragraphe 6.4 et à l'annexe K de la norme NF P 34 205-1 (référence DTU 40-35).

Les conditions de choix des fixations et de leurs accessoires, vis à vis de la tenue au risque de corrosion, doivent respecter les dispositions :

- De l'annexe A de la norme NF P 34-205-1, pour les atmosphères extérieures,
- Du § 5.1.1.4 de la norme NF DTU 43.3 P1-2 pour les ambiances intérieures.

**Pour les panneaux**

Les fixations utilisées sont :

Vis autoperceuse avec filet d'appui sous tête (ou « double filet » selon référence du fabricant), de diamètre 5,5 mm mini pour ossature acier et sur insert acier, et 6,3 mm mini pour ossature bois. Ces vis sont impérativement associées à des cavaliers. (Hors cas particuliers de la fixation commune des panneaux et accessoires (Faitage, rive...), réalisé avec rondelle d'appui et d'étanchéité solidaire de ☐ 19 mm mini).

En termes de performances mécaniques des fixations à utiliser, se référer au § 2.3.3 Dimensionnement des panneaux aux États Limites.

**Pour les façonnés**

Les fixations utilisées sont :

- Vis autoperceuse ou autotaraudeuse de diamètre 4,8 mm mini munie d'une rondelle d'appui avec étanchéité monobloc de diamètre mini 14 mm.
- Rivet inox (corps A2 – tige 10 % Cr) pour intérieur bâtiment.

### 2.2.3. Éléments

#### 2.2.3.1. Panneau ONDAROCK T

Les panneaux sandwich isolants du procédé ONDAROCK T font l'objet d'une déclaration des performances établie par ArcelorMittal Construction Belgique sur la base de la norme NF EN 14509.

##### 2.2.3.1.1. Dimensions du panneau (Cf. figures 1 – 2A et 2B)

Les panneaux sont réalisés en largeur utile de 1000 mm (1077 mm hors tout), et de longueur maximale selon épaisseur :

- 13000 mm de 50 à 150 mm ;
- 12000 mm en 200 mm ;
- 10000 mm en 240 mm.

Les longueurs inférieures à 2500 mm et les coupes biaises, sont obtenues par recoupe des panneaux en reprise hors ligne. (Mini 850 mm) Les épaisseurs commerciales des panneaux sont : 50 - 60 – 80 – 100 – 120 – 150 – 200 et 240 mm.

Les épaisseurs nominales des panneaux sont : 50 - 61 – 83 – 97 – 118 -147– 198 et 238 mm.

##### 2.2.3.1.2. Géométrie des parements (Cf. figures 2A et 2B)

**Parement extérieur :**

Il présente 4 nervures principales équidistantes de 333,3 mm de forme trapézoïdale, de base 72 mm et de hauteur 38,5 mm. Entre ces nervures principales, existent deux raidisseurs de largeur 40 mm et de profondeur 0,6 mm. L'onde emboîtée possède une rupture capillaire, et l'onde emboîtante possède un retour supérieur à 20 mm.

**Parement intérieur :**

En standard, faiblement nervuré, et constitué de nervures de largeur 50 mm au pas de 100 mm, de 0.6 mm de profondeur, ou lisse sur demande.

##### 2.2.3.1.3. Rives longitudinales (Cf. figures 1 – 2A et 2B)

En rives, le panneau ONDAROCK T présente une nervure pleine munie d'une rupture capillaire avec en partie basse, un joint PVC Norseal P 3150 ☐ 4,8 mm dans l'emboitement métal d'un côté, et une nervure libre munie sous le sommet d'onde d'un

joint PVC Norseal ou d'un joint Iso-Zell Fixband 8 x 3 mm de l'autre (nervure libre qui, lors du montage, vient en recouvrement de la nervure pleine du panneau adjacent) ; ainsi, les rives (emboîtée et emboîtante) permettent un emboîtement par superposition, via un pivotement, du type couverture sèche.

Cet emboitement permet :

- d'assurer un contact laine sur laine sur la hauteur du panneau (D), pour la performance thermique (Valeur $\psi$) ;
- d'assurer une étanchéité à l'eau par, la hauteur des ondes, la retombée de l'onde recouvrante, et la rupture capillaire ;
- d'assurer une étanchéité à l'air via les 2 joints mis en œuvre en usine.

#### 2.2.3.1.4. Extrémités (transversales) (Cf. figures 1 – 4A et 4B)

- En extrémité, les panneaux sont à coupes droites d'équerre, obtenue par coupe à la volée en continu sur ligne. Des coupes biaises sont cependant possibles en reprise.
- Quand un raccord bout à bout est prévu entre deux éléments successifs (recouvrement transversal), un débord du parement supérieur de 150, 200, 250 ou 300 mm est possible. La partie découpée du panneau (laine de roche + parement interne) est à enlever sur site pour les panneaux de longueurs 1800 à 2500 mm.
- Un débord du parement supérieur de 80 et 100 mm est également possible, notamment pour les panneaux utilisés en bas de pente.
- Lors de la spécification d'une commande, il est indispensable de préciser s'il s'agit de panneaux à recouvrement du type « droit » ou du type « gauche » (Cf. figures 4A et 4B).

#### 2.2.3.1.5. Poids surfacique

Le Tableau 3 en annexe fournit les valeurs du poids surfacique nominal en daN/m².

#### 2.2.3.1.6. Tolérances

Les tolérances sont conformes à l'annexe D de la norme NF EN 14509.

#### 2.2.3.1.7. Performances thermiques

Le coefficient de transmission thermique Up doit être calculé selon les Règles Th-U, fascicule parois opaques, d'après la formule suivante :

$$Up = Uc + \frac{yj\ x\ Lp + n\ x\ c}{A}$$

Où :

- Uc est le coefficient de transmission thermique en partie courante du panneau.
- $\Psi$j est le coefficient de déperdition linéique d'emboitement entre panneaux.
- Lp est la longueur emboîtée entre panneau.
- n est le nombre de fixations de la paroi.
- $\chi$ est le coefficient de déperdition ponctuel pour une fixation. Cette valeur est forfaitairement prise égale à 0,01 W/K.
- A est l'aire de la paroi.

Le coefficient de transmission thermique en partie courante Uc et le coefficient de déperdition linéique $\psi$, en fonction de l'épaisseur, sont donnés dans le Tableau 4 ci-dessous pour un lambda forfaitaire de 0,044 W/m.K.

| Epaisseur (mm) | Uc (W/m².K) | $\psi$ ((W/m.K) |
|---|---|---|
| 50 (50) | 0,777 | 0,006 |
| 60 (61) | 0,651 | 0,004 |
| 80 (83) | 0,491 | 0,002 |
| 100 (97) | 0,425 | 0,002 |
| 120 (118) | 0,353 | 0.001 |
| 150 (147) | 0,286 | 0.001 |
| 200 (198) | 0,215 | Négligeable |
| 240 (238) | 0,180 | Négligeable |

*2.2.3.1.7.1. Tableau 4 – Coefficients thermiques (λ = 0,044 W/m.K)*

#### 2.2.3.1.8. Réaction au feu

Le classement de Réaction au Feu des panneaux sandwich ONDAROCK T mentionné au paragraphe 1.2.1.2 est valable pour des revêtements organiques côté intérieur, d'un PCS inférieur ou égal à 4 MJ/m², ce qui exclut le revêtement Keyron® 150.

#### 2.2.3.1.9. Feu extérieur de toiture

Les panneaux sandwich du procédé ONDAROCK T font l'objet, suivant la parution au journal officiel de l'Union Européenne de la décision du 04 septembre 2006, d'un classement $B_{ROOF}$ (t3).

### 2.2.3.2. Caractéristiques des accessoires

#### 2.2.3.2.1. Façonnés linéaires en tôle pliée (fournis sur demande)

Ces éléments en tôle d'acier revêtue ou inoxydable, permettent de résoudre les différents points particuliers couramment rencontrés en couverture industrielle.

Ils sont réalisés en tôle d'acier d'épaisseur 0,75 mm (0,60 mm en acier inoxydable), conformes aux définitions des matériaux donnés au § 2.2.2.1.

Toutefois, lorsqu'une continuité d'aspect ou de teinte est nécessaire, pour une commande donnée, il peut être préférable de prévoir des accessoires dans la même référence que celle de la tôle utilisée pour le parement extérieur.

Les accessoires courants comprennent les éléments suivants (Cf. renvois des figures de détail du § 2.4.4) :

- Faîtage simple ;
- Faîtage double ;
- Faîtage à boudin ;
- Faîtage en solin ;
- Sous-faitière double ;
- Rive de pignon ;
- Rive en solin ;
- Solin ;
- Closoir ;
- Égout avec ou sans gouttière ;
- Calfeutrement...

#### 2.2.3.2.2. Accessoires ponctuels (fournis sur demande)

Ces accessoires sont autorisés uniquement pour des pentes supérieures ou égales à 7 %.

Un chevêtre doit être prévu autour des pénétrations ayant des dimensions (largeur ou longueur) supérieures à 300 mm. Les recouvrements transversaux de ces éléments ont la même valeur que pour les panneaux courants.

Les pénétrations discontinues réalisées en atelier sur les panneaux ONDAROCK T sont décrites aux paragraphes suivants :

##### *2.2.3.2.2.1. Ouverture pour costières (Cf. figure 16)*

Composé d'un cadre extérieur et d'un cadre intérieur en acier galvanisé, assemblés et post laqué selon NF P 24-351 avec adaptation des revêtements aux ambiances intérieures et atmosphères extérieures, sur un panneau ONDAROCK T en usine.

L'étanchéité est assurée par une soudure à l'étain.

##### *2.2.3.2.2.2. Pénétration ou passage de tuyaux (Cf. figures 13 et 14).*

Assemblage en atelier : utilisation de plaque à douille sur panneau ONDAROCK T ; la fixation mécanique est assurée par rivetage et l'étanchéité par un cordon de soudure à l'étain, réalisée en atelier au niveau de toutes les jointures.

Assemblage sur chantier : utilisation d'un manchon d'étanchéité en caoutchouc EPDM ou Silicone sur une embase carrée ou ronde en aluminium déformable, permettant son adaptation sur les nervures du panneau ; la fixation mécanique est assurée par vis avec rondelle d'appui et d'étanchéité. Ce montage nécessite le respect des dispositions prévues au chapitre 6.2.2.6.2 de la NF P 34-205-1 (DTU 40.35). La mise en œuvre doit éviter pose

##### *2.2.3.2.2.3. Châssis ouvrant*

La réalisation en atelier est identique au § 2.2.3.2.2.1. (Cf. figure 17).

##### *2.2.3.2.2.4. Plaque d'aération*

La réalisation en atelier est identique au § 2.2.3.2.2.1. (Cf. figure 15).

#### 2.2.3.2.3. Autres accessoires

Les compléments d'étanchéité utilisés sont :

- Ceux définis dans la norme NF P 30-305 aux recouvrements transversaux (extérieur si besoin) ;
- Joints en mousse souple imprégnée ou non ;
- Mastic silicone bénéficiant d'un label SNJF façade classe 25E ;
- Contre-closoir en mousse de polyéthylène ;
- Complément d'isolation par laine minérale.

## 2.3. Dispositions de conception

### 2.3.1. Généralités

La détermination de la portée des panneaux est réalisée selon le principe des états-limites avec pour référentiels :

- L'Eurocode vent NF EN 1991-1-4, son annexe nationale et amendements ;
- L'Eurocode neige NF EN 1991-1-3, son annexe nationale, et amendement ;

avec des charges ELS.

Pour la vérification des 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 1,5 mm et inférieure à 3 mm. Le porte à faux est limité au minimum du :
- Dixième de la portée autorisée dans le tableau de charges ;
- Et de 500 mm.

### 2.3.2. Conditions de conception

L'ossature du bâtiment doit être calculée conformément aux Eurocodes sans tenir compte de la résistance propre des panneaux.

La structure porteuse des bâtiments peut être :

- En acier, conformément aux normes NF EN 1993-1-1, NF EN 1993-1-1/NA et NF EN 1993-1-3. Dans ce cas, les valeurs limites maximales à prendre en compte pour les flèches verticales sont celles de la ligne « Toiture en général » du tableau 1 de la clause 7.2.1 (1) B de la NF EN 1993-1-1/NA. Les classes de tolérances fonctionnelles de montage doivent être de classe 1 ou 2 selon la norme NF EN 1090-2.
- en bois, conformément aux normes NF EN 1995-1-1 et NF EN 1995-1-1/NA. Dans ce cas, et pour les pannes supportant l'ossature des panneaux de plafond, 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 de tolérances fonctionnelles de montage doivent être conformes à la NF DTU 31-1.
- en béton avec insert métallique de 60 mm minimum de largeur par panneau et 3 mm minimum d'épaisseur, conformément aux normes NF EN 1992-1-1 et NF EN 1992-1-1/NA. Les classes de tolérances fonctionnelles de montage doivent être de classe 1 selon la NF EN 13670.

### 2.3.3. Dimensionnement des panneaux aux états limites

Les portées maximales sous charges descendantes (Tableau 7) et ascendantes (Tableaux 8 et 9) sont indiquées en annexe pour des charges uniformément réparties. La méthode de vérification utilisée est la « Méthode alternative par essais» objet de l'annexe A du e-cahier CSTB n° 3731.

Elles sont établies à partir des critères, définis par le cahier CSTB n° 3731 avec une valeur de résistance caractéristique à l'arrachement $Pk/\gamma_m$ de 375 daN par point de fixation.

Les charges réparties à considérer sont les charges climatiques de neige et/ou de vent définies par référence aux Eurocodes neige et vent. Pour la neige, on doit se référer à l'Eurocode neige NF EN 1991-1-3, son annexe nationale NF EN 1991-1-3/NA et leurs amendements.

On peut considérer par une approche simplifiée que la notion de charge exceptionnelle est implicitement vérifiée lorsque la charge ELS de neige « S » est supérieure ou égale à :

- 70 daN/m² pour les zones A2 et B1,
- 90 daN/m² pour les zones B2 et C2,
- 120 daN/m² pour la zone D.

Pour le vent, on doit se référer :

- Soit à l'Eurocode vent NF EN 1991-1-4, son annexe nationale NF EN 1991-1-4/NA et leurs amendements, en prenant comme hypothèses imposées :
- $C_{prob}$ = 1 (Période de retour de 50 ans) ;
- $C_{season}$ = 1 (Coefficient de saison) ;
- $C_{pe,10}$ (coefficient de pression pour une surface A chargée de 10 m²). Les zones de la toiture à prendre en compte sont :
- Pour les panneaux : zone H ;
- Pour les fixations : zone G.
- Soit au cahier CSTB 3732 pour la détermination simplifiée des charges de vent. Seules les charges ELS sont retenues pour la vérification des panneaux.

Dans le cas où la fixation utilisée possède une valeur $Pk/\gamma_m$ inférieure à 375 daN, la charge de vent maximale ELS des panneaux doit être calculée selon la formule suivante :

$$We = \frac{\left[\frac{n\ x\ (Pk/\gamma m)}{\chi\ x\ L} + g\right]}{1{,}50}$$

Avec :

- We : charge de dépression aérodynamique ELS en daN/m² (en fonction du référentiel utilisé défini ci-avant) ;
- n : nombre de fixation par panneau et par appui ;
- Pk : résistance caractéristique à l'arrachement en daN (selon NF P 30-310) ;
- $\gamma_m$ : coefficient de matériau (voir § 2.3.1) ;
- $\chi$ : coefficient de continuité, avec 0,5 en 2 appuis panneau isolé, avec 1 en 2 appuis avec jonction transversale et avec 1,25 en 3 appuis ;
- L : portée du projet en m ;
- g : poids propre du panneau en daN/m².

## 2.4. Dispositions de mise en œuvre

### 2.4.1. Conditions de mise en œuvre

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

### 2.4.2. Conditions générales de pose

Les panneaux ONDAROCK T sont mis en œuvre à l'avancement, avec leurs nervures parallèles à la ligne de plus grande pente. La nervure libre de l'élément à poser venant recouvrir la nervure pleine du dernier élément posé.

Le sens de progression du montage des panneaux est choisi de façon contraire à celui des vents de pluie dominants. Cette condition implique l'emploi de panneaux type « gauche » ou type « droit » (Cf. figures 4A et 4B).

Afin de faciliter l'emboîtement des panneaux, il est impératif d'incliner l'élément à poser suivant le principe de pose illustré à la Figure 1.

La longueur maximale de rampant est limitée à 40 mètres.

Des garnitures d'étanchéité sont mises en œuvre sur appui pour l'étanchéité à l'air.

### 2.4.3. Dispositions particulières

#### 2.4.3.1. Dispositions relatives à l'ossature

##### 2.4.3.1.1. Pentes minimales

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

Les valeurs minimales des pentes sont définies dans le Tableau 5 en annexe.

##### 2.4.3.1.2. Largeur minimale des appuis

Les panneaux ONDAROCK T peuvent être posés sur des appuis en bois, métal ou béton avec insert acier (Cf. figure 5 en annexe), dont les largeurs minimales sont définies dans le tableau 6 en annexe.

La pose des panneaux doit par ailleurs respecter :

- Une pince de 20 mm mini entre le bord transversal du panneau et l'axe de la fixation ;
- Une pince de 15 mm mini entre l'axe de la fixation et le bord de l'appui (4d pour le bois avec d= diamètre de la fixation utilisée).

#### 2.4.3.2. Jonctions transversales et longitudinales

##### 2.4.3.2.1. Jonction entre panneaux aux emboîtements longitudinaux (Cf. figures 18A à 18E)

En fonction des conditions hygrothermiques intérieures des locaux, les jonctions entre panneaux aux emboîtements devront être traitées avec des compléments d'étanchéité (en complément des garnitures d'étanchéité présentes sur le panneau) tels qu'indiqués dans le Tableau 10 ci-après.

| Caractéristiques hygrométriques du local | | Face intérieure local | Face extérieure local |
|---|---|---|---|
| **Locaux avec renouvellement d'air et humidité non fixée** | Faible et moyenne hygrométrie | - | - |
| **Locaux avec température et humidité fixées et régulées** | De 5 mm Hg à 10 mm Hg | - | Joint silicone ou polyuréthane |

**Tableau 10 – Choix des garnitures d'étanchéité pour les jonctions entre panneaux, emboîtements longitudinaux**

#### 2.4.3.2.2. Jonction entre panneaux aux recouvrements transversaux (Cf. figures 5 et 18A à 18E)

En fonction des conditions hygrothermiques intérieures des locaux, les jonctions entre panneaux aux recouvrements transversaux et les ouvrages particuliers de couverture devront être traitées avec des compléments d'étanchéité tels qu'indiqués dans le Tableau 11 ci-après.

Ces compléments d'étanchéité sont à mettre in situ lors de la pose.

| Caractéristiques hygrométriques du local | | Face intérieure local | Face extérieure local |
|---|---|---|---|
| **Locaux avec renouvellement d'air et humidité non fixée** | Faible et moyenne hygrométrie | Joint mousse | - |
| **Locaux avec température et humidité fixées et régulées** | De 5 mm Hg à 10 mm Hg | Joint mousse ou silicone ou polyuréthane | Joint silicone ou polyuréthane |

**Tableau 11 – Choix des garnitures d'étanchéité aux jonctions entre panneaux aux recouvrements transversaux et pour les ouvrages particuliers de couverture**

### 2.4.3.3. Assemblage et fixation

#### 2.4.3.3.1. Recouvrement transversal (Cf. figures 4A – 4B et 5)

La longueur des recouvrements transversaux entre panneaux est fonction de la pente de la toiture, et de la zone climatique (Voir tableau 12 ci-après).

La présence de complément d'étanchéité au niveau du recouvrement extérieur permet de réduire dans certains cas la longueur de ce dernier à 150 ou 200 mm.

Ces compléments d'étanchéité (CE) sont mis en œuvre en tenant compte de :

- La conformité de ceux-ci à la NF P 30-305. (Rappel section de 12 ±1 x 3 mm) ;
- La pente minimale et de la situation climatique (Voir tableau 5 en annexe) ;
- La longueur du recouvrement (Voir tableau 12 ci-après) ;
- La caractéristique hygrothermique du bâtiment (Voir tableau 11 ci-avant).

| Pente p en % | Zones climatiques (1) | |
|---|---|---|
| | Zone I et zone II | Zone III |
| **7 ≤ p < 10** | 300 mm ou 150 mm + CE ou 200 mm + CE | 150 mm + CE ou 200 mm + CE |
| **10 ≤ p < 15** | 200 mm ou 150 mm + CE | 300 mm ou 150 mm + CE ou 200 mm + CE |
| **p ≥ 15** | 150 mm | 200 mm ou 150 mm + CE |
| (1) Les zones considérées sont définies par l'Annexe E de la NF P 34-205-1 (référence DTU 40.35.) | | |

**Tableau 12 – Recouvrement transversal (mm) avec ou sans complément d'étanchéité (suivant NF P 34-205-1 référence DTU 40.35.)**

#### 2.4.3.3.2. Fixation des panneaux à l'ossature

Les fixations sont placées en sommet des nervures principales, associées impérativement à des cavaliers. (Hors cas particuliers de la fixation commune des panneaux et accessoires (Faitage, rive...), réalisé avec rondelle d'appui et d'étanchéité solidaire de □ 19 mm mini).

- Fixation complète (1/1) :

On dispose une fixation par panne et par nervure.

- Fixation réduite (2/3) :

Si les efforts dus aux charges ascendantes le permettent, il est possible de limiter la répartition sur appui intermédiaire. Cette fixation réduite ne peut s'appliquer à :

- Chaque panne faisant l'objet d'un recouvrement transversal ;
- L'avant-dernière et la dernière panne avant l'égout ;

- La dernière panne avant faitage ;
- L'avant-dernière et la dernière panne avant un faîtage simple couronnant une façade ;
- Chaque panne pour les panneaux couronnant un mur pignon sur une largeur de 2 m 00.

Tout en respectant les dispositions prévues par les tableaux 8 et 9 en annexe.

Les charges à prendre en compte pour les fixations sont définies au § 2.3.3.

La nervure non fixée est toujours une des deux nervures axiales en alternance si le panneau est fixé sur plus de 3 appuis.

#### 2.4.3.3.3. Fixation de couture

Afin d'assurer une étanchéité correcte, il est nécessaire d'utiliser des fixations de couture, qui solidarisent les plaques de parement extérieur entre elles au niveau des recouvrements longitudinaux.

La répartition et la densité sont indiquées au Tableau 13 en annexe.

### 2.4.4. Ouvrages particuliers de couverture

#### 2.4.4.1. Dispositions générales

Les dispositions de la NF P 34-205-1 (référence DTU 40.35) s'appliquent en tenant compte des spécificités des panneaux sandwich. La conception des détails d'exécution présentés et illustrés aux § suivants est fondé sur le principe de l'obtention de performances concernant la continuité de l'isolation thermique, de l'étanchéité à l'eau et de l'étanchéité à l'air, supérieures à celles envisagées dans le DTU, mais ne constituent que des exemples à adapter à chaque chantier.

Aux liaisons entre la couverture et les autres ouvrages, lorsque le parement inférieur est en contact avec l'extérieur, il peut exister, en fonction de l'hygrométrie intérieure des locaux, un risque de condensations passagères du fait du pont thermique ainsi créé. Il sera créé, soit un calorifugeage complémentaire, soit une discontinuité dans le parement par réalisation d'un trait de scie (Cf. figure 11). Dans le cas de la réalisation d'une coupure du parement, il est conseillé d'appliquer un vernis Beckrypair.

#### 2.4.4.2. Égout

Les panneaux présentent une tranche avec un débord du parement supérieur d'au moins 80 mm. Dans le cas d'un débord libre sans chéneau, le débord du parement supérieur est de 100 mm mini.

La pose d'une bande d'égout sur la panne est nécessaire pour assurer l'étanchéité sur le bord du chéneau.

Elle possède une retombée de 50 mm dans celui-ci (dans le cas d'un chéneau posé sur un berceau). Un joint mousse de 20 x 10 mm est posé entre la bande d'égout et le panneau.

Dans tous les cas, la rive transversale doit être protégée par un closoir.

a) Chéneaux

La conception, le dimensionnement et la mise en œuvre des chéneaux proprement dits ne relèvent pas du présent DTA. Les prescriptions énoncées ci-dessous doivent être considérées à titre de suggestions.

- Gouttières pendantes (Cf. figure 6)

Elles ne sont en aucun cas fixées sur le panneau de couverture.

- Chéneaux isolés (Cf. figure 7).

La solution de chéneaux isolés en sous face, posés en libre dilatation sur des berceaux solidaires de la charpente est à préférer pour une isolation homogène de la toiture.

Pour permettre un entretien des chéneaux, la largeur libre est supérieure ou égale à 80 mm.

b) Débord libre sans chéneaux (Cf. figure 8)

- Pose d'un calfeutrement intérieur sur la panne sablière avec alignement au nu intérieur du bardage ;
- Pose de joint mousse 20 x 10 mm côté couverture ;
- Pose de joint mousse 20 x 10 mm côté bardage en attente de pose du bardage ;
- Mise en œuvre d'un complément d'isolation ;
- Pose d'un closoir cranté ;
- Pose d'un calfeutrement extérieur fixé sur le bardage et sous le parement intérieur après interposition d'un joint mousse 20 x 10 mm.

#### 2.4.4.3. Faîtage

- A minima, pour des pentes ≥ 5 % et < 7 %, un bord relevé du parement supérieur et un contre closoir doivent être mis en œuvre, et pour des pentes ≥ 7 % et < 10 %, seul le bord relevé du parement supérieur doit être mis en œuvre.
- Le faitage doit recouvrir l'onde supérieure des panneaux sur une distance minimale de 120 mm.

a) Faîtage double (Cf. figure 9)

- Pose d'une sous-faîtière sur les pannes faîtières ;
- Pose de joint mousse 20 x 10 mm côté du faîtage ;
- Pose des panneaux ;
- Mise en œuvre d'un complément d'isolation entre panneaux ;

- Pose d'un contre closoir sur chaque panneau (sauf dans le cas d'une faitière cintrée ou il sera remplacé par un CE pour des pentes inférieures à 10%) ;
- Pose de la faîtière constituée de faîtière double pente à bords découpés ou de faîtière double pente cintrée ou de deux demi-faîtières à bord découpé, articulées à boudin (cette dernière solution étant la plus pratique car elle n'impose pas un alignement rigoureux des nervures de chaque côté du versant).

b) Faîtage en solin (Cf. figure 10)

- Pose d'un calfeutrement intérieur sur la panne faîtière ;
- Pose de joint mousse 20 x 10 mm ;
- Pose des panneaux ;
- Mise en œuvre d'un complément d'isolation ;
- Pose de la faîtière à solin à bord découpé.

c) Bandeau de faîtage (Cf. figure 11)

- Pose d'un calfeutrement sur la panne faîtière avec alignement au nu intérieur du bardage.
- Pose de joint mousse 20 x 10 mm côté couverture et d'un joint mousse 20 x 10 mm (ou de section supérieure) côté bardage en attente de la pose du bardage.
- Le complément d'isolation, la pose des contre-closoir et la pose du bandeau de faîtage, devront être effectués après la pose du bardage pour obtenir une continuité de l'isolation et une étanchéité à l'eau optimale.

d) Faîtage contre costière de lanterneau

Se traite comme un faîtage en solin avec isolation des costières par panneaux rigides en laine minérale, découpés, fixés ou collés sur la costière.

e) Fixation et jonction des faîtières

La fixation des faîtières au panneau est réalisée à chaque nervure. Soit avec les fixations du panneau sur appui (rondelle d'appui et d'étanchéité monobloc de diamètre mini 19 mm), soit de vis de couture avec rondelle monobloc d'appui et d'étanchéité de diamètre mini 14 mm.

Le recouvrement des faitières en bout à bout est de 100 mm mini. On applique deux cordons de mastic avec un couturage au milieu.

### 2.4.4.4. Rives

Le recouvrement maximal de la rive sur le panneau est de 350 mm.

Le recouvrement transversal entre rives est de 100 mm. Un complément d'étanchéité CE est à mettre en œuvre au niveau de ces recouvrements pour des pentes inférieures à 10%.

a) Rives contre acrotère

- Pose d'un calfeutrement intérieur avec alignement au nu intérieur du bardage.
- Pose d'un joint mousse 20 x 10 mm côté couverture et 20 x 10 mm (ou section supérieure) côté bardage en attente de la pose du bardage.
- Le complément d'isolation par mousse ou bourrage en laine minérale sera réalisé après la pose du bardage.
- La bande de rive sera fixée sur la nervure du panneau, elle possède un relevé de 100 mm minimum appuyé sur une ossature de charpente.

b) Rives contre pignon

On procédera comme pour une rive contre acrotère. Le complément d'isolation et la pose de la pièce de rive devront être effectués après la pose du bardage.

c) Rives contre costière

Se traite comme une rive contre acrotère, avec isolation des costières par panneaux rigides en laine minérales découpée, fixés ou collés sur la costière.

On veillera particulièrement à la jonction des angles de la rive contre costière et du faîtage contre costière.

d) Fixation et jonction des bandes de rive.

La fixation des bandes de rive au panneau est réalisée sur les nervures du panneau avec des fixations espacées longitudinalement de 1 m au plus. Ces fixations sont les fixations du panneau aux appuis (avec rondelle monobloc d'appui et d'étanchéité de diamètre mini 19 mm) et ou des vis de couture avec rondelle monobloc d'appui et d'étanchéité de diamètre mini 14 mm.

### 2.4.4.5. Pénétrations

a) Solution par accessoire décrit au § 2.2.3.2.2.2 de type PIPECO (Cf. figure 13), voir NF P 34-205-1 et préconisations complémentaires éventuelles du fabricant.

b) Solution par plaques accessoires (costière, châssis de toit) réalisées en usine par AMCF décrites § 2.2.3.2.2 (Cf. figures 14, 15, 16 et 17) et suivant le processus :

- Assemblage de la costière épaisseur 1,5 mm par soudure semi-automatique.
- Découpe de l'ouverture nécessaire dans le panneau.
- Pose de la costière sur le panneau, fixation mécanique par rivets étanches.
- Pose des cabochons obturateurs d'onde, fixation mécanique par rivets étanches.
- Étanchéité extérieure.
- Pose du cadre inférieur épaisseur 1,5 mm cachant la tranche des panneaux, ce dernier renforce en pied la costière et, est fixé mécaniquement par des rivets étanches.

- Reprise selon NF P 24-351, avec une peinture riche en zinc, et un laquage de finition de même qualité que celui mis en œuvre en continu sur nos sites de laquage.

Lorsque la mise en œuvre de ce type de plaque accessoire concerne plus d'un panneau, la fabrication est similaire, à ceci près que les panneaux sont couturés entre eux tous les 200 mm maxi, tant en sommet d'onde qu'au niveau de l'emboîtement en sous face du panneau. En fonction des dimensions des panneaux et du centrage de la plaque accessoire, des montants en bois maintenant les panneaux sont mis en place à l'emballage pour faciliter la mise en œuvre de l'ensemble lors de la manipulation sur chantier. Le sens des vents de pluie dominants doit être précisé à la commande.

c) Pénétration réalisée sur chantier

- L'ossature comportera un chevêtre pour appui des tranches de panneaux (pour section supérieure à 400 x 400 mm).
- La trémie est découpée à la scie sauteuse avec découpe des nervures en amont pour le passage de la besace.
- Pose de la plaque châssis par-dessus le panneau.
- Les recouvrements seront de 200 mm mini avec complément d'étanchéité et avec une fixation par nervure.
- L'étanchéité autour d'un passage de toiture pourra également être réalisée au moyen d'une embase polyester adaptée au profil du panneau (du type embase de coupole).

Une étude de calepinage doit être faite, à l'instigation du maître d'ouvrage ou de son représentant, et soumise à la société ArcelorMittal Construction France 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 relèvent 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.

#### 2.4.4.6. Joint de dilatation

Lorsqu'un joint de dilatation existe au niveau structurel, ce joint de dilatation doit être respecté par l'enveloppe. On peut trouver en figure 19 deux exemples de traitement, l'un pour une possibilité de déplacement faible, et un autre pour des déplacements plus importants.

Les dispositions relatives aux recouvrements transversaux des pièces de finition ainsi que la nécessité de compléments d'étanchéité à l'eau sont identiques à celle des panneaux ONDAROCK T. Par contre, la fixation de l'accessoire extérieur de la première figure (avec côte X de 50 mm), en sommet d'onde du panneau, doit se faire avec un entraxe de 500 mm maxi.

Pour le second exemple (côte Y de 150 mm), la pièce de finition extérieure est fixée mécaniquement à la pièce support tous les mètres par vis de couture ou rivet, il doit être vérifié par la dimension de la pièce, que cette fixation n'affectera pas le revêtement de l'onde du panneau ($Z \geq 5$ mm), sachant que le déplacement maximal envisagé de la structure, correspondant à la côte Y.

Une attention particulière est à apporter au niveau du traitement de l'égout et du faîtage. En faitage, le recouvrement de la pièce de faitage doit avoir une dimension en conséquence du déplacement envisagé du joint de dilatation. Soit il est mis en œuvre 2 lignes de compléments d'étanchéité (CE) et un joint mousse pour éviter le frottement, soit une membrane d'étanchéité à laquelle on doit laisser le développé suffisant selon le déplacement envisagé.

En égout, les closoirs métalliques doivent aussi respecter le joint de dilatation. Ils devront cependant se chevaucher avec interposition d'un à deux joints mousse, pour éviter les arrachements de revêtements organiques.

La membrane d'étanchéité doit posséder un appui continu. Elle est fixée avec des feuillards sur la face opposée à son appui, avec un entraxe de fixation de 500 mm.

### 2.4.5. Précautions particulières

#### 2.4.5.1. Circulation sur les panneaux

La circulation sur les panneaux à la pose requiert des précautions identiques à celles prescrites à la pose des plaques nervurées par la NF P 34-205-1 (DTU 40.35.).

#### 2.4.5.2. Découpes

Lorsque des opérations de découpe ne peuvent être évitées sur chantier, elles sont exécutées au moyen de matériel approprié.

Lors de ces découpes sur chantier, un dispositif (planches + serre-joints par exemple) doit être mis en place afin d'éviter le décollement des parements lors de cette opération. Un dispositif de guidage est également conseillé.

Il est également conseillé de réaliser la coupe de chaque parement indépendamment, puis de finir par la découpe de la laine de roche avec un couteau ou une scie à main adaptée.

On veillera à éviter l'incrustation de particules chaudes sur le revêtement. Toutes les souillures (limailles, copeaux) seront éliminées sans délai à la pose.

Matériel conseillé :

- Découpe de panneau : scie sauteuse ou scie circulaire adaptées.
- Découpe d'accessoires : grignoteuse.

Les précautions d'emploi du matériel données par le fabricant du matériel et des EPI préconisées doivent être à minima respectée.

L'utilisation d'une tronçonneuse est rigoureusement proscrite.

#### 2.4.5.3. Vissage

On devra éviter une déformation du sommet des ondes des panneaux.

Les visseuses devront être équipées d'une butée de profondeur et ou d'un dispositif, permettant le réglage du couple de débrayage. Le système utilisé est réglé sur site et doit être vérifié régulièrement selon les préconisations du fabricant du matériel.

On veillera à éviter l'incrustation de particules chaudes sur le revêtement. Toutes les souillures (limailles, copeaux) seront éliminées sans délai à la pose.

#### 2.4.5.4. Film

Un film est toujours mis en œuvre sur la face extérieure du panneau. Pour la face intérieure, il est mis en œuvre sur les revêtements autres que « Intérieur » sauf demande particulière du client. Il doit être retiré sans délai lors de la pose et au plus tard 2 mois après la mise à disposition en usine.

Lorsqu'un palonnier à ventouses est utilisé lors de la mise en œuvre du panneau, on retirera ce film au moins au niveau de ces dernières.

## 2.5. Maintien en service du procédé

### 2.5.1. Entretien

L'entretien doit être réalisé à minima annuellement et dès qu'un problème est relevé. S'il n'est prévu qu'une seule visite par an, elle est effectuée de préférence à la fin de l'automne pour les bâtiments situés à proximité d'arbres.

L'entretien devra comporter :

- L'élimination des diverses végétations, notamment les mousses et les feuilles, et de toutes matières incompatibles qui seraient venues se déposer sur la surface de la couverture ;
- La protection contre les éventuelles amorces de corrosion, dès qu'elles sont décelées, provoquées par exemple, par la stagnation de matière ou l'impact de corps étrangers ;
- 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 évacuations d'eaux pluviales ;
- Un nettoyage périodique :
- Lessivage avec une lessive ménagère non javellisée. Ne jamais utiliser d'abrasifs, de solvants et éviter les lavages excessifs ;
- Rinçage à l'eau claire et séchage ;
- Reprise éventuelle avec peintures bâtiment définies en accord avec la société ArcelorMittal Construction France.

### 2.5.2. Rénovation

La rénovation du parement en tôle prélaquée s'effectue selon le processus suivant :

- Lessivage avec une lessive ménagère adaptée après consultation du fournisseur. Ne jamais utiliser d'abrasifs, de solvants et de nettoyeurs à haute pression,
- Rinçage à l'eau claire,
- Reprise avec peintures bâtiment, compatibles avec le revêtement d'origine, qualité extérieure. Le mode d'application peut être la brosse ou le pistolet selon la peinture utilisée. La nature des laques ainsi que le processus de rénovation doivent être définis en accord avec le fournisseur de peinture.
- La rénovation du parement en tôle d'acier inoxydable nu est possible à l'aide de produits spécifiques selon la nature des salissures.

### 2.5.3. Remplacement de panneaux endommagés

Le remplacement d'un panneau s'effectue par enlèvement de ses vis de fixations et de celles des panneaux le recouvrant longitudinalement et transversalement. Le pivotement des panneaux adjacents recouvrants permet la dépose et la repose. Les vis doivent être remplacées par des vis de diamètre supérieur.

## 2.6. Traitement en fin de vie

Les informations relatives à ce paragraphe sont indiquées dans les fiches de Déclaration Environnementale (DE) collective.

## 2.7. Assistance technique

La société ArcelorMittal Construction Belgique ne pose pas elle-même. La distribution est confiée à la société ArcelorMittal Construction France qui est en mesure d'assurer à la demande des entreprises de pose son assistance technique.

## 2.8. Principes de fabrication et de contrôle de cette fabrication

La fabrication des panneaux ONDAROCK T est réalisée en l'usine ArcelorMittal Construction Belgique de Fleurus, conformément au cahier e-CSTB 3501 « Panneaux sandwich isolants à parements métalliques – Conditions générales de conception et fabrication », sur ligne en continu.

### 2.8.1. Procédé de fabrication

Le descriptif synthétique des phases de fabrication est le suivant :

- Déroulage, profilage des tôles sur profileuse à galets,
- Découpe des plaques de laine de roche en trapèzes pour le remplissage des nervures,
- Découpe des plaques de laine de roche en lamellas et redressement des lamellas,
- Positionnement des trapèzes et des lamellas de laine de roche à joints décalés dans la ligne de production (les fibres des trapèzes sont perpendiculaires à celles des lamellas),
- Préchauffage des parements,
- Application de la colle,
- Durcissement dans un conformateur,
- Découpe pour mise à longueur,
- Découpe du parement inférieur et de la laine du débord,
- Empilage,
- Emballage.

### 2.8.2. Contrôles de fabrication

Ces contrôles sont conformes à l'annexe D de la norme NF EN 14509.

## 2.9. Mention des justificatifs

### 2.9.1. Résultats expérimentaux

- Essais marquage CE : rapport d'essai Nr 23-09p/b et expertise iS-engineering n° Z-2117 ;
- Rapports d'essais de flexion des panneaux épaisseurs 50 – 80 – 120 et 150 mm : RE SOCOTEC n° 2401-11020-000021-1 à 4 ;
- Rapport de classement de réaction au feu : RE Warrington Fire Gent n° 22386G ;
- Rapport de synthèse du pouvoir calorifique supérieur des revêtements (Rapport CSTB n° DSSF-20-00276) ;
- Certificat de constance des performances du produit - origine CSTB ;
- Performances thermiques : rapport interne AMCF vérifié par le CSTB DEB/R2EB-2024-030-LB/HI/EH.

### 2.9.2. Références chantiers

Plus de 4 500 000 de m² de panneaux de laine de roche en couverture ont été fabriqués depuis 2002 sur le site de Fleurus, dont plus de 295 000 m² avec cette nouvelle référence. Cette fabrication se décompose en une fabrication pour la France de plus de 165 000 m² depuis 2023 avec la laine Rockwool dont plus de 24 000 m² en épaisseur supérieure à 200 mm (plus de 5800 m² en 240 mm).

## 2.10. Annexe du Dossier Technique – Tableaux et schémas de mise en œuvre

| Revêtement métallique mini | Revêtement organique | Catégorie selon NF P 34-301 | Ambiances Saines | |
|---|---|---|---|---|
| | | | Faible hygrométrie | Moyenne hygrométrie |
| **Z100** | **Intérieur** | II | ■ | ■ |
| **Z225** | **Hairplus®** | IIIa | ■ | ■ |
| | **Hairflon® 25** | IIIa | ■ | ■ |
| **Z225** | **Hairultra® – Naturel – Authentic** | IIIa | ■ | ■ |
| | **Edyxo® - Irysa®** | IIIa | ■ | ■ |
| | **Hairflon® 35** | IVb | ■ | ■ |
| | **Intense et Pearl** | Vc | ■ | ■ |
| | **Hairexcel®** | IVb | ■ | ■ |
| | **Sinéa®** | Vc | ■ | ■ |
| | **Keyron® 150** | IVb | ■ | ■ |
| **ZMevolution® 60*** | **Intérieur** | / | ■ | ■ |
| **ZMevolution® 100*** | **Hairplus®** | / | ■ | ■ |
| | **Hairflon® 25** | / | ■ | ■ |
| **ZMevolution® 120*** | **Hairultra® – Naturel – Authentic** | / | ■ | ■ |
| | **Edyxo® - Irysa®** | / | ■ | ■ |
| | **Hairflon® 35** | / | ■ | ■ |
| | **Intense et Pearl** | / | ■ | ■ |
| | **Hairexcel®** | / | ■ | ■ |
| | **Sinéa®** | / | ■ | ■ |
| | **Keyron® 150** | / | ■ | ■ |
| **Inox 1.4301** | **sans** | / | ■ | ■ |
| **Inox 1.4404** | **sans** | / | ■ | ■ |

■ = adapté à l'exposition.

○ = dont le choix définitif ainsi que les caractéristiques particulières doivent être arrêtés après consultation et accord de la société ArcelorMittal Construction France.

/ = non concerné.

* selon ETPM ZMevolution® n° ETPM-19/0064.

**Tableau 1 – Choix des revêtements en fonction des ambiances intérieures**

| Revêtement Métallique mini | Revêtement organique | Catégorie selon NF P 34-301 | Rurale non pollué | Urbaine ou industrielle | | Marine | | | | Spéciale |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Normale | Sévère | 20 à 10 km | 10 à 3 km | Bord de mer < 3 km (*) | Mixte | Particulière |
| **Z225** | **Hairplus** | IV | ■ | ■ | — | ■ | ■ | — | — | — |
| | **Hairflon® 25** | IV | ■ | ■ | — | ■ | ■ | — | — | — |
| **Z225 ou Z275** | **Hairultra® Naturel Authentic** | VI | ■ | ■ | ○ | ■ | ■ | ■ | ○ | ○ |
| | **Edyxo® - Irysa®** | VI | ■ | ■ | ○ | ■ | ■ | ■ | ○ | ○ |
| | **Hairflon® 35** | VI | ■ | ■ | ○ | ■ | ■ | ■ | ○ | ○ |
| | **Intense et Pearl** | VI | ■ | ■ | ○ | ■ | ■ | ■ | ○ | ○ |
| | **Hairexcel®** | VI | ■ | ■ | ○ | ■ | ■ | ■ | ○ | ○ |
| | **Sinéa®** | VI | ■ | ■ | ○ | ■ | ■ | ■ | ○ | ○ |
| | **Keyron® 200** | V | ■ | ■ | ○ | ■ | ■ | ■ | ○ | ○ |
| **ZMevolution® 100**** | **Hairplus®** | / | ■ | ■ | — | ■ | ■ | — | — | — |
| | **Hairflon® 25** | / | ■ | ■ | — | ■ | ■ | — | — | — |
| **ZMevolution® 120**** | **Hairultra® Naturel Authentic** | / | ■ | ■ | ○ | ■ | ■ | ■ | ○ | ○ |
| | **Edyxo® - Irysa®** | / | ■ | ■ | ○ | ■ | ■ | ■ | ○ | ○ |
| | **Hairflon® 35** | / | ■ | ■ | ○ | ■ | ■ | ■ | ○ | ○ |
| | **Intense et Pearl** | / | ■ | ■ | ○ | ■ | ■ | ■ | ○ | ○ |
| | **Hairexcel®** | / | ■ | ■ | ○ | ■ | ■ | ■ | ○ | ○ |
| | **Sinéa®** | / | ■ | ■ | ○ | ■ | ■ | ■ | ○ | ○ |
| | **Keyron® 200** | / | ■ | ■ | ○ | ■ | ■ | ■ | ○ | ○ |
| **ZMevolution® 140**** | **R'Unik®** | / | ■ | ■ | ○ | ■ | ■ | ■ | ○ | ○ |

■ = adapté à l'exposition.

○ = dont le choix définitif ainsi que les caractéristiques particulières doivent être arrêtés après consultation et accord de la société ArcelorMittal Construction France.

— = non adapté à l'exposition.

/ = non concerné.

* À l'exclusion des conditions d'attaque directe par l'eau de mer et/ou par les embruns – bord de mer < 1km, pour lesquels le choix définitif ainsi que les caractéristiques particulières doivent être arrêtés après consultation et accord de la société ArcelorMittal Construction France.

* * selon ETPM ZMevolution® n° ETPM-19/0064.

**Tableau 2 – Choix des revêtements en fonction des atmosphères extérieures**

| Épaisseur nominale des parements (mm) | | Épaisseur panneau (mm) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Intérieur** | **Extérieur** | **50 (50*)** | **60 (61*)** | **80 (83*)** | **100 (97*)** | **120 (118*)** | **150 (147*)** | **200 (198*)** | **240 (238*)** |
| **0,50** | **0,60** | 14,8 | 15,9 | 18,0 | 19,4 | 21,5 | 24,4 | 29,4 | 33,3 |
| **0,50** | **0,75** | 16,2 | 17,2 | 19,4 | 20,8 | 22,8 | 25,7 | 30,7 | 34,7 |
| **0,63** | **0,63** | 15,7 | 16,7 | 18,9 | 20,3 | 22,3 | 25,2 | 30,2 | 34,1 |
| **0,63** | **0,75** | 17,0 | 18,1 | 20,2 | 21,6 | 23,7 | 26,5 | 31,6 | 35,5 |
| * Épaisseur nominale. | | | | | | | | | |

**Tableau 3 – Poids surfacique des panneaux (daN/m²)**

| Configuration de la couverture | Zone et situation climatique (2) (H étant l'altitude en mètres) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | **Zone I** | | **Zone II** | | **Zone III** |
| | **normale et protégée** | **exposée** | **protégée** | **normale et exposée** | **toutes situations** |
| **Simultanément :**<br>**- Pas de pénétrations**<br>**- Pas de plaques translucides polymères**<br>**- Panneau de longueur égale à celle du rampant (pas de recouvrement transversal)** | 5% | 5% | 5% | 5% | 5% |
| **Autres cas** | 7% | 10%(1) | 7% | 10%(1) | H ≤ 500 : 10%(1)<br>500< H ≤ 900 : 15%(1) |

(1) Lorsque la couverture ne comprend pas de plaque nervurée translucides polymères tout en présentant des pénétrations ou des joints transversaux de panneaux, la pente minimale peut être ramenée à 7% en utilisant des compléments d'étanchéité transversaux.

(2) Zones et situations définies par l'annexe E de la NF P 34-205-1 (référence DTU 40-35).

**Tableau 5 - Pentes minimales (selon NF P 34-205-1 référence DTU 40-35)**

| | Nature du support | | |
|---|---|---|---|
| **Localisation des appuis** | **Acier (ép. mini 1,5 mm)** | **Bois (épaisseur mini : 80 mm**)** | **Béton avec inserts acier (ép. mini 2,5 mm)** |
| **extrémité** | 40 mm | 60 mm | 60 mm |
| **intermédiaire** | 40 mm | 60 mm | 60 mm |
| **Jonction de panneaux** | 65 mm | 60 mm + 4 d* | 65 mm |

* d = diamètre de la vis utilisée, avec 4d correspondant à la pince entre le bord de l'appui et l'axe de la fixation soit 4 x 6,3 mm minimum.

** ancrage mini : 50 mm

**Tableau 6 – Dimensions minimales des appuis (Cf. figure 5)**

| Portées (m) sous charges descendantes | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2 appuis | | | | | | Charges ELS (daN/m²) | 3 appuis | | | | | |
| 50 (50) | 60 (61) | 80 (83) | 100 (97) | 120 (118) | 150* et + | | 50 (50) | 60 (61) | 80 (83) | 100 (97) | 120 (118) | 150* et + |
| 4,50 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | **50** | 4,13 | 4,56 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 |
| 4,18 | 4,67 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | **60** | 3,84 | 4,24 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 |
| 3,93 | 4,39 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | **70** | 3,60 | 3,99 | 4,77 | 4,99 | 5,00 | 5,00 |
| 3,71 | 4,15 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | **80** | 3,40 | 3,77 | 4,52 | 4,73 | 4,94 | 5,00 |
| 3,53 | 3,94 | 4,78 | 4,96 | 5,00 | 5,00 | **90** | 3,23 | 3,59 | 4,30 | 4,51 | 4,72 | 5,00 |
| 3,37 | 3,77 | 4,57 | 4,74 | 4,91 | 5,00 | **100** | 3,09 | 3,43 | 4,12 | 4,32 | 4,52 | 5,00 |
| 3,23 | 3,61 | 4,38 | 4,55 | 4,72 | 5,00 | **110** | 2,96 | 3,29 | 3,95 | 4,15 | 4,34 | 4,85 |
| 3,11 | 3,44 | 4,10 | 4,32 | 4,55 | 5,00 | **120** | 2,85 | 3,17 | 3,81 | 4,00 | 4,19 | 4,68 |
| 3,05 | 3,35 | 3,96 | 4,21 | 4,47 | 4,97 | **125** | 2,79 | 3,11 | 3,74 | 3,93 | 4,12 | 4,60 |
| 3,00 | 3,27 | 3,82 | 4,09 | 4,36 | 4,89 | **130** | 2,75 | 3,06 | 3,68 | 3,86 | 4,05 | 4,52 |
| 2,89 | 3,12 | 3,58 | 3,83 | 4,09 | 4,74 | **140** | 2,65 | 2,96 | 3,56 | 3,74 | 3,92 | 4,34 |
| 2,71 | 2,93 | 3,36 | 3,60 | 3,85 | 4,59 | **150** | 2,57 | 2,83 | 3,36 | 3,54 | 3,72 | 4,09 |
| 2,35 | 2,54 | 2,92 | 3,14 | 3,35 | 4,00 | **175** | 2,35 | 2,54 | 2,92 | 3,08 | 3,24 | 3,57 |
| 2,07 | 2,24 | 2,58 | 2,78 | 2,97 | 3,55 | **200** | 2,07 | 2,24 | 2,58 | 2,73 | 2,87 | 3,16 |
| 1,86 | 2,01 | 2,32 | 2,49 | 2,67 | 3,19 | **225** | 1,86 | 2,01 | 2,32 | 2,45 | 2,58 | 2,84 |
| 1,68 | 1,82 | 2,10 | 2,26 | 2,42 | 2,90 | **250** | 1,68 | 1,82 | 2,10 | 2,22 | 2,34 | 2,58 |
| * Épaisseurs commerciales / épaisseurs réelles : 150 (147) – 200 (198) et 240 (238) mm. | | | | | | | | | | | | |

**Tableau 7 – Portées d'utilisation – ONDAROCK T posé sur 2 et 3 appuis en pression (Charges descendantes) – Référentiels NF EN 1991- 1-3, son annexe nationale et leurs amendements**

| **Portées (m) sous charges ascendantes en 2 appuis** | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **2 appuis panneau** | | | | | | **Charges ELS (daN/m²)** | **2 appuis fixations complètes*** | | | | | | | | | | | |
| **Panneau isolé ou avec recouvrement** | | | | | | | **Panneau isolé** | | | | | | **Panneau avec recouvrement transversaux** | | | | | |
| **50 (50)** | **60 (61)** | **80 (83)** | **100 (97)** | **120 (118)** | **150** et + | | **50 (50)** | **60 (61)** | **80 (83)** | **100 (97)** | **120 (118)** | **150** et + | **50 (50)** | **60 (61)** | **80 (83)** | **100 (97)** | **120 (118)** | **150** et + |
| 4,50 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | **50** | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 |
| 4,50 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | **60** | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 |
| 4,50 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | **70** | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 |
| 4,50 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | **80** | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 |
| 4,27 | 4,76 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | **90** | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 |
| 4,03 | 4,48 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | **100** | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 |
| 3,82 | 4,25 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | **110** | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 |
| 3,65 | 4,05 | 4,86 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | **120** | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 |
| 3,56 | 3,96 | 4,75 | 4,95 | 5,00 | 5,00 | **125** | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 |
| 3,49 | 3,88 | 4,65 | 4,84 | 5,00 | 5,00 | **130** | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 |
| 3,35 | 3,72 | 4,46 | 4,65 | 4,83 | 5,00 | **140** | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 |
| 3,23 | 3,59 | 4,30 | 4,47 | 4,64 | 4,97 | **150** | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 |
| 2,98 | 3,30 | 3,96 | 4,11 | 4,27 | 4,56 | **175** | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 4,55 | 4,56 | 4,60 | 4,63 | 4,66 | 4,71 |
| 2,77 | 3,08 | 3,68 | 3,83 | 3,97 | 4,24 | **200** | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 3,95 | 3,96 | 3,99 | 4,01 | 4,03 | 4,07 |
| 2,61 | 2,89 | 3,46 | 3,59 | 3,73 | 3,98 | **225** | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 3,49 | 3,50 | 3,52 | 3,54 | 3,56 | 3,58 |
| 2,47 | 2,74 | 3,27 | 3,40 | 3,52 | 3,76 | **250** | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 3,13 | 3,13 | 3,15 | 3,17 | 3,18 | 3,20 |

La portée maximale en 2 appuis dépression, est le minimum de la portée du panneau, et du cas concerné pour les fixations. Exemple : Pour un panneau en épaisseur 80 mm posé avec recouvrements transversaux, sous une charge de dépression W'panneau = 125 daN/m² et W'fixation = 175 daN/m², on obtient la portée maximale de 4 m60 (Mini de 4 m 75 et 4 m 60, valeurs grisées).

* Les valeurs de calculs en fixation, sont obtenues avec une valeur de Pk/γm de 375 daN. Si la valeur est inférieure à 375 daN, on détermine la valeur pour les fixations selon la formule donnée au § 2.3.3.

** Épaisseurs commerciales / épaisseurs réelles : 150 (147) – 200 (198) et 240 (238) mm.

**Tableau 8 – Portées d'utilisation – ONDAROCK T posé sur 2 appuis en dépression (Charges ascendantes) – Référentiels NF EN 1991-1-4, son annexe nationale et leurs amendements**

| **Portées (m) sous charges ascendantes en 3 appuis** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **3 appuis panneau** | | | | | | | | | | | | **Charges ELS (daN/m²)** | **3 appuis fixations** | | | | | | | | | | | |
| **Fixation complète (1/1)** | | | | | | **Fixations réduites (2/3 sur appuis intermédiaires)** | | | | | | | **Fixation complète (1/1)** | | | | | | **Fixations réduites (2/3 sur appuis intermédiaires)** | | | | | |
| **50 (50)** | **60 (61)** | **80 (83)** | **100 (97)** | **120 (118)** | **150** et + | **50 (50)** | **60 (61)** | **80 (83)** | **100 (97)** | **120 (118)** | **150** et + | | **50 (50)** | **60 (61)** | **80 (83)** | **100 (97)** | **120 (118)** | **150** et + | **50 (50)** | **60 (61)** | **80 (83)** | **100 (97)** | **120 (118)** | **150** et + |
| 4,50 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 4,50 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | **50** | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 |
| 4,50 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 4,50 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | **60** | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 |
| 4,33 | 4,97 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 4,33 | 4,96 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | **70** | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 |
| 3,99 | 4,57 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 3,99 | 4,56 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | **80** | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 |
| 3,72 | 4,26 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 3,72 | 4,25 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | **90** | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 |
| 3,50 | 4,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 3,50 | 3,99 | 4,79 | 4,86 | 4,94 | 5,00 | **100** | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 4,45 | 4,48 | 4,55 | 4,61 | 4,67 | 4,74 |
| 3,31 | 3,78 | 4,73 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 3,31 | 3,74 | 4,41 | 4,53 | 4,66 | 5,00 | **110** | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 4,00 | 4,03 | 4,08 | 4,13 | 4,18 | 4,24 |
| 3,15 | 3,60 | 4,50 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 3,15 | 3,49 | 4,00 | 4,21 | 4,42 | 4,74 | **120** | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 3,64 | 3,66 | 3,70 | 3,74 | 3,78 | 3,83 |
| 3,08 | 3,52 | 4,39 | 4,83 | 5,00 | 5,00 | 3,08 | 3,34 | 3,82 | 4,05 | 4,29 | 4,51 | **125** | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 3,48 | 3,50 | 3,54 | 3,58 | 3,61 | 3,66 |
| 3,01 | 3,44 | 4,29 | 4,67 | 5,00 | 5,00 | 2,97 | 3,20 | 3,66 | 3,88 | 4,10 | 4,31 | **130** | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 3,33 | 3,35 | 3,39 | 3,42 | 3,46 | 3,50 |
| 2,89 | 3,30 | 4,12 | 4,38 | 4,64 | 4,96 | 2,73 | 2,95 | 3,37 | 3,57 | 3,78 | 3,94 | **140** | 4,62 | 4,64 | 4,69 | 4,73 | 4,77 | 4,82 | 3,08 | 3,09 | 3,13 | 3,15 | 3,18 | 3,22 |
| 2,78 | 3,18 | 3,96 | 4,13 | 4,30 | 4,59 | 2,53 | 2,73 | 3,13 | 3,31 | 3,50 | 3,64 | **150** | 4,29 | 4,31 | 4,35 | 4,38 | 4,42 | 4,47 | 2,86 | 2,87 | 2,90 | 2,92 | 2,95 | 2,98 |
| 2,56 | 2,92 | 3,63 | 3,63 | 3,63 | 3,87 | 2,14 | 2,31 | 2,65 | 2,80 | 2,95 | 3,04 | **175** | 3,64 | 3,65 | 3,68 | 3,71 | 3,73 | 3,76 | 2,42 | 2,43 | 2,45 | 2,47 | 2,49 | 2,51 |
| 2,38 | 2,66 | 3,21 | 3,21 | 3,21 | 3,35 | 1,85 | 2,00 | 2,30 | 2,43 | 2,56 | 2,62 | **200** | 3,16 | 3,17 | 3,19 | 3,21 | 3,23 | 3,25 | 2,11 | 2,11 | 2,13 | 2,14 | 2,15 | 2,17 |
| 2,16 | 2,38 | 2,82 | 2,82 | 2,82 | 2,95 | 1,63 | 1,76 | 2,03 | 2,14 | 2,25 | 2,30 | **225** | 2,79 | 2,80 | 2,82 | 2,83 | 2,85 | 2,87 | 1,86 | 1,87 | 1,88 | 1,89 | 1,90 | 1,91 |
| 1,93 | 2,13 | 2,52 | 2,52 | 2,52 | 2,63 | 1,46 | 1,58 | 1,81 | 1,91 | 2,01 | 2,05 | **250** | 2,50 | 2,51 | 2,52 | 2,53 | 2,54 | 2,56 | 1,67 | 1,67 | 1,68 | 1,69 | 1,70 | 1,71 |

La portée maximale en 3 appuis dépression, est le minimum de la portée du panneau selon le cas concerné, et du cas concerné pour les fixations. Exemple : Pour un panneau en épaisseur **80 mm** posé avec fixations réduites sur appuis intermédiaires, sous une charge de dépression W'panneau = **125 daN/m²** et W'fixation = **175 daN/m²**, on obtient la portée maximale de 2 **m 45** (Mini de 3 m 82 et 2 m 45, valeurs grisées).
* Les valeurs de calculs en fixation, sont obtenues avec une valeur de Pk/γm de 375 daN. Si la valeur est inférieure à 375 daN, on détermine la valeur pour les fixations selon la formule donnée au § 2,3,3.

** Épaisseurs commerciales / épaisseurs réelles : 150 (147) – 200 (198) et 240 (238) mm.

**Tableau 9 – Portées d'utilisation – ONDAROCK T posé sur 3 appuis en dépression (Charges ascendantes) – Référentiels NF EN 1991-1-4, son annexe nationale et leurs amendements**

| **Portée L (m)** | **Sans complément d'étanchéité (CE)** | | **Avec complément d'étanchéité (CE)** |
|---|---|---|---|
| | **Pente ≥ 10% Situation normale(1)** | **Autres cas** | **Tous cas** |
| L ≤ 2 | L | L/2 | 0 m 50 |
| 2 < L ≤ 3,5 | L/2 | 1 m | 0 m 50 |
| L > 3,5 | 1 m | 1 m | 0 m 50 |
| (1) Les zones considérées sont définies par l'Annexe E de la NF P 34-205-1 (référence DTU 40.35.)<br>**Nota** : les fixations de couture sont régulièrement réparties. La fixation sur panne des nervures de recouvrement longitudinal des panneaux est également considérée comme une fixation de couture. | | | |

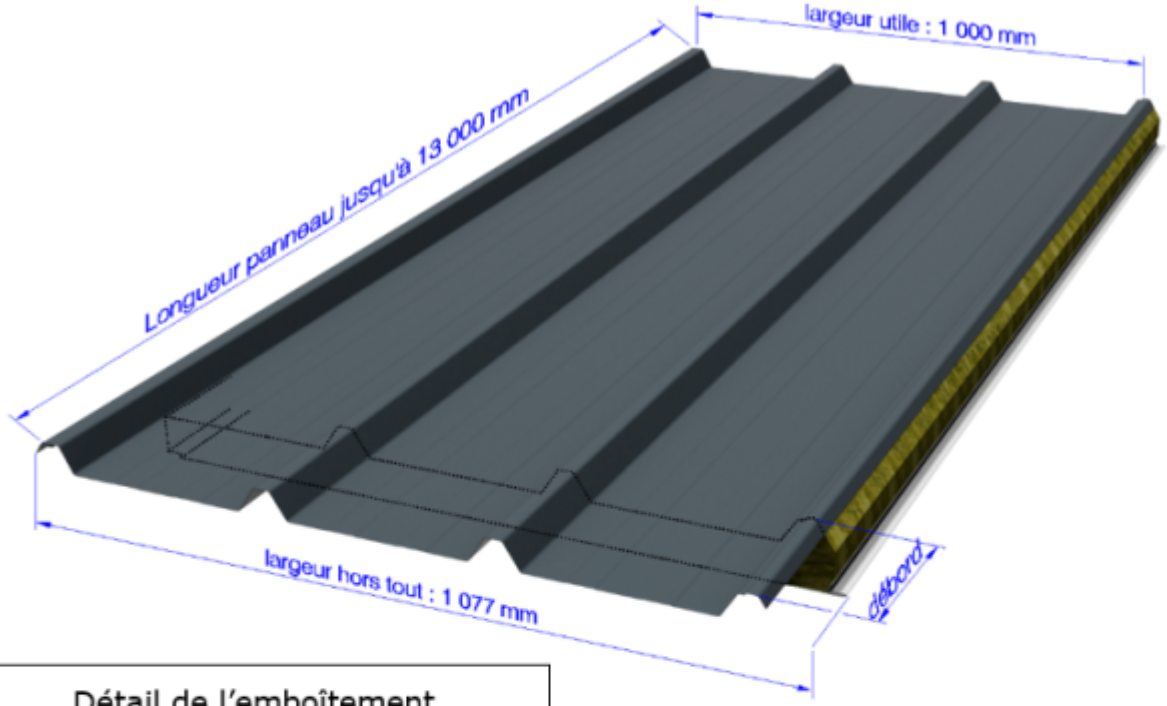
**Tableau 13 – Répartition et espacement des fixations de couture (suivant NF P 34-205-1 référence DTU 40.35.)**

| | **Épaisseur panneau (mm) avec parement 0,50 / 0,60 mm** | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Longueur maximale manutentionnable par 2 personnes (sur base de 35 kg / personne)** | **50 (50)** | **60 (61)** | **80 (83)** | **100 (97)** | **120 (118)** | 150 (147) | 200 (198) | 240 (238) |
| | 4,60 | 4,30 | 3.80 | 3.50 | 3.20 | 2.80 | 2,30 | 2,05 |

**Tableau 14 – longueur maximale conseillée de panneau pour manutention manuellement**

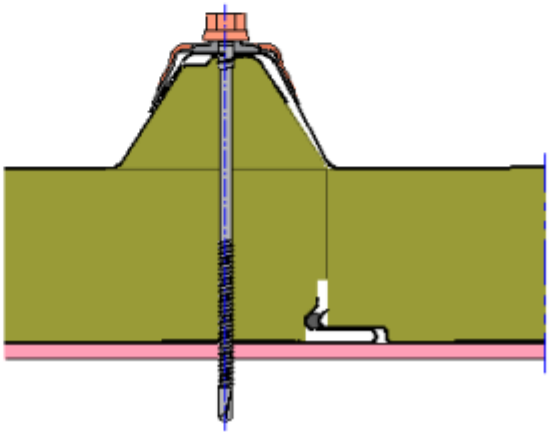
## FIGURES du DOSSIER TECHNIQUE

(Toutes cotes en mm)




Détail de l'emboîtement

| Épaisseur commerciale | Épaisseur nominale |
|---|---|
| 50 | 50 |
| 60 | 61 |
| 80 | 83 |
| 100 | 97 |
| 120 | 118 |
| 150 | 147 |
| 200 | 198 |
| 240 | 238 |



Principe de pose

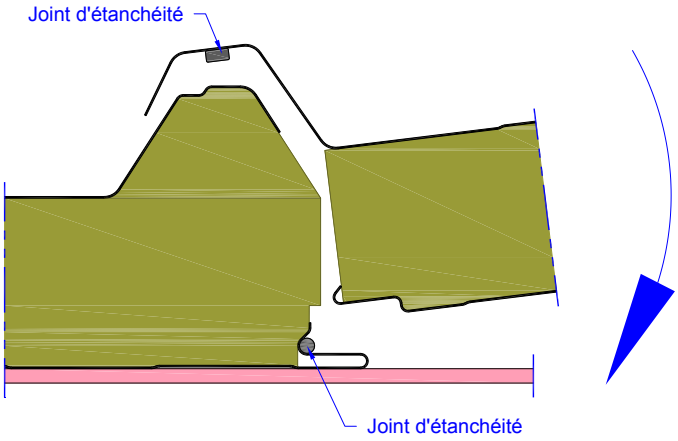



**Figure 1 – Présentation du panneau**

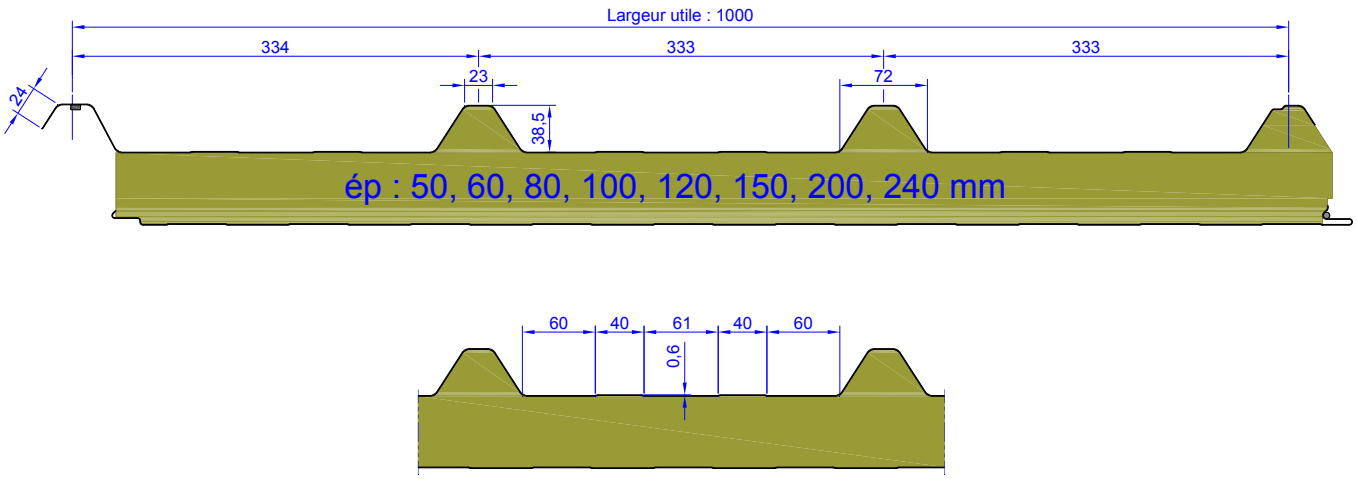



**Figure 2A – Panneau ONDASTYL T côtes parement supérieur**

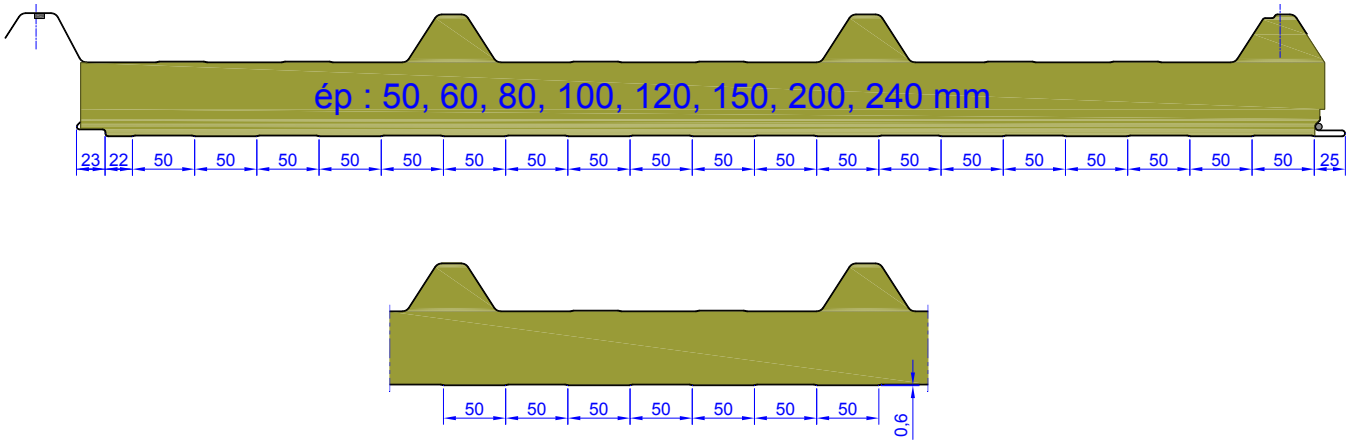



**Figure 2B – Panneau ONDASTYL T côtes parement inférieur**

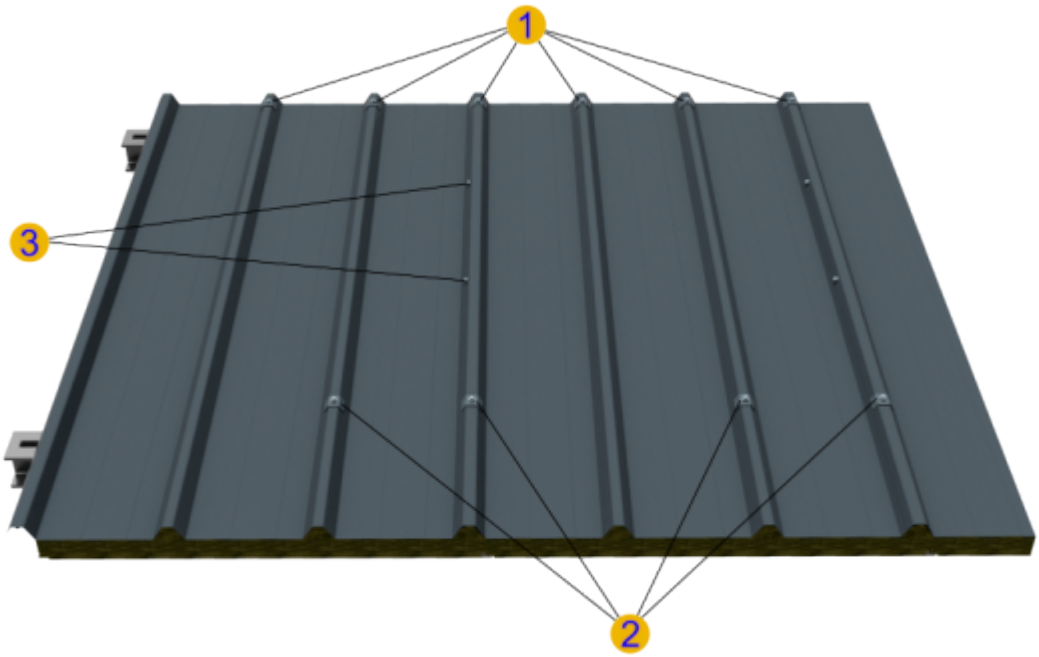



**Figure 3 – Fixation du Panneau ONDASTYL T**

1 : fixation complète (Appuis d'extrémité, cas définis au § 2.4.3.3.2, appuis intermédiaire si besoin (Tableau 9 en annexe) ;
2 : Fixation réduite (appuis intermédiaires uniquement, si cela est possible selon Tableau 9 en annexe) ;
3 : Fixation de couture.

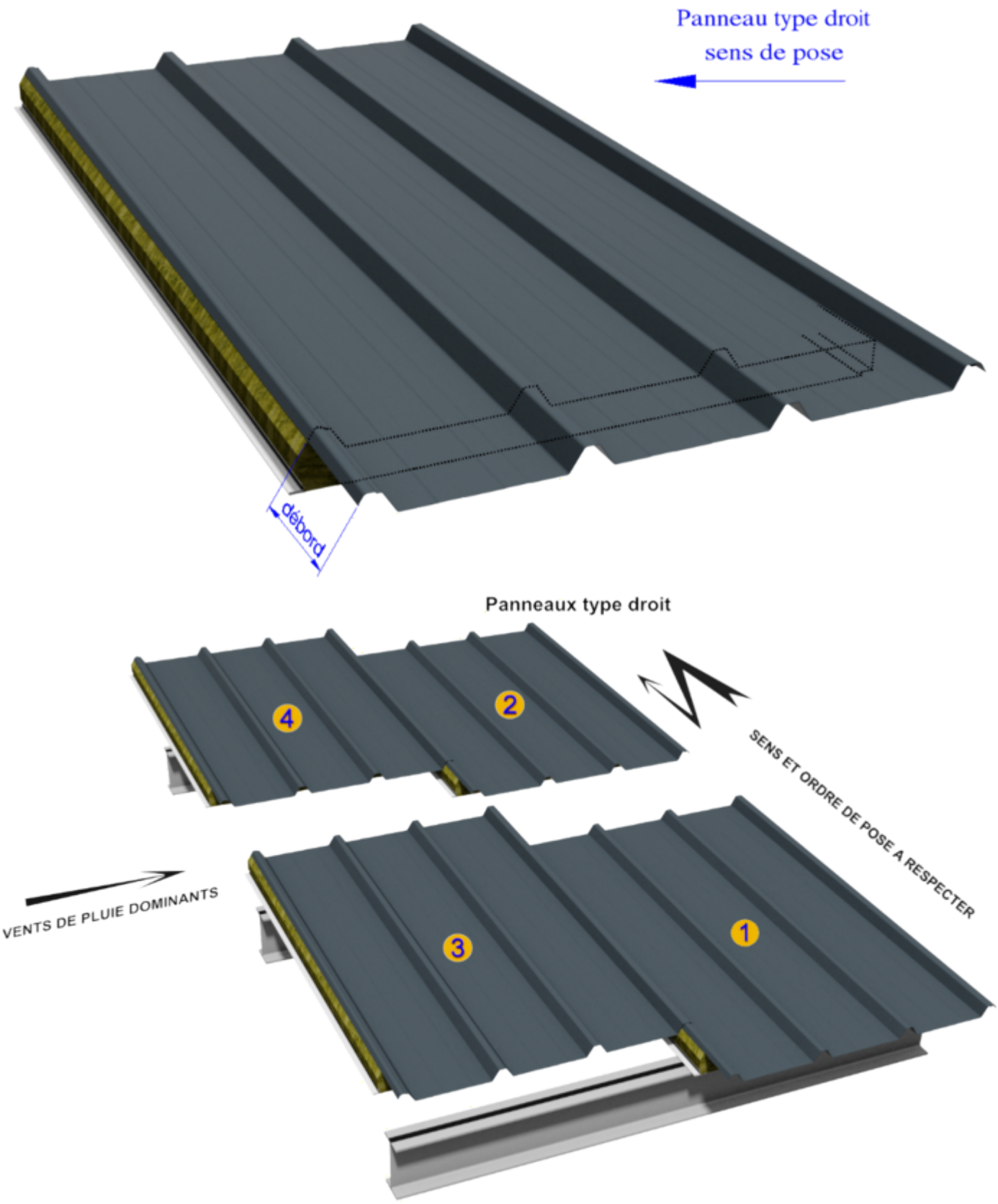



**Figure 4A – Panneaux type droit - sens et ordre de pose**

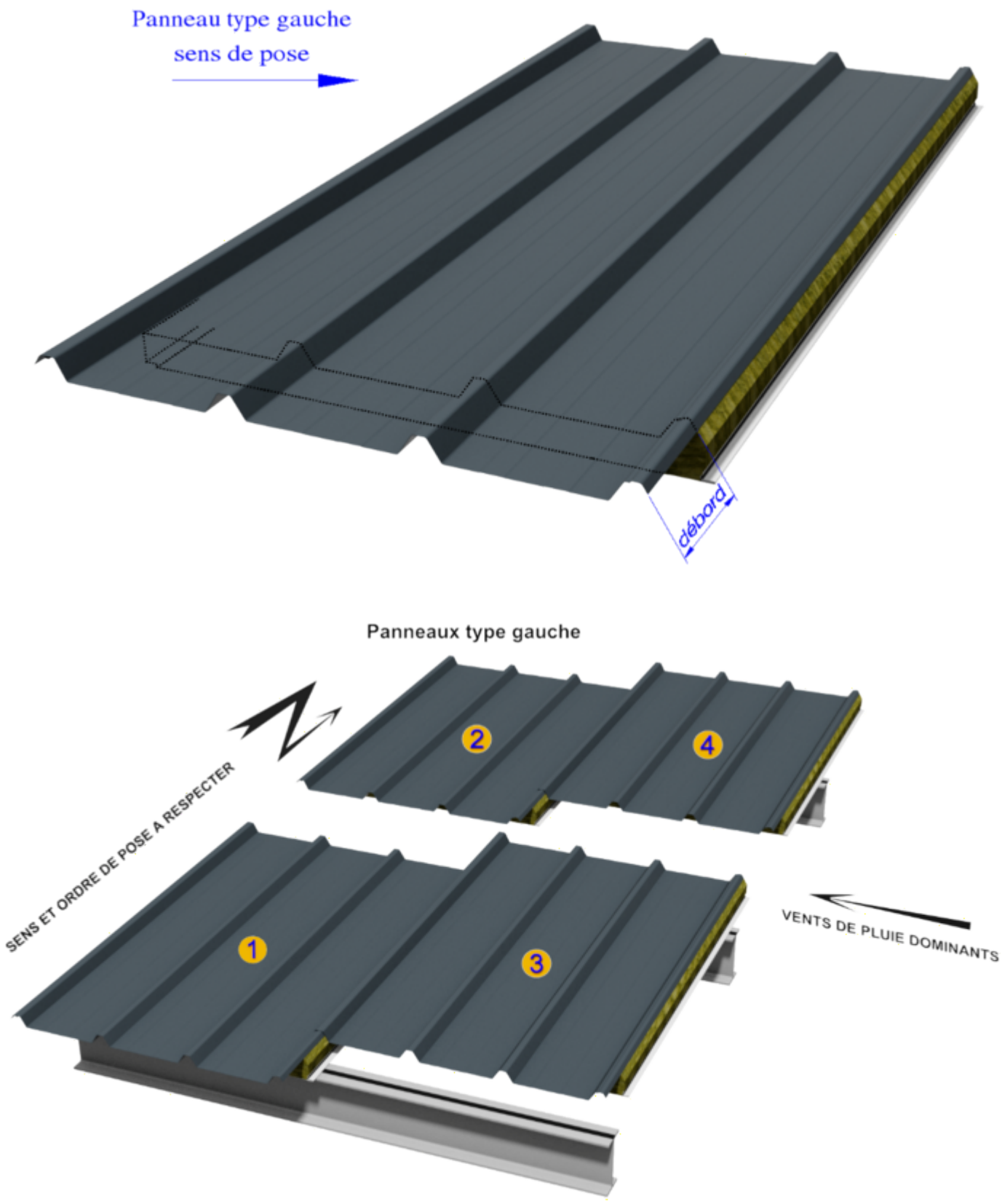



**Figure 4B – Panneaux type gauche - sens et ordre de pose**

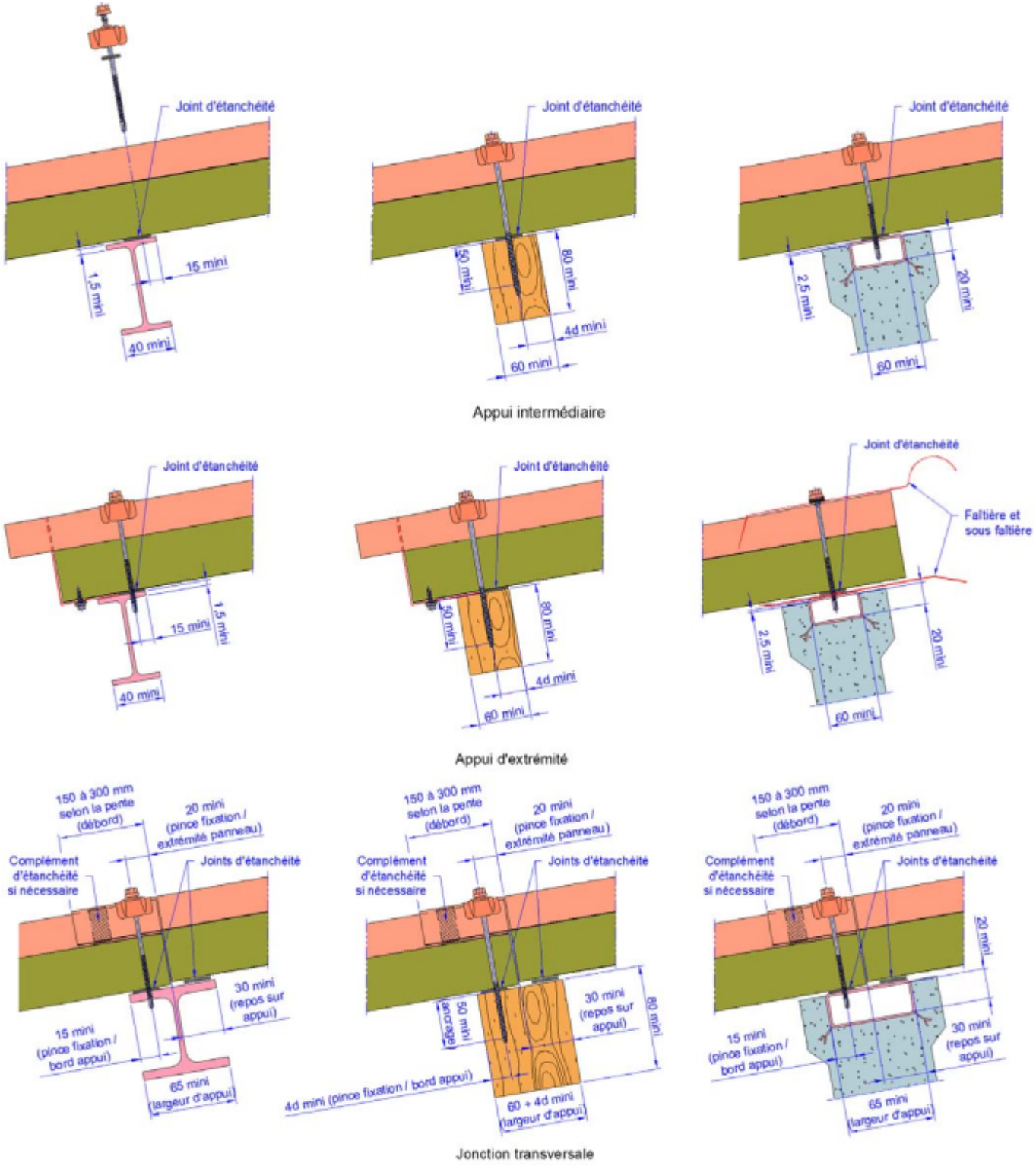
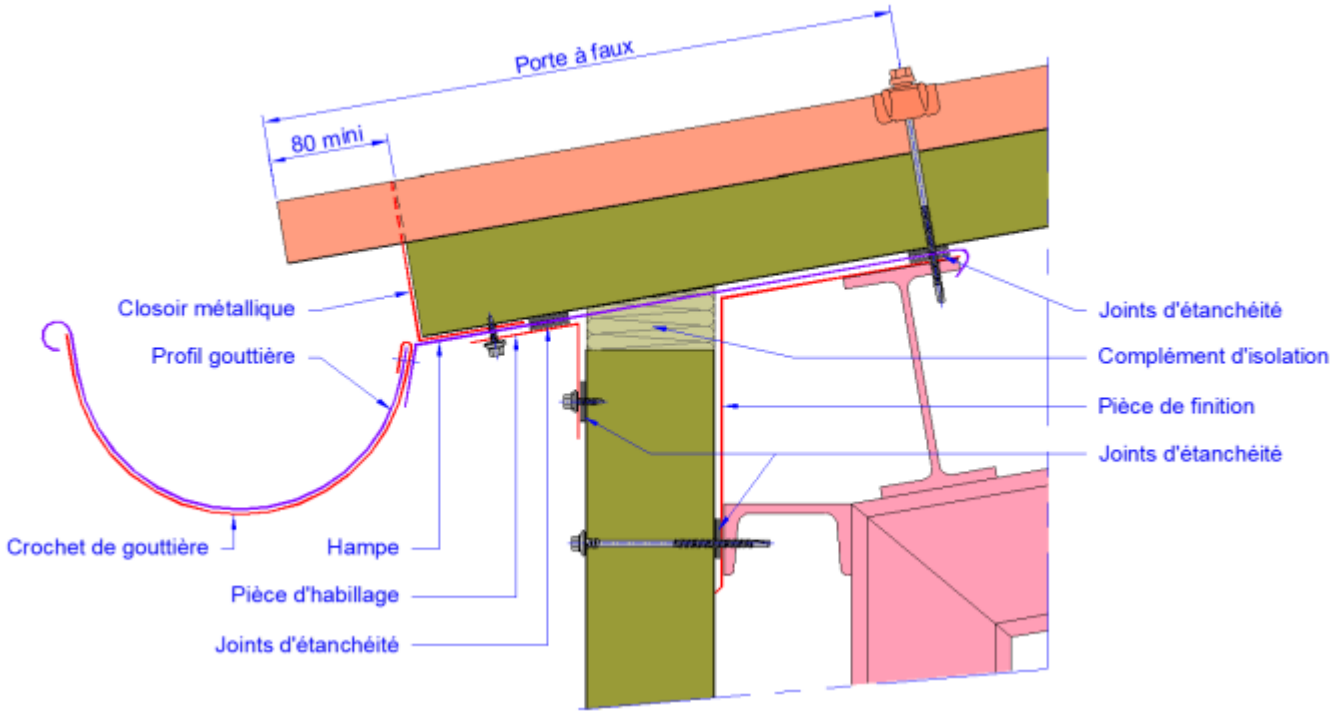


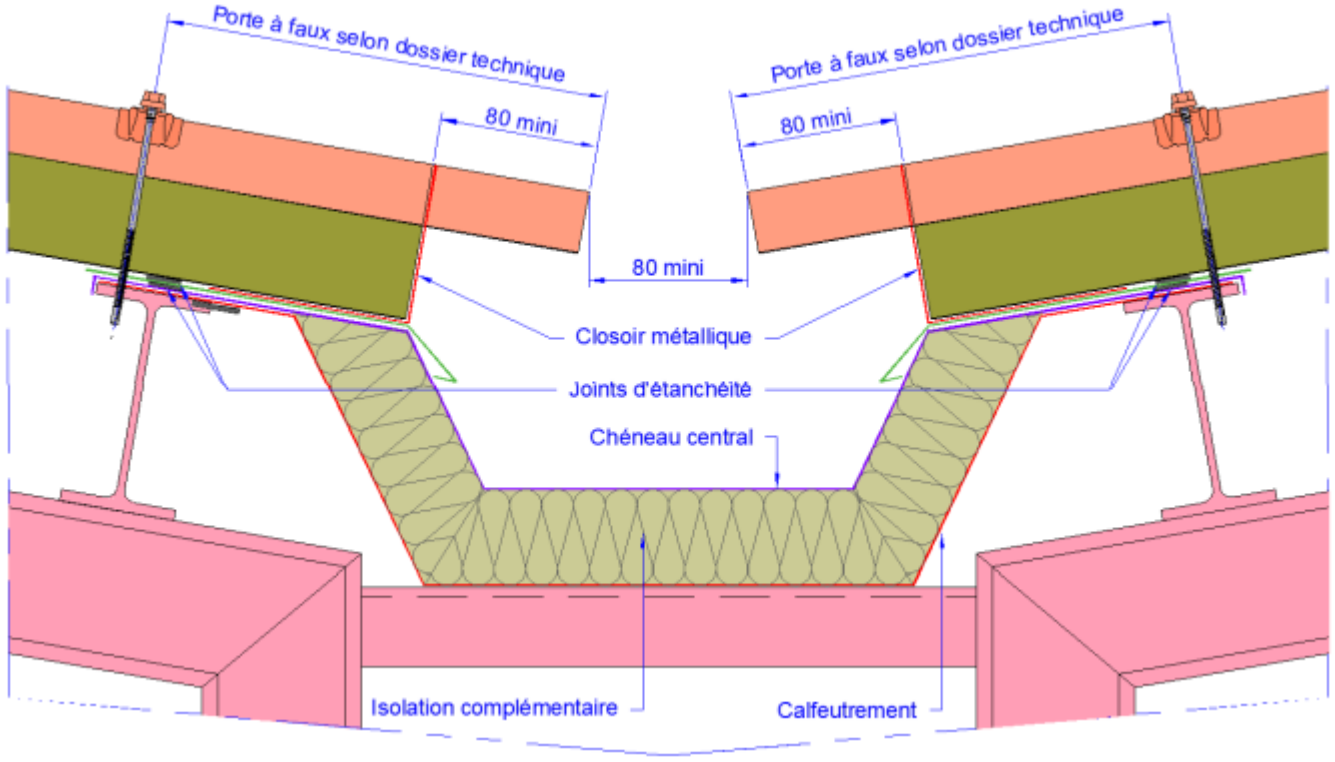

**Figure 5 – Largeur minimale des appuis, largeur de repos, pinces et recouvrement**

*Avec d = diamètre de la fixation utilisée*




Porte-à-faux définis au § 2.3.1

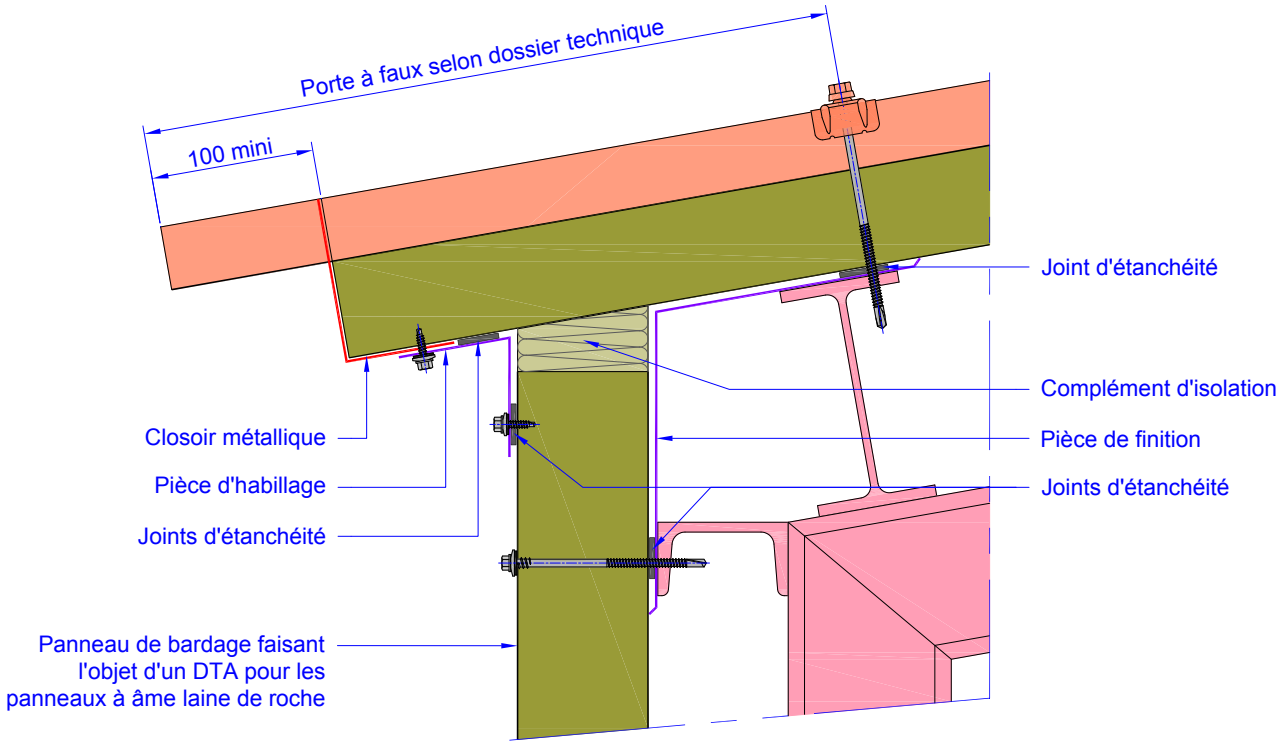
**Figure 6 – Gouttière pendante**




Porte-à-faux définis au § 2.3.1

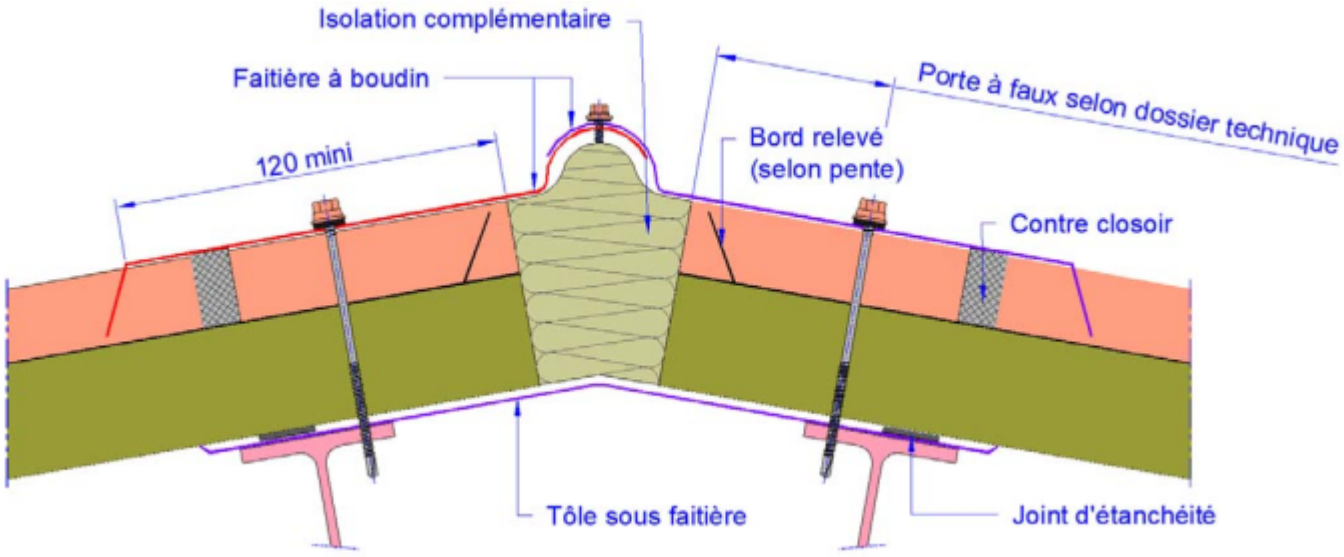
Nota : La conception, le dimensionnement et la mise en œuvre des chéneaux proprement dits ne relèvent pas du présent DTA.

**Figure 7 – Chéneau central**




Porte-à-faux définis au § 2.3.1

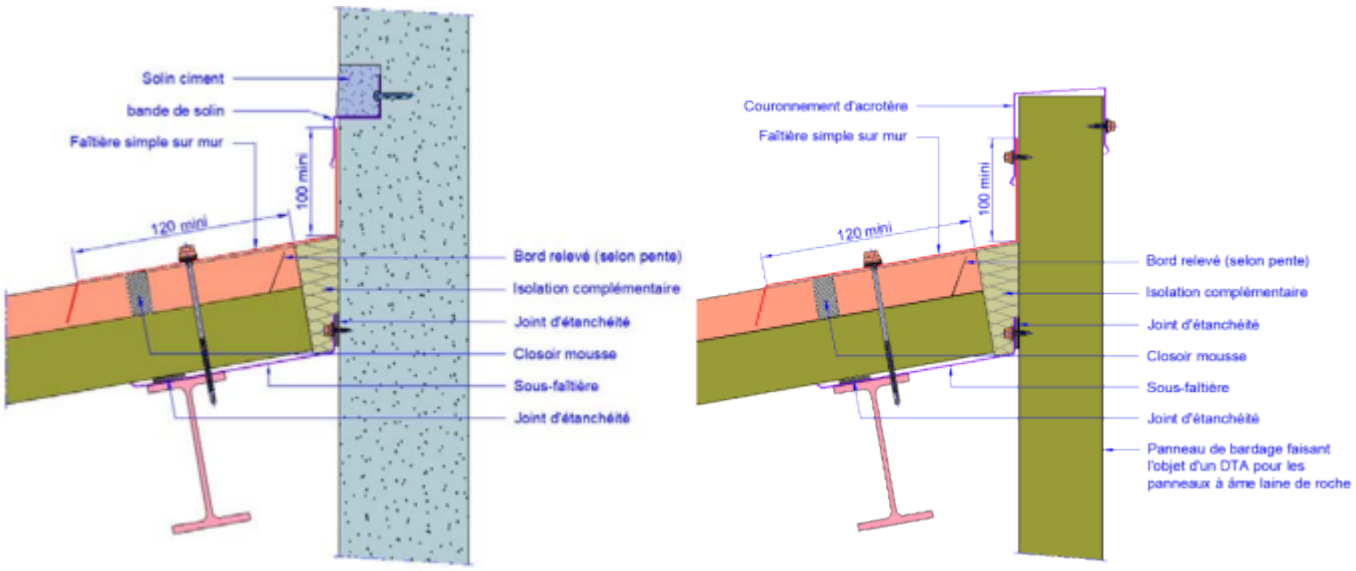
**Figure 8 – Égout sans chéneau**




Pour pentes ≥ 5% et < 7% : prévoir bord relevé + contre-closoir en mousse
Pour pentes ≥ 7% et < 10% : prévoir un contre-closoir en mousse

Porte-à-faux définis au § 2.3.1

**Figure 9 – Faîtage double**




Nota : Pour la figure de droite, le panneau de bardage ne peut en aucun cas être considéré comme garde-corps.

**Figure 10 – Faîtage contre mur et contre bardage**

A minima

Pour pentes ≥ 5% et < 7% : prévoir bord relevé + contre-closoir en mousse

Pour pentes ≥ 7% et < 10% : prévoir un contre-closoir en mousse

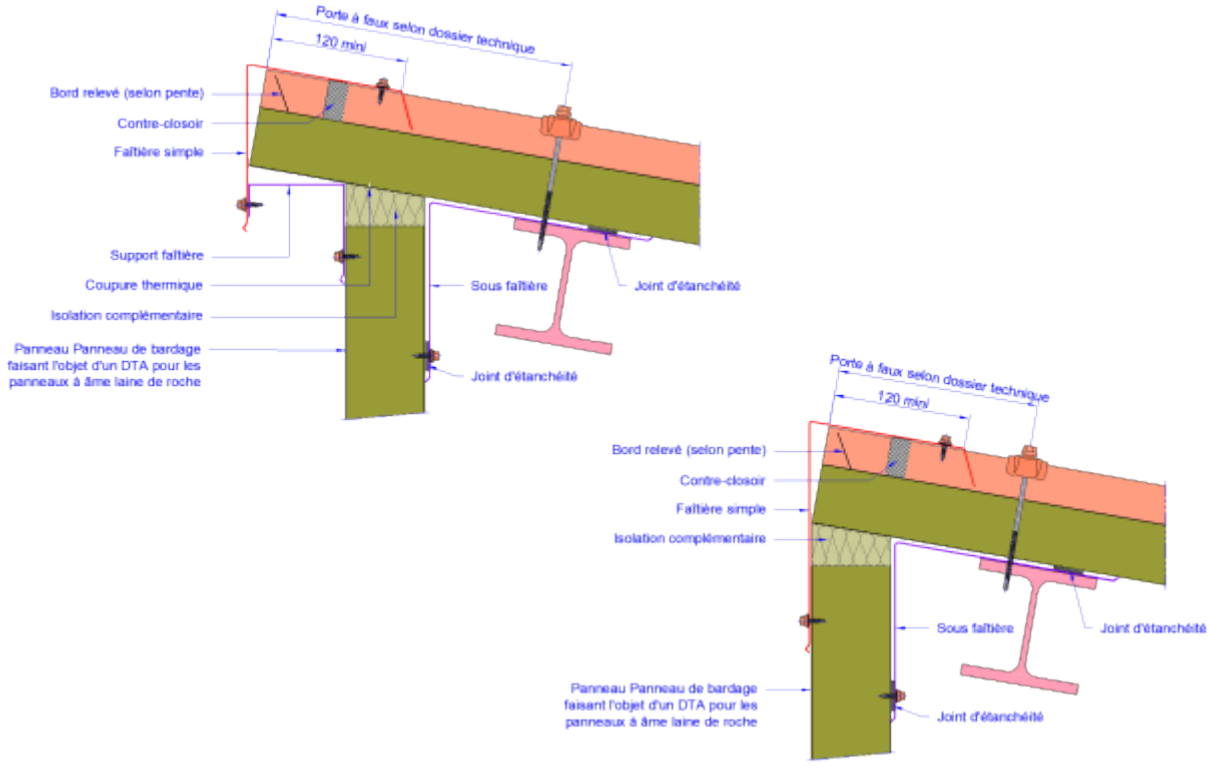



**Figure 11 – Faîtage simple**

Porte-à-faux définis au § 2.3.1

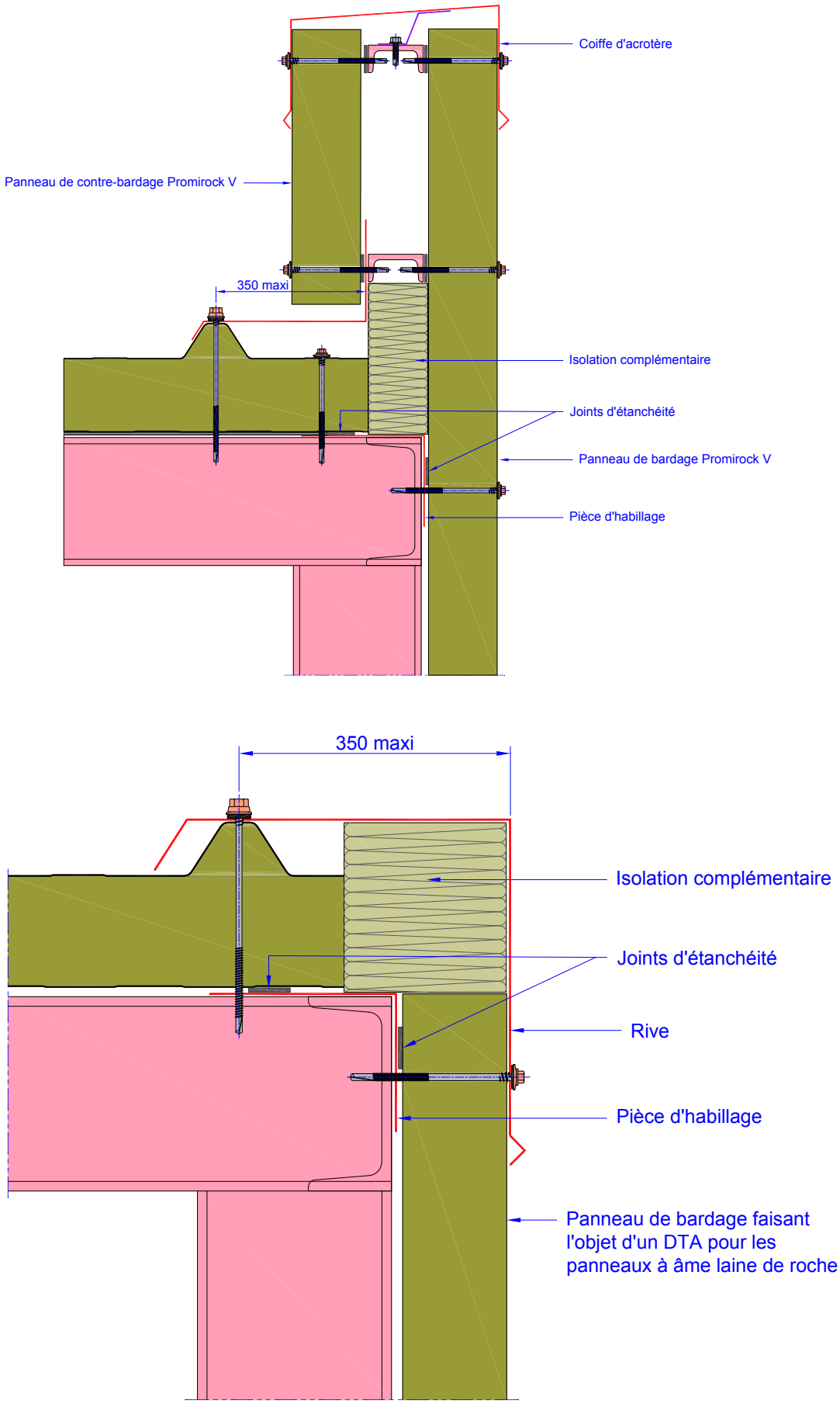



**Figure 12 – Rives contre acrotère et contre pignon**

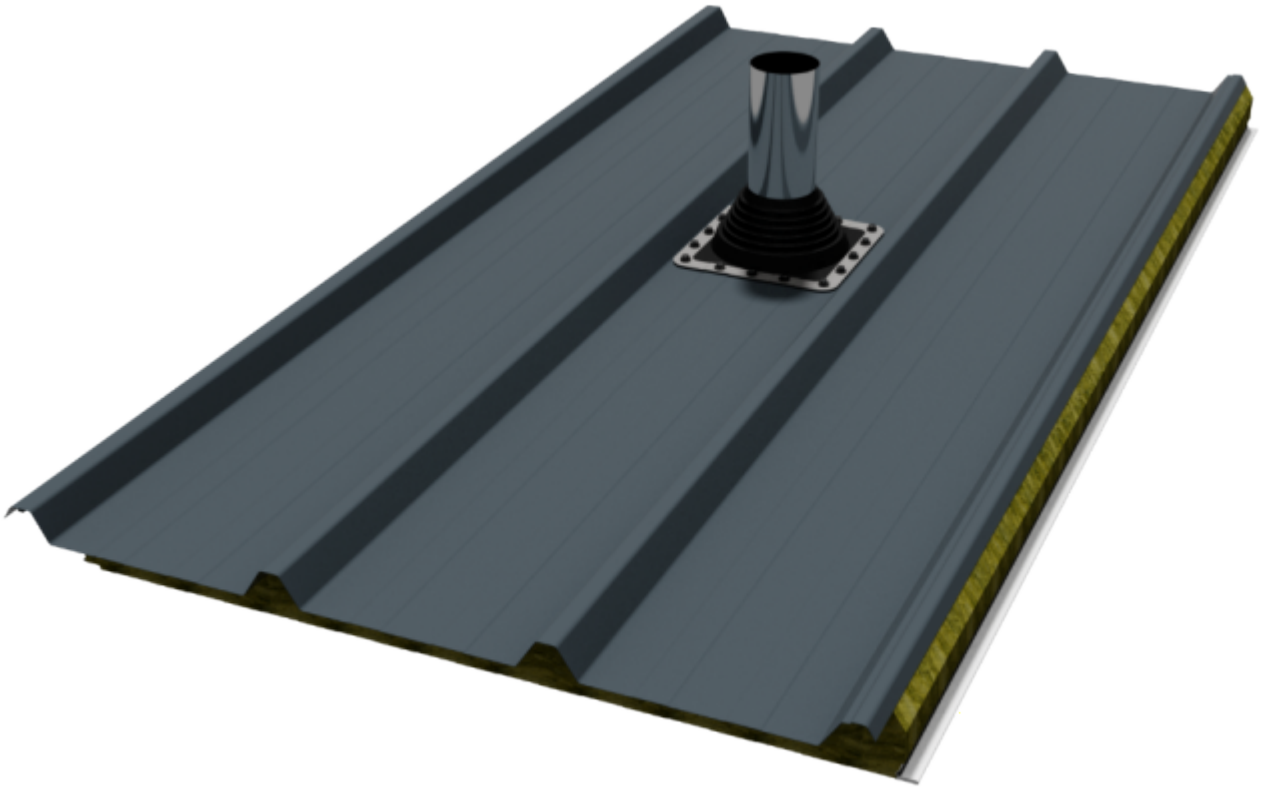


**Figure 13 – Manchon d'étanchéité**

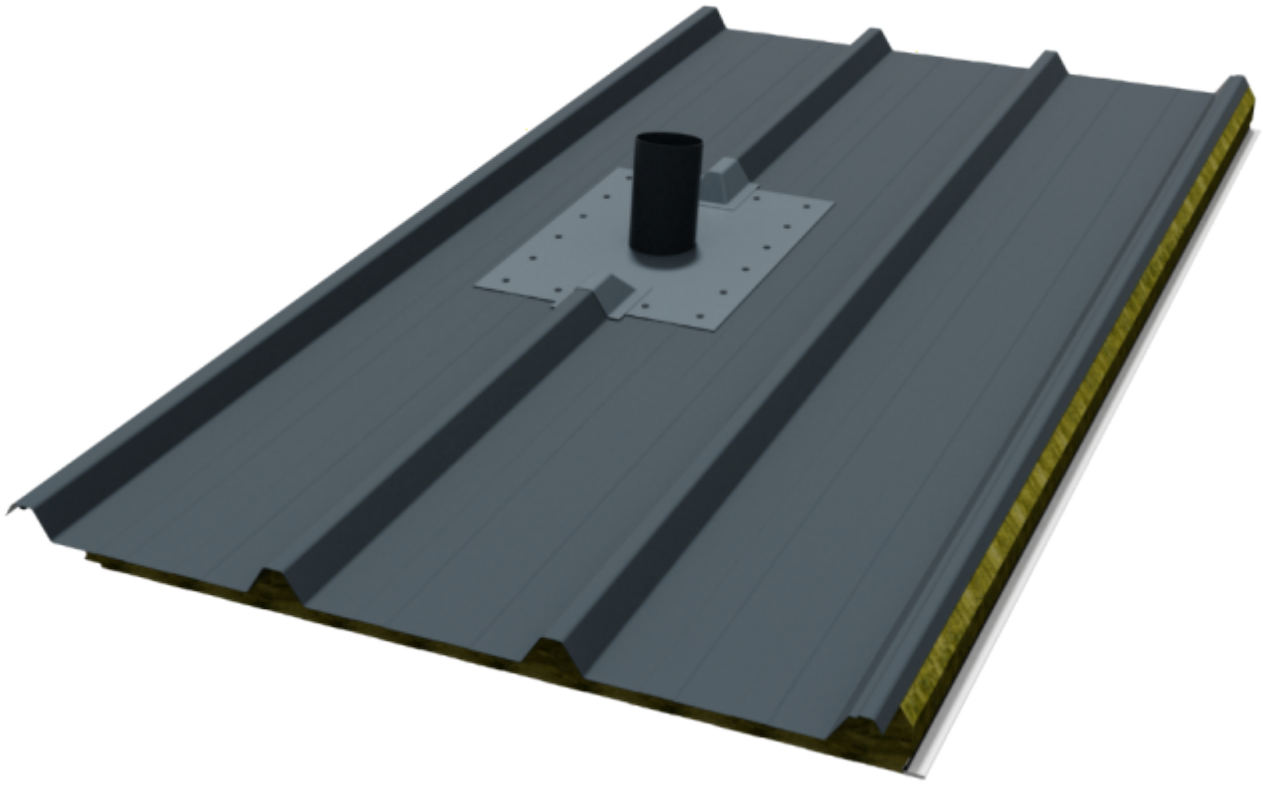


**Figure 14 – Plaque à douille (Réalisation en usine)**

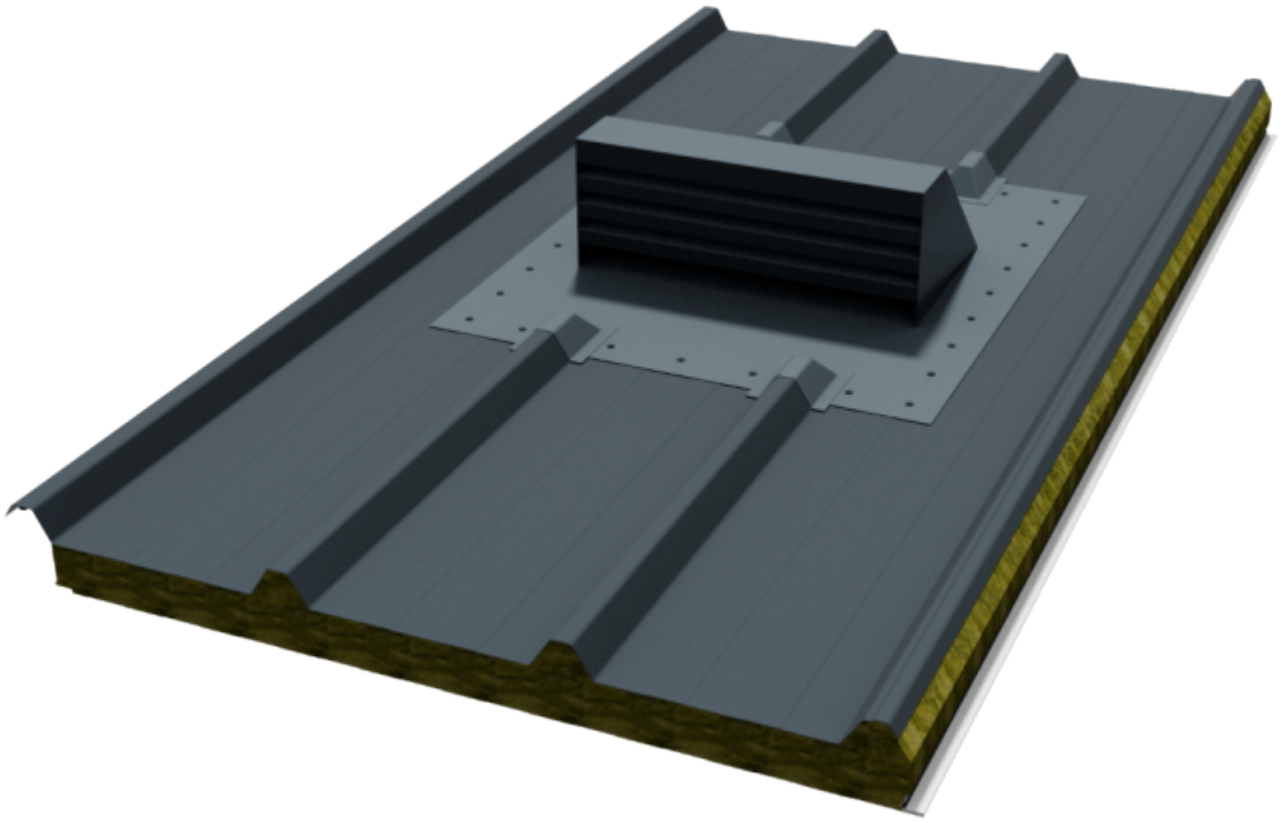


**Figure 15 – Plaque d'aération (Réalisation en usine)**

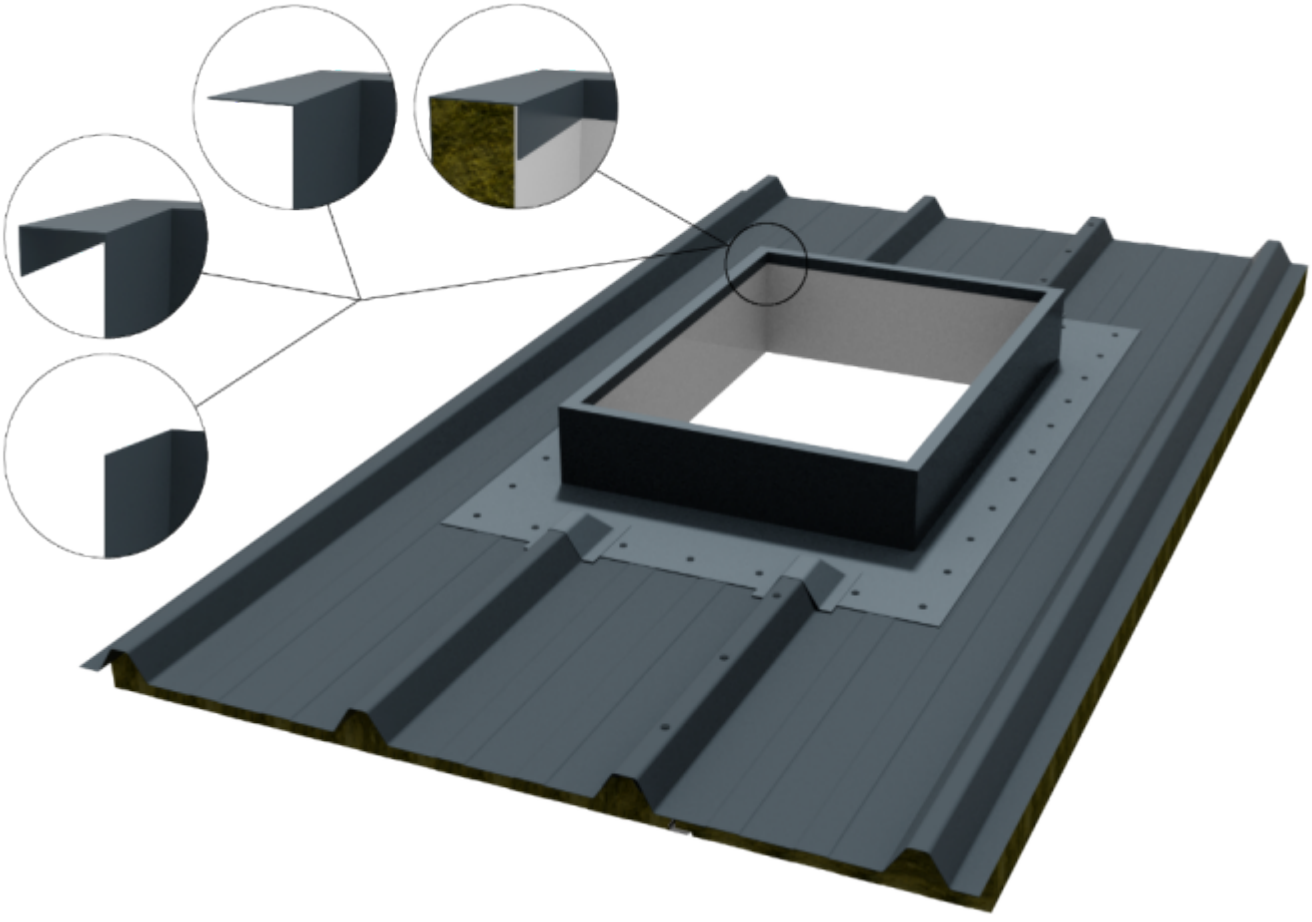


**Figure 16 – Costière (Réalisation en usine)**

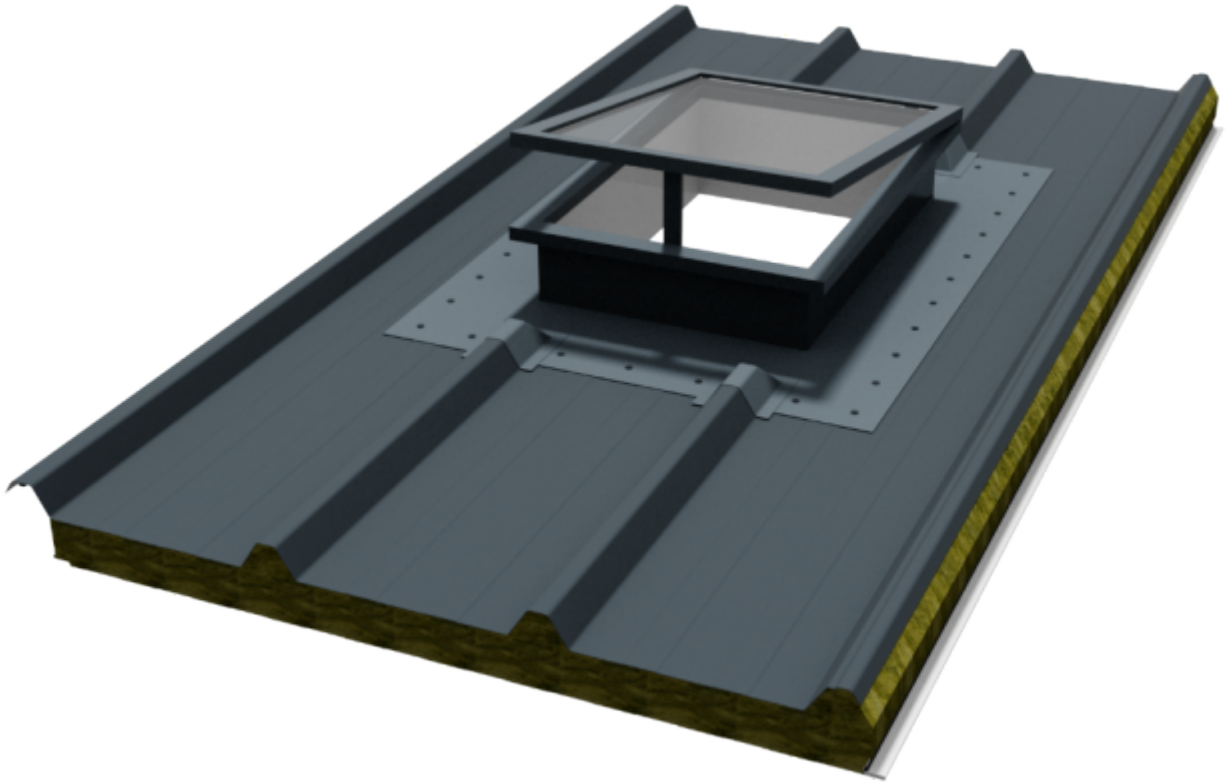
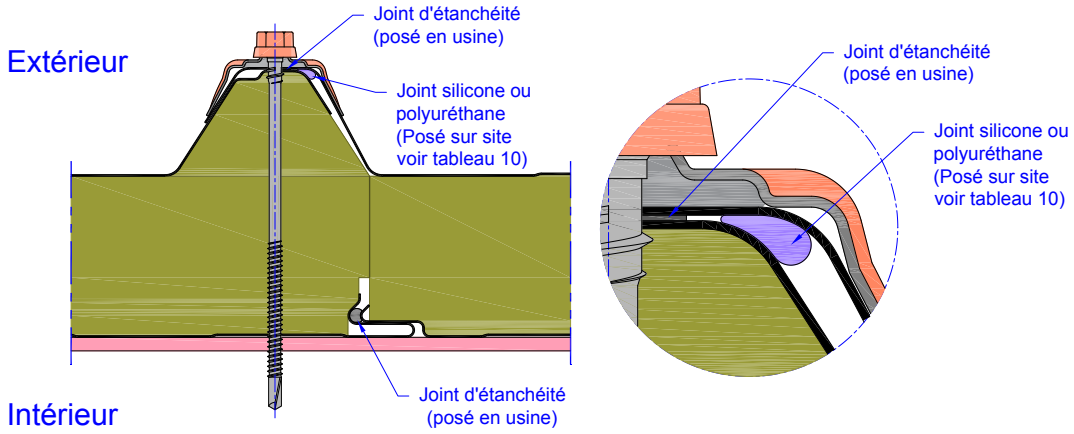


**Figure 17 – Châssis ouvrant (Réalisation en usine)**

**Locaux avec pression de vapeur de 5 à 10 mm Hg et climatisés**




**Locaux à faible et moyenne hygrométrie**

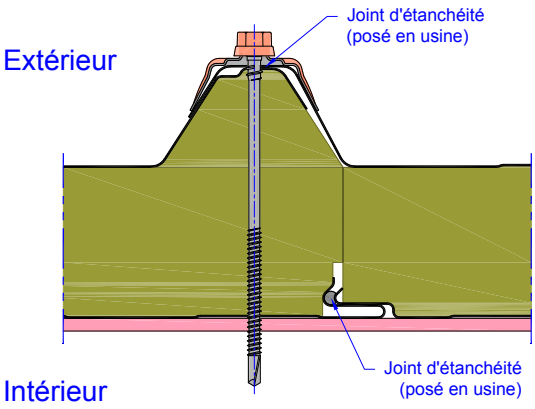



**Figure 18A – Garniture d'étanchéité**

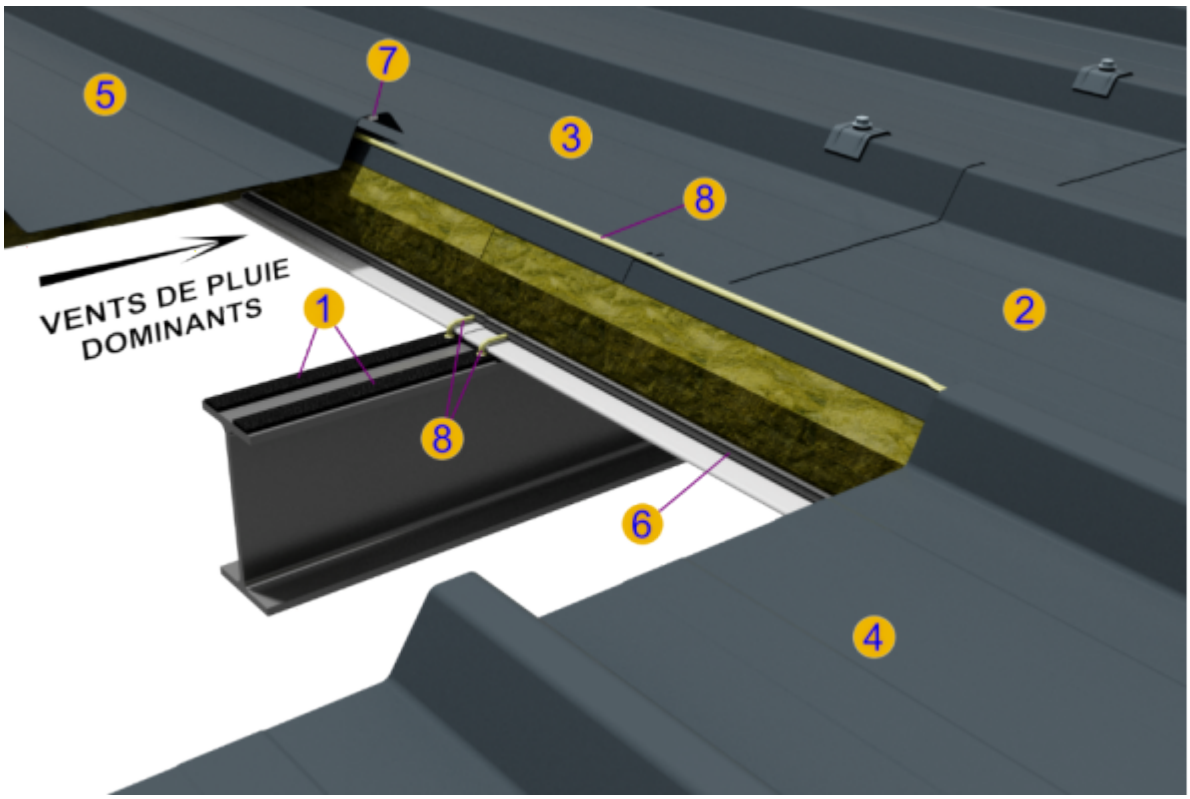



**Figure18B – Garnitures d'étanchéité pour locaux avec pression de vapeur de 5 à 10 mm Hg et locaux climatisés - sans complément d'étanchéité (CE) transversal**

Légende pour figures 18B et 18C :

1 = Joints sur appui ; 2 = premier panneau posé ; 3 = second panneau posé ; 4 = troisième panneau posé (Décalé pour la compréhension de la figure) ; 5 = quatrième panneau à poser ; 6 = joint posé en usine ; 7 = joint posé en usine ; 8 = joint complémentaire posé sur site dans le cas des locaux avec pression de vapeur de 5 à 10 mmHg (Cf. tableau 10) ; 9 = Complément d'étanchéité (CE) éventuel posé sur site en fonction de la pente et longueur des recouvrements (Cf. tableau 11)

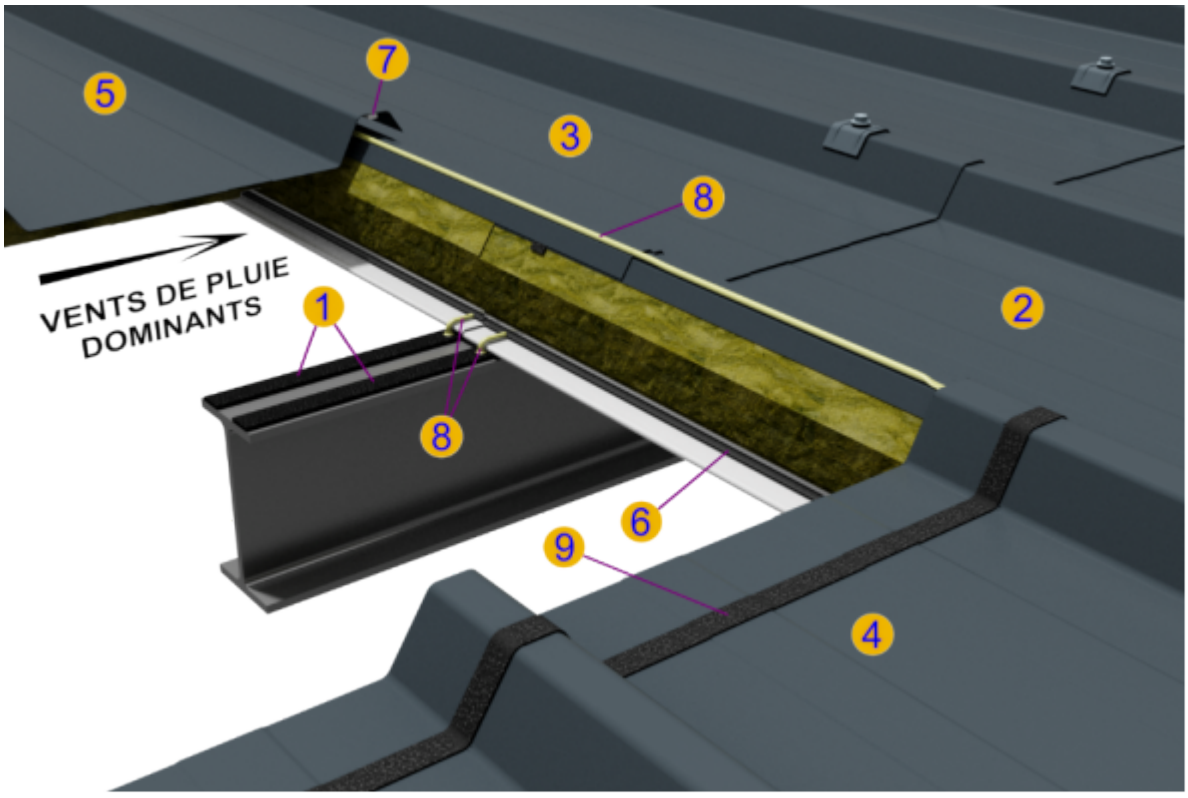



**Figure 18C – Garnitures d'étanchéité pour locaux avec pression de vapeur de 5 à 10 mm Hg et locaux climatisés – avec complément d'étanchéité (CE) transversal**

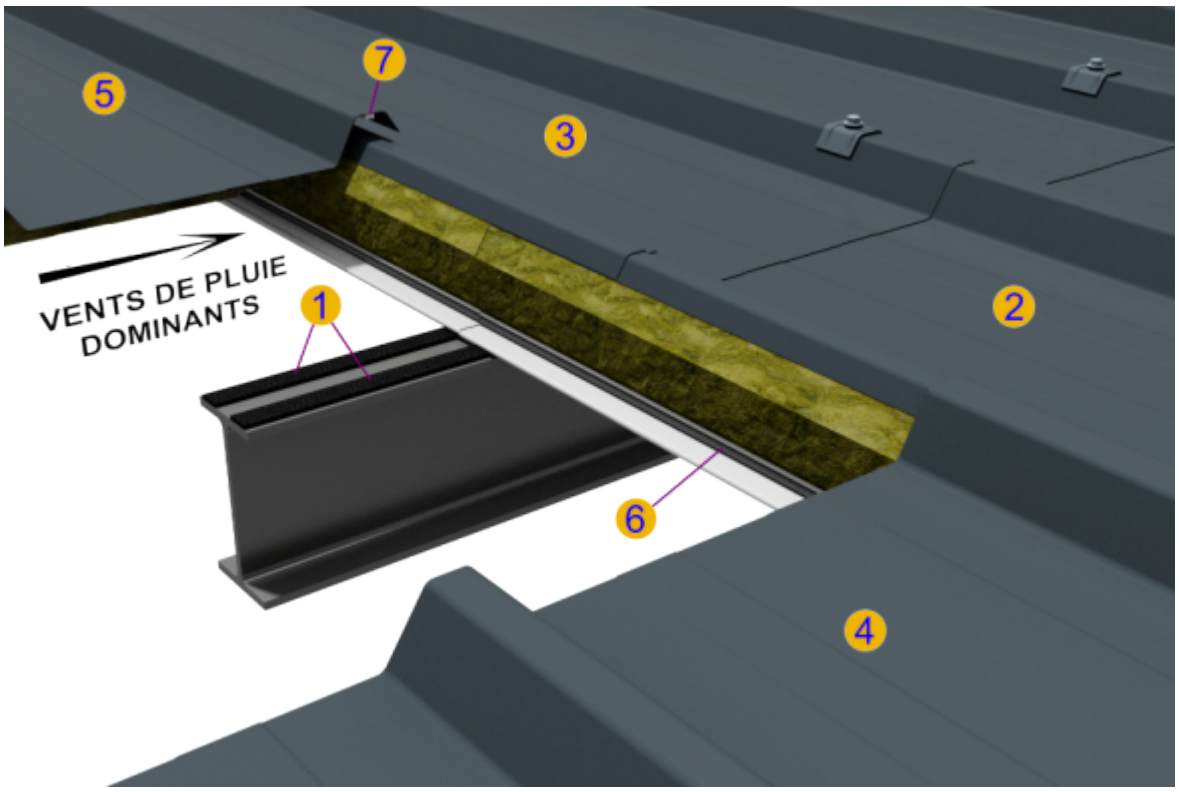



**Figure 18D – Garniture d'étanchéité pour locaux à faible et moyenne hygrométrie – sans complément d'étanchéité (CE) transversal**

Légende pour figures 18D et 18E:

1 = Joint sur appui ; 2 = premier panneau posé ; 3 = second panneau posé ; 4 = troisième panneau posé (Décalé pour la compréhension de la figure) ; 5 = quatrième panneau posé ; 6 = joint posé en usine ; 7 = joint posé en usine ;

9 = Complément d'étanchéité éventuel posé sur site, en fonction de la pente et longueur des recouvrements (Cf. tableau 11)

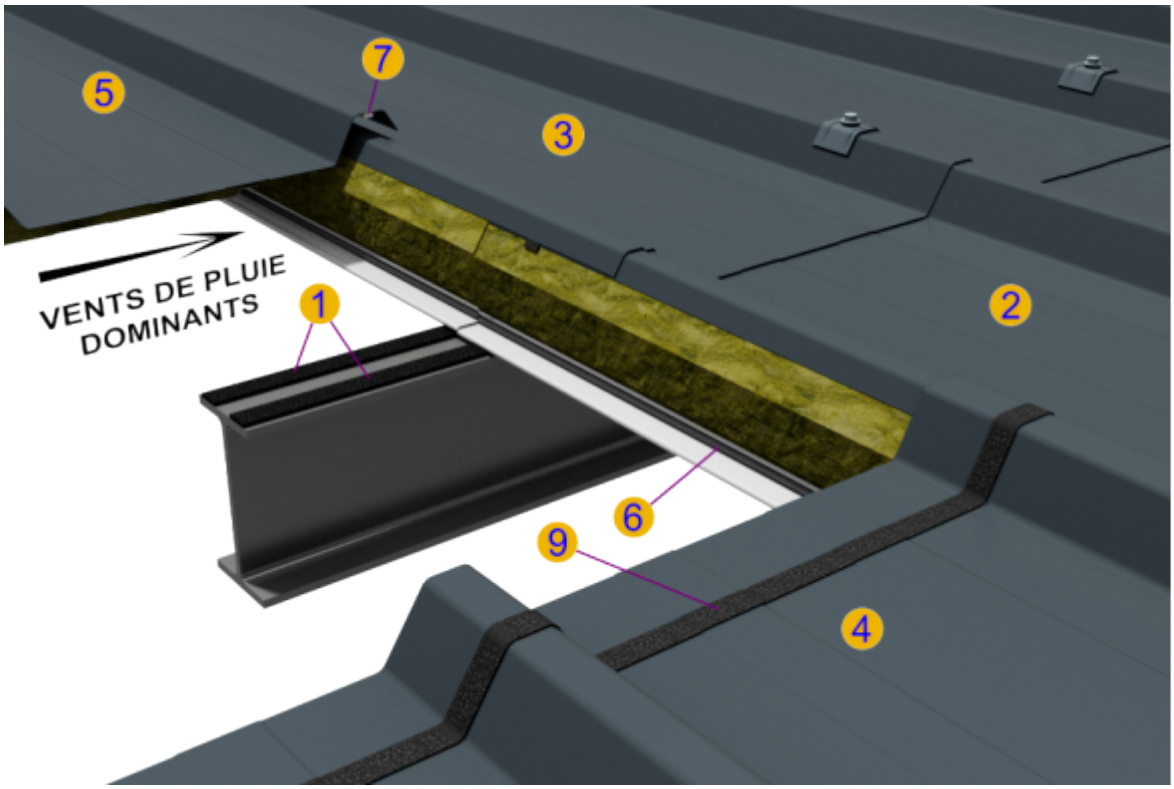
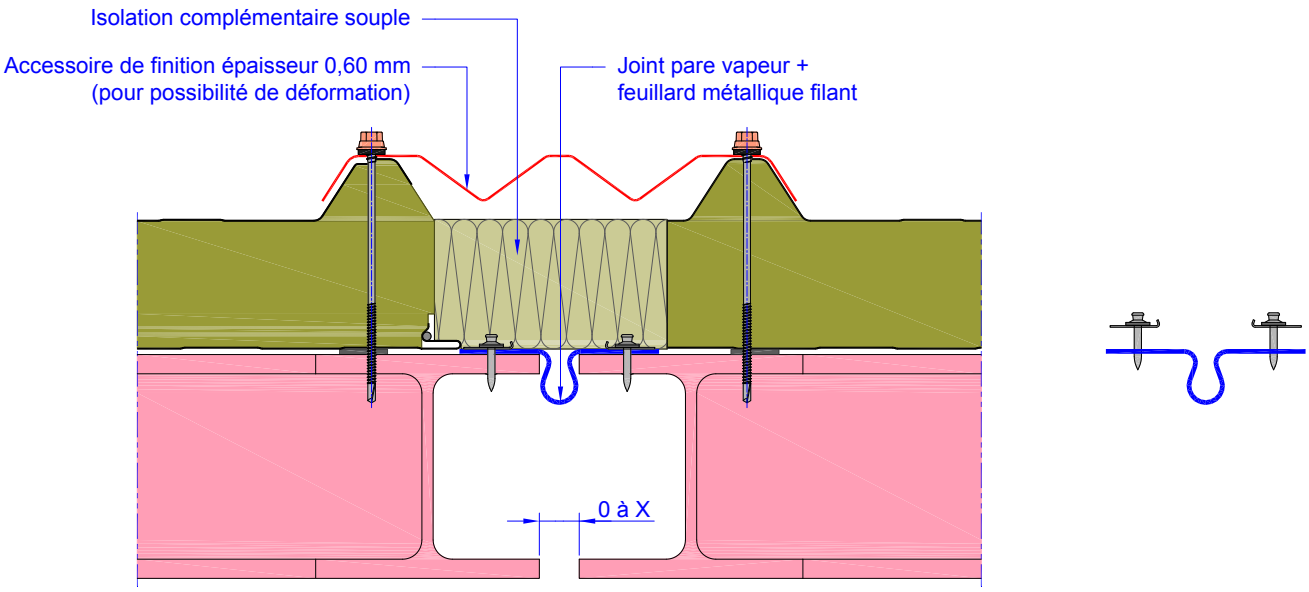
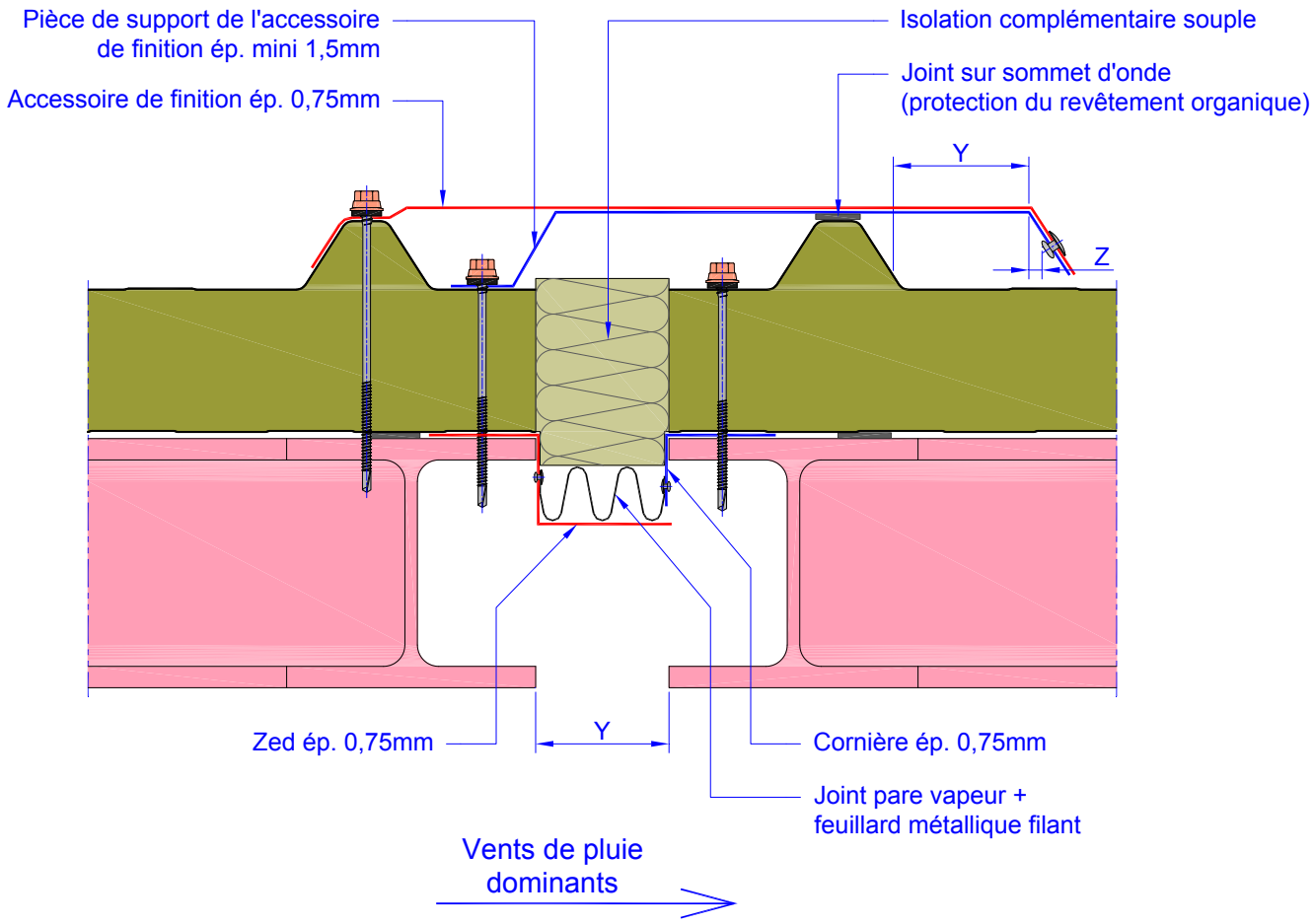



**Figure 18E – Garnitures d'étanchéité pour locaux à faible et moyenne hygrométrie – avec complément d'étanchéité (CE) transversal**




X : cote max du joint de dilatation (50 mm).




Y : côte du joint de dilatation (± 150 mm)

Z = côte minimale de 5 mm entre la pointe du rivet ou de la vis, et le déplacement maxi / Y.

**Figure 19 – Exemples de joint de dilatation**