

Sur le procédé

COVISO 4.40 / HI-XT

Famille de produit/Procédé : Panneau sandwich métallique en couverture

Titulaire(s) : **Société BACACIER SAS**
Société HUURRE IBERICA

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

Versions du document

Version	Description	Rapporteur	Président
V3	<p>Cette version annule et remplace l'Avis Technique 2.1/16-1772_V2.</p> <p>Les modifications apportées dans cette nouvelle version sont les suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Plus de précisions sur les zones d'action de vent dans le paragraphe 2.3.3 « Dimensionnement des panneaux » • Modification de catégorie pour le revêtement organique type Polyester 15 µm dans Tableau 1 « Conditions de choix de revêtement en fonction de l'ambiance intérieure » • Mise à jour du tableau 8 « Recouvrements transversaux minimum en fonction des pentes et zones climatiques ». 	MOKRANI Youcef	VALEM Frédéric
V2	<p>Cette version annule et remplace l'Avis Technique 2.1/16-1772_V1.</p> <p>Les modifications apportées dans cette nouvelle version sont les suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> • La modification de l'âme isolante : La mousse référencé « NASFR15 » remplace la mousse référencé « 9298 » ; • L'ajout du paragraphe 2.2.3.1.8 « Feu extérieur de toiture » ; • L'application sous la nouvelle trame de l'Avis Technique. <p>Lors de la 1ère révision, le DTA COVISO 4.40 / HI-XT a été révisé à l'identique.</p>	MOKRANI Youcef	VALEM Frédéric

Descripteur :

Procédé de couverture en panneaux sandwich à parements en tôle d'acier galvanisée prélaquée, et à âme isolante injectée en polyisocyanurate (PIR) expansée au cyclopentane.

Les panneaux ont les dimensions suivantes :

- Epaisseur : 30 à 120 mm.
- Longueur hors tout maximale : 16 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.

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.	Ouvrage visé.....	4
1.2	Appréciation.....	4
1.1.3.	Aptitude à l'emploi du procédé.....	4
1.1.4.	Durabilité - Entretien.....	5
1.1.5.	Impacts environnementaux.....	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
2.1.4.	Principe.....	8
2.1.5.	Caractéristiques des composants.....	8
2.1.6.	Éléments.....	9
2.3	Dispositions de conception.....	13
2.1.7.	Généralités.....	13
2.1.8.	Conditions de conception.....	13
2.1.9.	Dimensionnement des panneaux.....	13
2.1.10.	Critères de dimensionnement.....	14
2.4	Dispositions de mise en œuvre.....	14
2.1.11.	Conditions de mise en œuvre.....	14
2.1.12.	Conditions générales de pose.....	14
2.1.13.	Conditions particulières aux appuis.....	14
2.1.14.	Pentes et longueur de rampant.....	14
2.1.15.	Dispositions vis-à-vis de l'étanchéité.....	15
2.1.16.	Assemblage et fixations.....	15
2.1.17.	Ouvrages particuliers de toiture.....	16
2.1.18.	Précautions particulières.....	17
2.5	Entretien, rénovation et remplacement.....	18
2.1.19.	Entretien.....	18
2.1.20.	Rénovation.....	18
2.1.21.	Remplacement de panneaux endommagés.....	18
2.6	Traitement en fin de vie.....	18
2.7	Assistance technique.....	18
2.8	Principes de fabrication et de contrôle de cette fabrication.....	19
2.1.22.	Procédé de fabrication.....	19
2.1.23.	Contrôles de fabrication.....	19
2.9	Mention des justificatifs.....	19
2.1.24.	Résultats expérimentaux.....	19
2.1.25.	Références chantiers.....	19
2.10	Annexe du Dossier Technique – 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 28 novembre 2023 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.

1.1.2. Ouvrage visé

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

La longueur des rampants est limitée à 40 m et la hauteur des bâtiments est limitée à 50 mètres.

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

Ne sont pas visés par ce dossier :

- la couverture de locaux frigorifiques et agroalimentaires ;
- les bâtiments situés en climat de montagne (altitude > 900 m).

1.2 Appréciation

1.1.3. Aptitude à l'emploi du procédé

1.1.3.1. 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.

1.1.3.2. Sécurité en cas d'incendie

Elle ne nécessite pas de justification particulière compte tenu du domaine d'emploi visé (cf. § 1.1.2).

Les panneaux sandwich du procédé de couverture COVISO 4.40 / HI-XT font l'objet, suivant la NF EN 13 501-1, d'un classement de réaction au feu en cours de validité (cf. §2.9.1).

L'utilisation du procédé COVISO 4.40 / HI-XT dans les bâtiments relevant du code du travail dont le plancher bas du dernier niveau est situé à plus de 8 m du sol et dans les ERP, est exclue du domaine d'emploi.

1.1.3.3. 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 COVISO 4.40 / HI-XT peut être mis en œuvre, en respectant les prescriptions du Dossier Technique sur des bâtiments de catégorie d'importance I, II, III et IV¹, 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.

1.1.3.4. Isolation thermique

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 (cf. §2.2.3.1.6) 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.

1.1.3.5. 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.

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.

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

1.1.3.6. 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.

1.1.3.7. 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 d'eau est comprise entre 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'éclairage 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 15 mm Hg « 1999 Pa ») doit être précisée dans les DPM.

1.1.3.8. Prévention et maîtrise 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 COVISO 4.40 / HI-XT 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).

1.1.3.9. Fabrication et contrôle

La fabrication des parements métalliques relève des techniques traditionnelles de profilage des tôles d'acier galvanisées ou galvanisées prélaquées. Le moussage de l'âme isolante est réalisé, dans l'usine HUURRE IBERICA de CASSA de la Selva (Girona, Espagne), depuis plusieurs années par procédé continu et n'appelle pas d'observation particulière. La Société a mis en place des dispositions de fabrication et d'autocontrôle qui permettent de compter sur une suffisante constance de qualité.

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

Cet avis est formulé en prenant en compte les contrôles et modes de vérifications de fabrication décrits dans le Dossier Technique.

1.1.3.10. Mise en œuvre

La mise en œuvre de ces éléments (nervures posées parallèles à la ligne de plus grande pente) se rapproche de celle des plaques nervurées traditionnelles selon NF P 34-205-1 (réf DTU 40.35).

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

1.1.4. Durabilité - Entretien

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

Entretien

Les dispositions de l'annexe C du NF P 34-205-1 (réf DTU 40.35) "Conditions d'usage et d'entretien" s'appliquent à ce système.

1.1.5. Impacts environnementaux

1.1.5.1. Données environnementales²

Le procédé COVISO 4.40 / HI-XT ne dispose d'aucune déclaration environnementale (DE) et ne peut donc revendiquer aucune performance environnementale particulière. Il est rappelé que cette DE n'entre pas dans le champ d'examen d'aptitude à l'emploi du procédé.

Les données issues des DE ont notamment pour objet de servir au calcul des impacts environnementaux les ouvrages dans lesquels le procédé visé est susceptible d'être intégré.

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

1.1.5.2. Aspects sanitaires

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

1.3 Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

La société BACACIER SAS distribue le procédé sous la référence commerciale COVISO 4.40.

La société HUURRE IBERICA distribue le procédé sous la référence commerciale HI-XT.

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 COVISO 4.40 / HI-XT ou sur l'un de ses parements est exclu. Seule la fixation des accessoires de finitions définis au § 2.2.3.2 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 §2.4.7.5 pour le traitement des pénétrations ponctuelles.

2. Dossier Technique

Issu des éléments fournis par les titulaires et des prescriptions du Groupe Spécialisé acceptées par les titulaires

2.1 Mode de commercialisation

Le procédé COVISO 4.40 / HI-XT est commercialisé par les titulaires.

Titulaires : BACACIER SAS

Internet : www.bacacier.com

HUURRE IBERICA

Internet : www.huurreiberica.com

2.1.1. Mise sur le marché

En application du Règlement (UE) n° 305/2011, les panneaux sandwich du procédé COVISO 4.40 / HI-XT 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 panneaux sandwich isolants du procédé COVISO 4.40 / HI-XT sont caractérisés par la géométrie particulière de leurs sections transversales, illustrées par la figure 1 du Dossier Technique.

Chaque colis de panneaux est identifié conformément au § 2.1.3.1 du Dossier Technique.

2.1.3. Marquage, Emballage, transport, manutention et stockage

2.1.3.1. Marquage

Chaque colis est marqué au moyen d'une étiquette CE et d'une fiche d'identification en indiquant :

- La référence du produit : COVISO 4.40 ou HI-XT ;
- La référence du client ;
- La composition du colis ;
- Le marquage COV ;
- Le marquage ACERMI ;
- La description du panneau (épaisseur, nature des parements et de leurs revêtements) ;
- La date et heure de fabrication ;
- Le code de la mousse ;
- Le poids du colis ;
- La référence de l'usine.

2.1.3.2. Emballage

Les panneaux sandwich isolants du procédé COVISO 4.40 / HI-XT sont livrés sous emballage « alterné », de façon standard, ou « positif », sur demande.

- Emballage « Alterné »

Les panneaux sont empilés tête bêche, l'un au-dessus de l'autre. L'assemblage est ensuite emballé par banderolage d'un film plastique autour des panneaux, avec protection aux points d'élingage (Pieds polystyrène, cornières en carton et plaque de polystyrène).

- Emballage « Positif »

Les panneaux sont empilés les uns au-dessus des autres, avec parement extérieur orienté vers le haut. L'assemblage est ensuite emballé par banderolage d'un film plastique autour des panneaux avec protection aux points d'élingage (Pieds polystyrène, cornières en carton et plaque de polystyrène).

Sur demande, peut être appliqué un film de protection d'épaisseur 30 µm minimum sur les parements prélaqués intérieur et/ou extérieur des panneaux COVISO 4.40 / HI-XT.

2.1.3.3. Transport

Les panneaux et leurs accessoires doivent être transportés dans des camions bâchés, bien calés et gerbés correctement.

Il faut vérifier à chaque livraison, même dans son emballage d'origine, l'intégralité de celle-ci et les éventuels dommages. Tous commentaires et réclamations doivent être notifiés dans les documents d'expédition avec le numéro d'emballage.

Toutes les réclamations doivent être faites au moment de la livraison.

2.1.3.4. Manutention

Les opérations de manutention se feront en tenant compte des particularités du panneau du guide de manutention situé sur le colis. Ce dernier indique les préconisations générales à prendre en compte, en fonction des moyens de manutention.

Le déchargement des panneaux se fera à l'aide de moyens appropriés :

- A l'aide de fourches (pour les colis inférieurs à 9,0 m) ;
- A l'aide d'élingues plates (pour les colis supérieurs à 9,0m).

La manipulation des panneaux, du lieu de stockage au lieu de mise en œuvre pour mise en place, se fera de préférence sur chant et avec le plus grand soin afin d'éviter toutes dégradations sur le produit.

2.1.3.5. Stockage

La durée de stockage des panneaux sur chantier doit être réduite au minimum.

Les panneaux doivent être entreposés de façon légèrement inclinée (environ 5°) afin de faciliter l'écoulement de l'eau.

Les panneaux fournis recouverts d'un film protecteur, ne doivent pas être stockés au soleil.

Le retrait des films doit être effectué juste avant l'assemblage des panneaux, et dans un délai de deux semaines maximums après la livraison.

2.2 Description

2.1.4. Principe

Le COVISO 4.40 / HI-XT est un procédé de couverture métallique en panneaux sandwich de grande longueur, dont l'âme est constituée de mousse polyisocyanurate, PIR, expansée au cyclopentane, entre une tôle intérieure faiblement nervurée et une tôle extérieure fortement nervurée.

Les jonctions longitudinales sont obtenues par emboîtement des rives des panneaux, tandis que les jonctions transversales sont obtenues par recouvrement du débord du panneau supérieur « démoûssé » sur le panneau inférieur.

Les panneaux sont d'épaisseur 30 à 120 mm (hors nervuration principale).

2.1.5. Caractéristiques des composants

2.1.5.1. Parements

En référence aux expositions définies dans la norme NF P 34-301, le choix des parements et de leur finition, qui est fonction des atmosphères extérieures et ambiances intérieures, est déterminé conformément aux tableaux 1 et 2, en fin de dossier technique.

2.1.5.1.1. Parement intérieur

Le parement intérieur est constitué d'une tôle d'acier de nuance minimale S220 GD et d'épaisseur nominale minimale 0,40 mm conformément à la norme NF EN 10346 et prélaqué conformément aux normes NF P 34-301 et NF EN 10169.

- Z 100 pour (Polyester 15 µm) ;
- Z 225 ou Z 275 pour les autres revêtements.

Les revêtements prélaqués sont :

- Polyester 15 µm ;
- Polyester 25 µm ;
- Polyester 35 µm ;
- Polyuréthane HDX 55 µm.

2.1.5.1.2. Parement extérieur

Le parement extérieur est constitué d'une tôle d'acier de nuance minimale S250 GD et d'épaisseur nominale minimale 0,50 mm conformément à la norme NF EN 10346 et prélaqué conformément aux normes NF P 34-301 et NF EN 10169.

Les revêtements prélaqués sont :

- Polyester 25 µm ;
- Polyester 35 µm ;
- Polyuréthane HDX 55 µm.

2.1.5.2. Isolant

L'âme isolante est constituée d'une mousse rigide en polyisocyanurate PIR, expansée au cyclopentane de référence NASFR15, et épandue en continue entre les deux parements métalliques. Les propriétés des panneaux sont détaillées dans le tableau 3 ci-après.

Mousse	Système NASFR15
Densité de la mousse	40 ± 5 kg/m ³
Conductivité thermique	0,023 W/m.K ^(*)
Traction (f _{ct})	0,06 MPa
Compression (f _{cc})	0,10 MPa
Cisaillement (f _{cv})	0,11 MPa

(*) Selon l'ACERMI n° 16/194/1204.

Tableau 3 – Caractéristiques minimales de l'âme isolante exprimées en fractile

2.1.5.3. Equipement des ondes recouvertes et recouvrantes

2.1.5.3.1. Onde recouverte

Les tranches des rives longitudinales sont fermées du côté de l'onde recouvrante, par un joint en mousse polyéthylène, de densité 33 kg/m³ et d'épaisseur 5,0 mm.

2.1.5.3.2. Onde recouvrante

Cette onde est fermée à l'aide d'un film PVC.

2.1.5.4. Organes de fixation

Le choix du traitement anticorrosion des dispositifs de fixations 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.

2.1.5.4.1. Généralités

Les fixations et leurs accessoires doivent avoir des caractéristiques conformes aux dispositions du paragraphe 5.4 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.

2.1.5.4.2. Fixation des panneaux

Les fixations utilisées afin d'assembler les panneaux à l'ossature porteuse sont des types suivants :

- Vis autoperceuse (∅ 5,5 mm mini sur acier, ∅ 6,3 mm mini sur bois) ;
- Vis autotaraudeuse (∅ 6,3 mm mini) ;
- Tirefond à visser (∅ 8 mm mini).

Ces fixations sont mises en œuvre en sommet d'onde avec cavalier de répartition.

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

2.1.5.4.3. Fixation des façonnés

Les fixations des accessoires façonnés sont :

- Vis autoperceuses de diamètre minimal 4,8 mm munies d'une rondelle vulcanisée monobloc de diamètre mini 14 mm ;
- Rivets inox pour une utilisation en intérieur uniquement (corps A2 – Tige 10% Cr).

Pour les conditions de choix vis à vis de la tenue au risque de corrosion, se référer au § 2.2.2.4.1.

2.1.6. Eléments

2.1.6.1. Panneau

Les panneaux sandwich isolants du procédé COVISO 4.40 / HI-XT font l'objet d'une déclaration de performances sur la base de la norme NF EN 14509.

2.1.6.1.1. Dimensions et tolérances

- Largeur utile : 1000 mm ;
- Largeur hors tout : 1070 mm ;
- Longueur minimale (hors reprise) : 0,5 m ;
- Longueur maximale (y compris débord) : 16,0 m ;
- Epaisseur des panneaux : 30 – 40 – 60 – 80 – 100 et 120 mm.

Les tolérances dimensionnelles des panneaux sont conformes à l'annexe D de la NF EN 14509.

2.1.6.1.2. Géométrie des parements

Parement intérieur

Profil de forme trapézoïdale, faiblement nervuré :

- Profondeur de nervuration : 0,30 mm ;
- Largeur des plages : 48 mm ;
- Pas : 96 mm.

Les faces prélaquées intérieures peuvent être recouvertes, sur demande, d'un film pelable de protection, qui est à retirer lors de la pose.

Parement extérieur

Profil nervuré qui présente cinq nervures principales, équidistantes de 250 mm, trapézoïdales de base 65 mm, de hauteur 40 mm, et de sommet 20 mm pour les nervures en partie courante, de sommet 18,9 pour la nervure recouverte et 21,5 pour la nervure recouvrante, dont deux sont en rive longitudinale du panneau.

Chaque plage est aussi munie d'une nervure secondaire de hauteur 2 mm et largeur 63,5 mm.

Les faces prélaquées extérieures peuvent être recouvertes, sur demande, d'un film pelable de protection, qui est à retirer lors de la pose.

2.1.6.1.3. Rives longitudinales

Les panneaux possèdent une onde recouverte et une onde recouvrante permettant un emboîtement par superposition de type couverture sèche.

La tranche des rives longitudinales est fermée par un film PVC. Ces derniers ont des largeurs adaptées à chaque épaisseur de panneau (Cf. figure 3).

2.1.6.1.4. Rives transversales

En extrémité, les panneaux sont de coupe droite, et la mousse est apparente.

Pour la mise en œuvre aux jonctions transversales des panneaux, et au niveau de l'égout, il est impératif de prévoir un débord. Ce dernier est réalisé par le parement extérieur, par découpe du parement intérieur et du démoussage en ligne (en usine), selon les spécifications de la commande. Ce débord présente une dimension pouvant aller de 50 à 300 mm (cf. tableau 8, figures 4, 5, 12 et 13).

Dans le cas de débord, il est indispensable de préciser, lors de la spécification d'une commande, s'il s'agit de panneaux à recouvrement du type « gauche » ou du type « droit » (cf. figures 4 et 5).

2.1.6.1.5. Poids surfaciques

Le tableau 4 ci-dessous indique les valeurs de poids surfaciques nominales des panneaux sandwich isolants du procédé COVISO 4.40 / HI-XT, pour le couple d'épaisseurs nominales parement extérieur / parement intérieur, de 0,50 / 0,40 mm :

Épaisseur du panneau (mm)	Poids surfacique des panneaux (daN/m ²)
30	9,52
40	9,93
60	10,75
80	11,58
100	12,40
120	13,22

Tableau 3 – Poids surfacique des panneaux

2.1.6.1.6. Caractéristiques thermiques

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

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

Où :

- U_c est le coefficient de transmission thermique en partie courante du panneau.
- Ψ_j est le coefficient de déperdition linéique correspondant à l'emboîtement entre panneaux.
- L_p est la longueur d'emboîtement entre panneau.
- n est le nombre de fixations de la paroi.
- χ est le coefficient de déperdition ponctuel correspondant à une fixation utilisée (forfaitairement, $\chi = 0,01$ W/K par fixation traversante).
- A est la surface de la paroi.

Les valeurs de U_c et Ψ_j sont données dans le tableau 5 ci-dessous, en fonction de l'épaisseur du panneau. Elles ont été calculées avec une conductivité thermique de 0,023 W/m.K. (certificat Acermi Tremplin n° 16/194/1204).

Epaisseur du panneau (mm)	U_c (W/m².K)	ψ_j (W/m.K)
30	0,653	0,007
40	0,509	0,004
60	0,353	0,002
80	0,270	0,001
100	0,219	0,001
120	0,184	négligeable

Tableau 4 - Performances thermiques des panneaux**2.1.6.1.7. Réaction au feu**

Les panneaux sandwich isolants du procédé COVISO 4.40 - HI-XT de couverture avec des revêtements organiques côté intérieur possédant un PCS inférieur ou égal à 4 MJ/m², font l'objet du rapport de classement valide (Cf. §2.9.1) suivant la norme NF EN 13501-1 : B-s1, d0.

2.1.6.1.8. Feu extérieur de toiture

Les panneaux sandwich du procédé COVISO – HI-XT font l'objet, suivant la parution au journal officiel de l'Union Européenne de la décision du 04 septembre 2006, d'un classement BROOF (t3).

2.1.6.2. Accessoires**2.1.6.2.1. Accessoires façonnés métalliques**

Les accessoires pliés sont réalisés à partir de tôle d'acier de nuance, et qualité identique à ceux des parements extérieurs décrits dans le §2.2.2.1.2, d'épaisseur 0,63 mm minimum, et de longueur de 3,0 à 4,0 m.

Ces éléments permettent de traiter les points singuliers, et sont recouverts, à la livraison, d'un film pelable de protection à retirer à l'avancement de la pose.

La nomenclature des accessoires est détaillée ci-dessous (liste non exhaustive) :

- Faîtière simple crantée ;
- Faîtière double crantée ;
- Demi faîtière à boudin crantée ;
- Sous faîtière ;
- Closoir cranté ;
- Rive en solin ;
- Rive contre mur.

La mise en œuvre de ces différents accessoires est détaillée dans le § 2.4.7 ainsi que dans les figures en fin du Dossier Technique.

2.1.6.2.2. Accessoires Ponctuels**2.1.6.2.2.1. Lanterneaux, exutoires de fumée**

Ces accessoires sont fixés sur des embases en polyester conformes à la NF P 37-417, assurant le raccordement étanche à l'eau et à l'air avec le parement extérieur du panneau. La géométrie de ces éléments est spécialement adaptée aux panneaux sandwich isolants du procédé COVISO 4.40 / HI-XT (cf. figures 24, 25 et 26).

2.1.6.2.2.2. Pénétrations ou passages de tuyaux

Utilisations de manchons d'étanchéité en caoutchouc EPDM ou silicone sur une embase carrée ou ronde en aluminium déformable, permettant son adaptation sur le parement extérieur du panneau.

Le montage, l'emplacement, ainsi que les dimensions doivent être effectués conformément aux dispositions paragraphe 6.2.2.6.2 de la norme NF P 34-205-1 (DTU 40.35) (cf. figure 23).

2.1.6.2.3. Autres accessoires (non fournis par BACACIER / HUURRE IBERICA)**2.1.6.2.3.1. Isolants complémentaires**

Afin de parfaire les jonctions au niveau des points singuliers, et en particulier, réduire les ponts thermiques, des isolants complémentaires peuvent être utilisés. Ils sont constitués de laine minérale ou de mousse polyuréthane.

2.1.6.2.3.2. Compléments d'étanchéités

Les compléments d'étanchéité peuvent être de plusieurs types :

- Closoir et contre closoir en mousse à forme découpée pour s'adapter au profil ;

- Joints auto-adhésifs en mousse imprégnés ;
- Mastic silicone bénéficiant d'un label SNJF façade.

2.3 Dispositions de conception

2.1.7. Généralités

Les portées d'utilisation des panneaux sont déterminées suivant le principe des états limites avec pour référentiel climatique Eurocode vent (NF EN 1991 1-4, son annexe nationale, amendements et corrigendum) et Eurocode de neige (NF EN 1991 1-3, son annexe nationale avec leurs amendements).

Les tableaux de portées sont déterminés pour les largeurs d'appuis minimales visées dans ce Dossier Technique.

Pour la vérification des fixations à l'ELS, le coefficient matériau γ_m à prendre en compte est de :

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

Le porte à faux maximal longitudinal des panneaux sandwich doit être inférieur ou égal à la plus petite des valeurs suivantes :

- 6 fois l'épaisseur du panneau ;
- 1/10ème de la portée adjacente ;
- 0,60 m.

Le porte à faux transversal n'est quant à lui pas admis.

2.1.8. Conditions de conception

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

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 tolérance fonctionnelle de montage doivent être de classe 1 ou 2 selon la norme NF EN 1090-2 +A1.
- En bois, conformément aux normes NF EN 1995-1-1 et NF EN 1995-1-1/NA, 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, de 65 mm minimum dans le cas d'un recouvrement transversal et 2.5 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.

2.1.9. Dimensionnement des panneaux

Dispositions simplifiées pour la prise en compte des charges accidentelles de neige :

La notion de charge accidentelle est implicitement vérifiée lorsque la de neige « s_k » 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 une région donnée lorsque « s_{k2} » est inférieur à la valeur indiquée ci-dessus, la notion de charge accidentelle est vérifiée en remplaçant « s_k » par la valeur indiquée.

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

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

Il y a lieu de considérer que les tableaux de portées sont valables pour un porte-à-faux des panneaux inférieurs à la plus petite des valeurs données au paragraphe 2.3.1.

Dans le cas d'une résistance caractéristiques d'assemblage $P_k/\gamma_m < 400$ daN. La charge du vent ELS peut être obtenue par les formules suivantes :

- Panneau posé sur 2 appuis :

$$W_e = \frac{\left[8 \times \left(\frac{P_k}{\gamma_m} \right) + g \right]}{1,50}$$

- Panneau posé sur 2 appuis avec recouvrement transversal :

$$W_e = \frac{\left[4 \times \left(\frac{P_k}{\gamma_m} \right) + g \right]}{1,50}$$

- Panneau posé en continuité sur 3 appuis ou plus :

$$W_e = \frac{\left[n \times \left(\frac{P_k}{\gamma_m} \right) + g \right]}{1,25 \times L}$$

Avec,

- W_e , est la dépression aérodynamique du vent ELS en daN/m². Elle est calculée en prenant la valeur $C_{p,net}$ de la colonne fixation du tableau 4 du cahier du CSTB (n°3732) correspondant à la configuration de la couverture ;
- g , le poids du panneau en daN/m² ;
- L , est la portée en m ;
- n , est le nombre de fixations par mètre linéaire d'appui : $n = 4$ pour une fixation complète, $n = 2$ pour une fixation réduite ;
- P_k , la résistance caractéristique à l'arrachement de l'assemblage en daN (cf. la norme NF P30-310) ;
- γ_m , est le coefficient de sécurité matériau (cf. §2.3.1).

2.1.10. Critères de dimensionnement

Les portées maximales sous charges ascendantes et descendantes des panneaux de couverture du procédé COVISO 4.40 / HI-XT sont détaillées dans les tableaux 10, 11 et 12, pour des charges réparties à l'ELS.

Elles sont établies suivant le principe des états limites conformément à la méthode 3 du cahier CSTB 3731 avec une résistance de calcul ultime à l'arrachement des fixations à l'ELU P_k/γ_m de 400 daN.

2.4 Dispositions de mise en œuvre

2.1.11. Conditions de mise en œuvre

Des précautions doivent être prises pour assurer la continuité des étanchéités et de l'isolation afin de limiter les risques de condensation superficielle (cf. § 2.4.5 Dispositions vis-à-vis de l'étanchéité).

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

2.1.12. Conditions générales de pose

Les panneaux sandwich isolants du procédé COVISO 4.40 / HI-XT sont mis en œuvre à l'avancement. Les nervures du panneau sont parallèles à la ligne de plus grande pente.

La nervure libre « recouvrante » du panneau à poser vient recouvrir la nervure pleine « recouverte » du dernier panneau posé. De plus, le sens de progression des panneaux est choisi de façon à être contraire à celui des vents de pluie dominants (cf. figure 6). Cette condition impose donc, selon le cas, des panneaux de type « gauche » ou de type « droit ». (cf. figures 4 et 5).

2.1.13. Conditions particulières aux appuis

Les panneaux sandwich du procédé COVISO 4.40 / HI-XT peuvent être posés sur des appuis en acier, bois et béton avec inserts métalliques.

La face supérieure des appuis est parallèle au plan de la toiture, les appuis doivent être continus et sans saillie.

La mise en œuvre et la bonne tenue des fixations aux appuis imposent le respect d'une pince minimale de 15 mm en général du bord des appuis et de 20 mm par rapport à l'extrémité des panneaux. Dans le cas d'appuis en bois, la pince minimale de la fixation par rapport à l'appui est de $4 \cdot d$, avec d le diamètre de la fixation. L'ancrage minimal de la fixation est de 50 mm.

Les dimensions minimales des appuis sont détaillées dans le tableau 6 ci-dessous, ainsi que dans les figures 9, 10 et 11.

Type d'appui	Acier	Bois	Béton avec insert acier
Epaisseur minimale	1,5 mm	80 mm	2,5 mm
Appuis d'extrémité	40 mm	60 mm	60 mm
Appuis intermédiaire	40 mm	60 mm	60 mm
Recouvrement transversal	65 mm	90 mm	65 mm

Tableau 6 – Largeur minimales des appuis

2.1.14. Pentés et longueur de rampant

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

Les pentes minimales à respecter sont données au tableau 7, en fin du Dossier Technique.

En fonction de la pente, des dispositions particulières sont à considérer pour la réalisation des faitages (cf. §2.4.7.3), des recouvrements transversaux et longitudinaux (cf. §2.4.5).

La longueur maximale du rampant est de 40 m.

2.1.15. Dispositions vis-à-vis de l'étanchéité

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

2.1.15.1. Joints sur appuis pour l'étanchéité à l'air et à la vapeur d'eau

Un joint sur appui est à prévoir au droit d'une extrémité de panneau.

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

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

Le type de joint diffère selon l'hygrométrie des locaux :

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

2.1.15.2. Joints du panneau pour l'étanchéité à l'air et à la vapeur d'eau

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

- **Faible ou moyenne hygrométrie :**
 - Pas de joint supplémentaire à prévoir.
- **Locaux avec température et humidité fixées et régulées pour 5 mm Hg « 666 Pa » à 10 mm Hg « 1333 Pa » (cf. figure 8) :**
 - Un joint silicone dans la partie basse de l'emboîtement.
 - Il conviendra de raccorder le joint silicone placé en partie basse de l'emboîtement longitudinal avec le joint sur appui d'extrémité.

2.1.15.3. Joints du panneau pour l'étanchéité à l'eau (cf. figures 7 et 8)

- **Au niveau des recouvrements transversaux de panneaux**

En fonction de la pente de la couverture, de la zone climatique, et dans certains cas selon la présence ou non d'un complément d'étanchéité (CE), la longueur des recouvrements (débord) est donnée au Tableau 8, en fin de dossier technique.

- **Au niveau des recouvrements longitudinaux de panneaux**

Pour les pentes comprises entre 5 et 7%, un complément d'étanchéité (CE) conforme à la NF P 30-305 doit être prévu en sommet de nervure aux raccordements longitudinaux.

Pour des pentes supérieures, et lorsqu'un complément d'étanchéité (CE) est posé transversalement, ce même complément d'étanchéité doit être mis en œuvre aux recouvrements longitudinaux en sommet de nervures, l'emboîtement longitudinal sera couturé tous les 500 mm (cf. tableau 9).

2.1.15.4. Recouvrements transversaux de panneaux (cf. figures 7 et 8)

- **Faible ou moyenne hygrométrie :**

Les valeurs minimales des recouvrements transversaux sont indiquées dans le tableau 8 en fin de Dossier Technique.

Ces valeurs dépendent de la pente de la couverture, de la zone climatique et de la présence éventuelle d'un complément d'étanchéité (CE).

- **Locaux avec température et humidité fixées et régulées pour 5 mm Hg « 666 Pa » à 10 mm Hg « 1333 Pa »**

Dans le cas des locaux climatisés, la valeur du recouvrement transversal, quelle que soit la pente est de 200 mm avec complément d'étanchéité (CE) conforme à la norme NF P 30-305, l'emboîtement longitudinal sera couturé tous les 500 mm (cf. tableau 9).

2.1.16. Assemblage et fixations

2.1.16.1. Fixation des panneaux à l'ossature

Les fixations sont disposées avec un cavalier, en sommet des nervures principales.

La répartition des fixations s'effectue à raison d'une fixation par nervure sur :

- Chaque extrémité de panneau ;
- Le dernier et avant dernier appui avant égout extérieur ;
- Le dernier et avant dernier appui avant un faîtage simple couronnant une façade ;
- Chaque appui, en rive de bâtiment sur une largeur de 2 mètres pour des charges de vent définies selon :
 - Soit l'Eurocode vent NF EN 1991-1-4 son annexe nationale, amendements et corrigendum ;
 - Soit la méthode simplifiée du Cahier CSTB 3732.

Pour les appuis intermédiaires non concernés par les points précités, et si les tableaux de charges ascendantes du référentiel climatique utilisé, le permettent, il est possible de limiter la répartition sur appui intermédiaire à raison d'une fixation toutes les deux nervures à l'exclusion des nervures de recouvrement.

2.1.16.2. Fixation de couture

Afin d'assurer une étanchéité correcte, il est nécessaire d'utiliser des fixations de couture qui solidarisent les panneaux entre eux au niveau du recouvrement longitudinal. La répartition et la densité sont indiquées dans le tableau 9 ci-après.

Portée L (m)	Sans complément d'étanchéité CE		Avec complément d'étanchéité longitudinal (tous cas)
	Pente $\geq 10\%$ en situation protégée ou normale *	Pente $< 10\%$ en situation exposée*	
$L \leq 2$	L	L/2	0,50 m
$2 < L \leq 3,5$	L/2	1 m	0,50 m
$L > 3,5$	1 m	1 m	0,50 m

* Les situations considérées sont celles définies dans l'Annexe E du DTU 40.35

Tableau 9 - Répartition et espacement des fixations de couture

Les fixations de couture doivent être régulièrement réparties.

2.1.17. Ouvrages particuliers de toiture

2.1.17.1. Dispositions générales

Le panneau de bardage en surplomb de la couverture n'est pas considéré comme garde-corps.

Lors du traitement des différents points particuliers, il convient de mettre en œuvre des pièces de calfeutrement nécessaires, les garnitures d'étanchéité adaptées (§2.4.5), et de compléments d'isolation.

Les pénétrations ne sont pas admises pour des pentes inférieures à 7%.

2.1.17.2. Egout

Les panneaux sandwich isolants du procédé COVISO 4.40 / HI-XT doivent être systématiquement étanchés par un closoir cranté métallique.

Dans le cas d'un bas de pente, les panneaux doivent présenter un débord du parement supérieur :

- De 100 mm minimum, dans le cas d'un débord libre sans chéneau (cf. figure 12) ;
- De 50 mm minimum dans le cas d'un débord avec chéneau ou gouttière (cf. figure 13).

Dans le cas d'un chéneau central, un espace minimal de 80 mm minimum doit être laissé libre entre les parements supérieurs des panneaux, qui présentent un démoussage de 100 mm minimum (cf. figure 14).

Nota : Les chéneaux ne sont pas visés par ce document.

2.1.17.3. Faîtage

Le recouvrement des faitages sur les panneaux doit être de 120 mm minimum. L'isolation thermique est complétée à la jointure des deux panneaux à l'aide d'un matériau isolant tel que décrit au paragraphe 2.2.3.2.3.1.

Plusieurs exemples de montage sont disponibles :

- Faîtage double articulé (cf. figure 15) ;
- Faîtage double plié (cf. figure 16) ;
- Faîtage simple (cf. figure 17) ;
- Faîtage simple sur mur (cf. figure 18) ;
- Faîtage en solin (cf. figure 19).

Lorsque les faitages sont réalisés avec des faitières à bord crantés, les panneaux en faitage devront comporter :

- Pour des pentes $\geq 7\%$ et $< 10\%$, un bord relevé du parement extérieur ;
- Pour des pentes $\geq 5\%$ et $< 7\%$, un bord relevé du parement extérieur ainsi qu'un contre closoir entre le panneau et la faitière ;
- Pour des pentes $> 10\%$, pas de recommandations particulières.

2.1.17.4. Rive

Les panneaux de rive doivent être mis à largeur afin de s'adapter aux dimensions du bâtiment. La dimension entre l'axe de la dernière nervure et la rive de toiture doit être inférieure à 350 mm.

Les fixations des bandes de rive du panneau sont réalisées sur les nervures du panneau et devront être espacées équitablement à une distance de 1,0 m maximum, réduite à 0,50 m s'il est mis en œuvre une étanchéité sur la face supérieure du panneau.

Plusieurs exemples de montage sont disponibles :

- Rive contre mur (cf. figure 20) ;
- Bandeau de rive (cf. figure 21) ;
- Rive sur acrotère (cf. figure 22).

2.1.17.5. Pénétrations discontinues

Les pénétrations et embases sont conformes au § 2.2.3.2.2.

Si la section est inférieure à 400 x 400 mm, la mise en œuvre peut être effectuée à l'aide de plaque à douille, trémie ou manchon de sortie de toiture, en intercalant une étanchéité.

Le montage d'un manchon d'étanchéité est détaillé à la figure 23.

Si la section est supérieure à 400 x 400 mm, on utilise, dans ce cas, des éléments à embase constitués d'une seule pièce (cf. figure 24). Ces éléments sont réalisés sur mesure en usine et sont constitués d'une peau extérieure, en résine colorée et armée de fibre de verre, d'un isolant, ainsi que d'une peau inférieure en résine armée de verre. Un chevêtre doit être prévu autour des pénétrations intéressant une dimension (largeur ou longueur) supérieure à 400 mm.

Un chevêtre doit obligatoirement être mis en place pour appui des tranches des panneaux (cf. figures 25 et 26).

La pose de l'embase s'effectue de manière analogue à celle des panneaux, selon le procédé détaillé dans la figure 25.

Les recouvrements seront de 200 mm avec complément d'étanchéité conforme à la norme NF P 30-305 et avec une fixation par nervure (cf. figure 26).

Les joints longitudinaux sont traités comme dans les cas du recouvrement transversal.

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

Les sociétés BACACIER et HUURRE IBERICA sont tenues d'apporter leur assistance technique aux entreprises qui en font la demande, pour la réalisation des pénétrations de grandes dimensions intéressant plusieurs largeurs de panneaux.

2.1.17.6. Dispositif d'éclairage en toiture

L'éclairage en sous face de toiture peut être obtenu par :

- Lanterneau ponctuel sur plaque à châssis ou sur embase isolée en polyester.
- Des plaques simple peau.

Les études, la définition des détails d'exécution et les dispositions de mise en œuvre seront réalisés sur la base d'un Avis Technique en cours de validité concluant favorablement à l'emploi visé.

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.

2.1.17.7. Joint de dilatation

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

On peut trouver deux exemples de traitement, l'un pour des déplacements faibles (jusqu'à 50 mm) à la figure 27, et un autre pour des déplacements plus importants (jusqu'à 150 mm) à la figure 28.

Sur la figure 27, une étanchéité PVC d'épaisseur minimale 1,50 mm est fixée à la structure l'intermédiaire de vis ou de dous tous les 200 mm, après avoir intercalé un feuillard continu. L'accessoire de finition, d'épaisseur 0,63 mm minimum, sera couturé en quinconce tous les 500 mm. Le recouvrement de cette pièce a la même valeur que le recouvrement entre panneaux.

Sur la figure 28, les pièces de renfort ponctuelle, d'épaisseur 1,5 mm, de largeur 100 mm sont fixées à l'ossature tous les 500 mm. Ces dernières peuvent être simples ou résultantes de l'assemblage de plusieurs pièces couturées, et ont pour but de maintenir les pièces de finition côté extérieur par simple appui ou couturage. Les pièces de finition filantes sont couturées tous les 500 mm, et les recouvrements transversaux ont la même valeur que celle des panneaux. Ces pièces de finition permettent un coulissage côté intérieur et extérieur des panneaux.

2.1.18. Précautions particulières

2.1.18.1. 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 de couverture par la norme NF P 34-205-1 (référence DTU 40.35).

2.1.18.2. Perçage, vissage

On devra éviter un écrasement excessif du parement extérieur du panneau.

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

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

Dans le cas de l'utilisation de vis autotaraudeuses, le diamètre de pré-perçage du support doit être conforme aux spécifications du fournisseur de fixations.

2.1.18.3. Découpes

Les coupes sur chantier se font à l'aide de matériel approprié (scie sauteuse, grignoteuse, scie à denture fine).

La découpe des panneaux est réalisée à la scie sauteuse, et celle des accessoires à la grignoteuse.

L'utilisation d'une tronçonneuse est interdite.

Lors des coupes, on veillera à éviter l'incrustation dans le revêtement de particules métalliques chaudes. Les copeaux devront être éliminés sans délai au cours de la pose.

2.5 Entretien, rénovation et remplacement

2.1.19. Entretien

L'entretien d'usage comporte notamment :

- L'enlèvement périodique des feuilles, herbes, mousses et autres dépôts ou objets ;
- Le maintien en bon état des revêtements de protection en cas de dégradation accidentelle ou d'amorce de corrosion, provoquées par exemple par stagnation ou impact d'un corps étranger ;
- Le maintien en bon état des ouvrages qui contribuent à l'étanchéité de la couverture : rive, solin...
- 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'eau pluviales ;
- Un nettoyage périodique par lessivage, à l'aide d'une lessive ménagère non javellisée, sans abrasifs, ni solvants, suivi d'un rinçage à l'eau claire et d'une reprise éventuelle des peintures, pour les surfaces non soumises au lavage naturellement assurées par les précipitations atmosphériques.

L'entretien doit être réalisé annuellement au minimum et dès qu'un problème est décelé. 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.

2.1.20. Rénovation

La rénovation de la paroi en tôle prélaquée s'effectue selon le processus suivant :

- Nettoyage ;
- Reprise avec des systèmes de peinture bâtiment classique qualité extérieur.

La nature des laques ainsi que le processus de rénovation doivent être définis en accord avec les titulaires du DTA (la société Bacacier pour la référence commerciale COVISO 4.40 et la société HUURRE IBERICA pour la référence commerciale HI -XT).

2.1.21. Remplacement de panneaux endommagés

Le remplacement des panneaux s'effectue suivant les préconisations suivantes :

- Etape 1 :
 - Retirer les fixations (à la structure et de couture le cas échéant) du panneau sandwich à remplacer. Retirer si besoin les accessoires qui pourraient le recouvrir.
 - Bien veiller à enlever les fixations des 3 nervures principales intermédiaires et des 2 nervures de rive (la rive emboîtante et la rive emboîtée).
 - Attention de ne pas circuler sur le panneau endommagé.
- Etape 2 :
 - Le panneau étant libre, il peut être retiré et remplacé par un panneau neuf présentant les mêmes caractéristiques.
 - Suivre la mise en œuvre détaillée dans le présent dossier technique.
- Etape 3 :
 - Fixer le nouveau panneau sandwich à la structure.
 - Les nouvelles vis doivent présenter un diamètre supérieur aux vis existantes.
 - Mettre en place les vis de couture si nécessaire.

2.6 Traitement en fin de vie

Pas d'information apportée.

2.7 Assistance technique

Les sociétés BACACIER et HUURRE IBERICA n'effectuent pas la pose. Toutefois la société Bacacier pour la référence commerciale COVISO 4.40 et la société HI-XT pour la référence commerciale HI-PIR ST, sont en mesure d'assurer, à la demande des entreprises, leur assistance technique.

2.8 Principes de fabrication et de contrôle de cette fabrication

Les panneaux sandwich du procédé COVISO 4.40 / HI-XT sont fabriqués par la société HUURRE IBERICA, S.A. sur une ligne en continue, dans son atelier situé à Cassà de la Selva (Girona, Espagne), conformément à l'e-cahier CSTB 3501.

2.1.22. Procédé de fabrication

La fabrication est réalisée sur une ligne en continu qui comporte les opérations suivantes :

- Profilage des parements d'acier ;
- Préchauffage des parements ;
- Epanchage de la mousse et liaisonnement des parements ;
- Mise en place des joints longitudinaux d'étanchéité ;
- Polymérisation à l'intérieur du conformateur ;
- Découpe à longueur du panneau, trait de scie et démoussage ;
- Empilage ;
- Emballage ;
- Marquage.

2.1.23. Contrôles de fabrication

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

2.9 Mention des justificatifs

2.1.24. Résultats expérimentaux

- Essais de flexion sous charges descendantes, ascendantes et charges concentrées selon la méthode alternative 3 du CSTB 3731 ;

Origine : Qualiconsult, PV n° 2016PSW63FLE0781.

- Essais de justification de peau intérieure en 0,40 mm, selon le protocole entériné en GS2.1 ;

Origine : Qualiconsult, PV n° 2016PSW63FLE0783.

- Essais ITT de flexion et traction selon la NF EN 14509 ;

Origine : ICCET PV n° 20.805-I.

- Essais ITT de compression et densité de mousse selon la norme NF EN 14509 ;

Origine : Laboratoire d'usine de HUURRE IBERICA.

- Comparatif d'autocontrôle entre les mousses référencés « 9298 » et « NASFR15 » ;

Origine : Laboratoire d'usine de HUURRE IBERICA.

- Rapport d'essai concernant le produit panneaux COVISO 4.40 / HI-XT de la société HUURRE IBERICA SA en usine dans le cadre de la certification ACERMI ;

Origine : CSTB PV n° HO 16 A16-123.

- Note de validation de ponts thermiques et valeur de U_c ;

Origine : CSTB : DEIS/HTO - 2016 - 189 - FL/LS.

- Rapport de classement européen de réaction au feu ;

Origine : AFITI LICOF n°4269T21.

2.1.25. Références chantiers

A ce jour, l'utilisation du procédé COVISO 4.40 / HI-XT s'élève à 4 500 000 m² dont 1 900 000 m² avec la nouvelle mousse NASFR15 depuis mars 2021.

2.10 Annexe du Dossier Technique – Schémas de mise en œuvre

Revêtement métallique minimal	Revêtement organique		Atmosphère intérieure	
			Ambiance saine	
	Type	Catégorie selon NF P 34 -301	Hygrométrie Faible	Hygrométrie Moyenne
Z 100	Polyester 15 µm	II	■	■
Z 225	Polyester 25 µm	IIIa	■	■
	Polyester 35 µm	IIIa	■	■
Z 275	Polyuréthane HDX 55 µm	IIIa	■	■

■ Revêtement adapté.

○ Revêtement dont le choix définitif, ainsi que les caractéristiques particulières doivent être arrêtées après consultation et en accord avec les titulaires du DTA (la société Bacacier pour la référence commerciale COVISO 4.40 et la société HUURRE IBERICA pour la référence commerciale HI-XT).

-- Revêtement non adapté.

Tableau 1 – Conditions de choix de revêtement en fonction de l'ambiance intérieure

Revêtement métallique minimal	Revêtement organique		Atmosphère extérieure							
			Rurale non pollué	Urbaine ou industrielle		Marine			Spéciale	
	Type	Catégorie selon NF P 34 -301		Normale	Sévère	20 à 10 km	10 à 3 km	Bord de mer (< 3 km)*	Mixte	Particulière
Z 225	Polyester 25 µm	III	■	■	--	■	--	--	--	○
	Polyester 35 µm	IV	■	■	○	■	■	--	--	○
Z 275	Polyuréthane HDX 55 µm	VI	■	■	○	■	■	■	○	○

■ Revêtement adapté.

○ Revêtement dont le choix définitif, ainsi que les caractéristiques particulières doivent être arrêtées après consultation et en accord avec les titulaires du DTA (la société Bacacier pour la référence commerciale COVISO 4.40 et la société HUURRE IBERICA pour la référence commerciale HI-XT).

-- Revêtement non adapté.

(*) A l'exception des fronts de mer, et des expositions aux embruns marins, pour lesquels l'appréciation définitive ainsi que les caractéristiques particulières doivent être arrêtées après consultation et en accord avec les titulaires du DTA (la société Bacacier pour la référence commerciale COVISO 4.40 et la société HUURRE IBERICA pour la référence commerciale HI-XT).

Tableau 2 - Conditions de choix des revêtements en fonction de l'atmosphère extérieure

Configuration de la couverture	Zones et situations climatiques et altitude ≤ 900 m ⁽³⁾				
	Zone 1		Zone 2		Zone 3
	Situations climatiques		Situations climatiques		Toutes situations
	Protégée ou normale	Exposée	Protégée	Normale ou exposée	
Simultanément : - Pas de pénétrations - Pas de plaques translucides polymères - Panneaux de longueur égale à celle du rampant	5 % ⁽¹⁾	5 % ⁽¹⁾	5 % ⁽¹⁾	5 % ⁽¹⁾	5 % ⁽¹⁾
Autres cas	7%	10 % ⁽²⁾	7%	10 % ⁽²⁾	H \leq 500 m : 10 % ⁽²⁾ 500 < H \leq 900 m : 15 % ⁽²⁾

⁽¹⁾ Pour les pentes de couvertures inférieures à 7 %, un complément d'étanchéité doit être appliqué au droit du recouvrement longitudinal des parements extérieurs des panneaux sandwich.

⁽²⁾ Lorsque la couverture ne comprend pas de plaques nervurées translucides polymères tout en présentant des pénétrations ou des joints transversaux de panneaux sandwich, la pente minimale peut être ramenée à 7 % en utilisant des compléments d'étanchéité longitudinaux et transversaux.

⁽³⁾ Les zones considérées sont définies par l'annexe E de la NF P 34-205-1 (Référence DTU 40.35).

Tableau 7 - Pentés minimales

Pente (%)	Zones et situations climatiques et altitude ≤ 900 m ⁽¹⁾		
	Zone I	Zone II	Zone III
$7 \leq p < 10$	300 mm minimum Ou 150 à 200 mm + Complément d'étanchéité		150 à 200 mm + Complément d'étanchéité
$10 \leq p < 15$	200 mm minimum		300 mm minimum Ou 150 à 200 mm + Complément d'étanchéité
$p \geq 15$	150 mm minimum		200 mm minimum

⁽¹⁾ Les zones considérées sont définies par l'annexe E de la NF P 34-205-1 (Référence DTU 40.35).

Tableau 8 - Recouvrements transversaux minimum, en mm, en fonction des pentes et zones climatiques

Portées d'utilisation (en m) du panneau COVISO 4.40 / HI-XT – Charges descendantes												
Charge ELS (en daN/m ²)	Epaisseur de panneau (en mm)											
	30		40		60		80		100		120	
	2 appuis	3 appuis	2 appuis	3 appuis	2 appuis	3 appuis	2 appuis	3 appuis	2 appuis	3 appuis	2 appuis	3 appuis
50	3,87	4,79	4,38	5,03	5,40	5,51	5,95	5,94	6,5*	6,37*	6,50*	6,50*
60	3,59	4,43	4,07	4,66	5,03	5,10	5,76	5,51	6,5*	5,92	6,50*	6,50*
70	3,36	4,15	3,81	4,36	4,73	4,78	5,57	5,16	6,42*	5,55	6,50*	6,50*
80	3,17	3,91	3,61	4,11	4,48	4,51	5,28	4,87	6,08*	5,24	6,50*	6,04*
90	3,01	3,71	3,43	3,90	4,27	4,28	5,02	4,63	5,78	4,98	6,38*	5,46
100	2,87	3,53	3,28	3,72	4,09	4,08	4,81	4,42	5,53	4,75	6,10*	4,97
110	2,75	3,38	3,14	3,56	3,91	3,91	4,61	4,23	5,30	4,56	5,89	4,57
120	2,65	3,25	3,02	3,42	3,75	3,76	4,43	4,07	5,11	4,38	5,65	4,23
130	2,56	3,07	2,90	3,26	3,60	3,62	4,26	3,92	4,93	4,22	5,45	3,93
140	2,47	2,87	2,80	3,08	3,46	3,50	4,12	3,79	4,77	4,08	5,28	3,68
150	2,40	2,69	2,71	2,92	3,34	3,39	3,99	3,67	4,63	3,96	5,12	3,45
175	2,23	2,32	2,52	2,60	3,08	3,15	3,69	3,40	4,31	3,64	4,78	3,00
200	2,04	2,04	2,32	2,35	2,87	2,96	3,45	3,09	4,04	3,21	4,51	2,64
225	1,83	1,83	2,11	2,15	2,69	2,80	3,25	2,84	3,81	2,88	4,24	2,37
250	1,65	1,65	1,94	1,96	2,53	2,58	3,07	2,59	3,62	2,60	4,02	2,14

* le domaine d'emploi du DTA ne vise pas les portées supérieures à 6,0 m.

Tableau 10 - Portée d'utilisation (m) sous charges descendantes (selon NF EN 1991-1-3, leurs annexes nationales avec leurs amendements)

Portées d'utilisation (en m) du panneau COVISO 4.40 / HI-XT – Charges ascendantes sur 2 appuis						
Charge ELS (en daN/m ²)	Epaisseur du panneau (en mm)					
	30	40	60	80	100	120
50	5,00	5,17	5,50	6,00	6,50*	6,50*
60	4,63	4,92	5,50	5,89	6,25*	6,50*
70	4,25	4,54	5,12	5,44	5,75	6,21*
80	3,95	4,22	4,76	5,05	5,34	5,76
90	3,71	3,96	4,46	4,73	5,00	5,39
100	3,51	3,74	4,21	4,47	4,72	5,09
110	3,00	3,56	4,00	4,24	4,48	4,83
120	3,18	3,39	3,82	4,05	4,27	4,61
130	3,05	3,25	3,66	3,88	4,09	4,41
140	2,93	3,13	3,52	3,73	3,94	4,24
150	2,83	3,02	3,40	3,60	3,79	4,09
175	2,61	2,78	3,13	3,32	3,50	3,77
200	2,44	2,60	2,92	3,09	3,26	3,51

* le domaine d'emploi du DTA ne vise pas les portées supérieures à 6,0 m.
 Portées données pour un $P_k/\gamma_m \geq 400$ daN. Si la résistance de la fixation est inférieure à cette valeur, la portée sera recalculée avec la formule donnée au § 2.3.3.

Tableau 12 - Portée d'utilisation (m) sous charges ascendantes sur 2 appuis (selon NF EN 1991-1-4, ses modificatifs et ses annexes nationales avec leurs amendements)

Portées d'utilisation (en m) du panneau COVISO 4.40 / HI-XT – Charges ascendante sur 3 appuis												
Charge ELS (en daN/m ²)	Epaisseur du panneau en mm											
	30		40		60		80		100		120	
	1N/1	1N/2	1N/1	1N/2	1N/1	1N/2	1N/1	1N/2	1N/1	1N/2	1N/1	1N/2
50	4,98	5,00	5,49	5,33	6,50*	6,00	6,50*	6,25*	6,50*	6,50*	6,50*	6,50*
60	4,46	5,00	5,14	5,33	6,50*	6,00	6,50*	6,25*	6,50*	6,50*	6,50*	6,50*
70	4,07	4,87	4,83	5,25	6,34*	6,00	6,50*	6,25*	6,50*	6,50*	6,50*	6,50*
80	3,70	4,53	4,48	4,97	5,89	5,87	6,44*	5,92	6,50*	5,96	6,50*	6,00
90	3,53	4,25	4,19	4,55	5,52	5,16	6,04*	5,20	6,50*	5,23	6,50*	5,27
100	3,33	4,01	3,96	4,21	5,21	4,60	5,70	4,63	6,19	4,66	6,50*	4,69
110	3,16	3,81	3,75	3,93	4,95	4,15	5,41	4,18	5,88	4,20	6,45*	4,22
120	3,01	3,64	3,58	3,69	4,73	3,79	5,17	3,81	5,61	3,82	6,14*	3,84
130	2,88	3,46	3,43	3,47	4,53	3,48	4,95	3,50	5,37	3,51	5,87	3,53
140	2,77	3,20	3,30	3,21	4,36	3,22	4,76	3,23	5,16	3,24	5,64	3,26
150	2,67	2,97	3,18	2,98	4,20	3,00	4,59	3,01	4,98	3,01	5,43	3,03
175	2,32	2,53	2,84	2,54	3,88	2,55	4,10	2,56	4,32	2,56	4,79	2,57
200	2,01	2,21	2,55	2,21	3,61	2,21	3,68	2,22	3,75	2,22	4,16	2,23

1N/1 : Toutes nervures fixées.
1N/2 : 2 nervures fixées sur 4 (Cf. Figure 29).
Cf. § 2.3.1
* le domaine d'emploi du DTA ne vise pas les portées supérieures à 6,0 m.
Portées données pour un $P_k/\gamma_m \geq 400$ daN. Si la résistance de la fixation est inférieure à cette valeur, la portée sera recalculée avec les formules données au § 2.3.3.

Tableau 13 - Portée d'utilisation (m) sous charges ascendantes sur 3 appuis (selon NF EN 1991-1-4, ses modificatifs et ses annexes nationales avec leurs amendements)

FIGURES du DOSSIER TECHNIQUE

(Toutes côtes en mm)

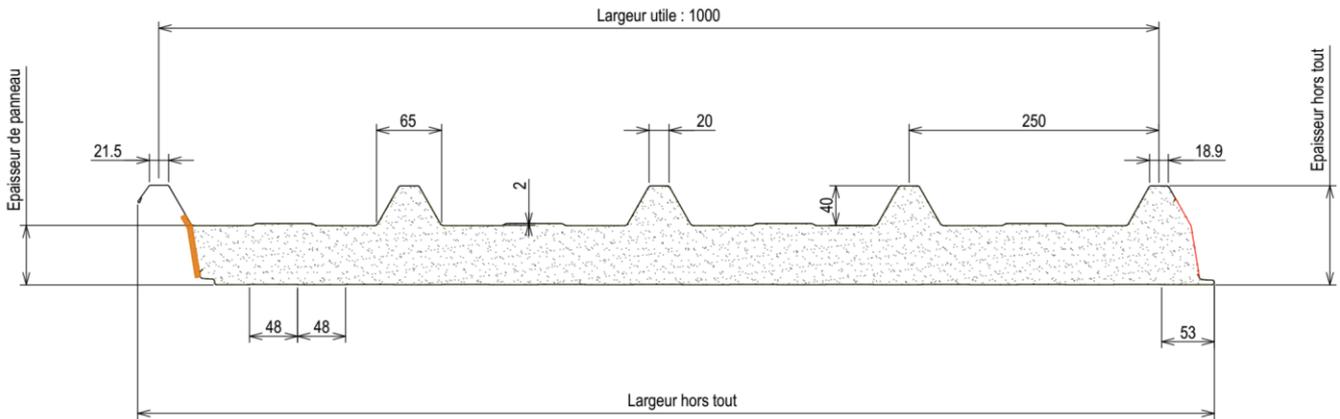


Figure 1 – Panneau standard

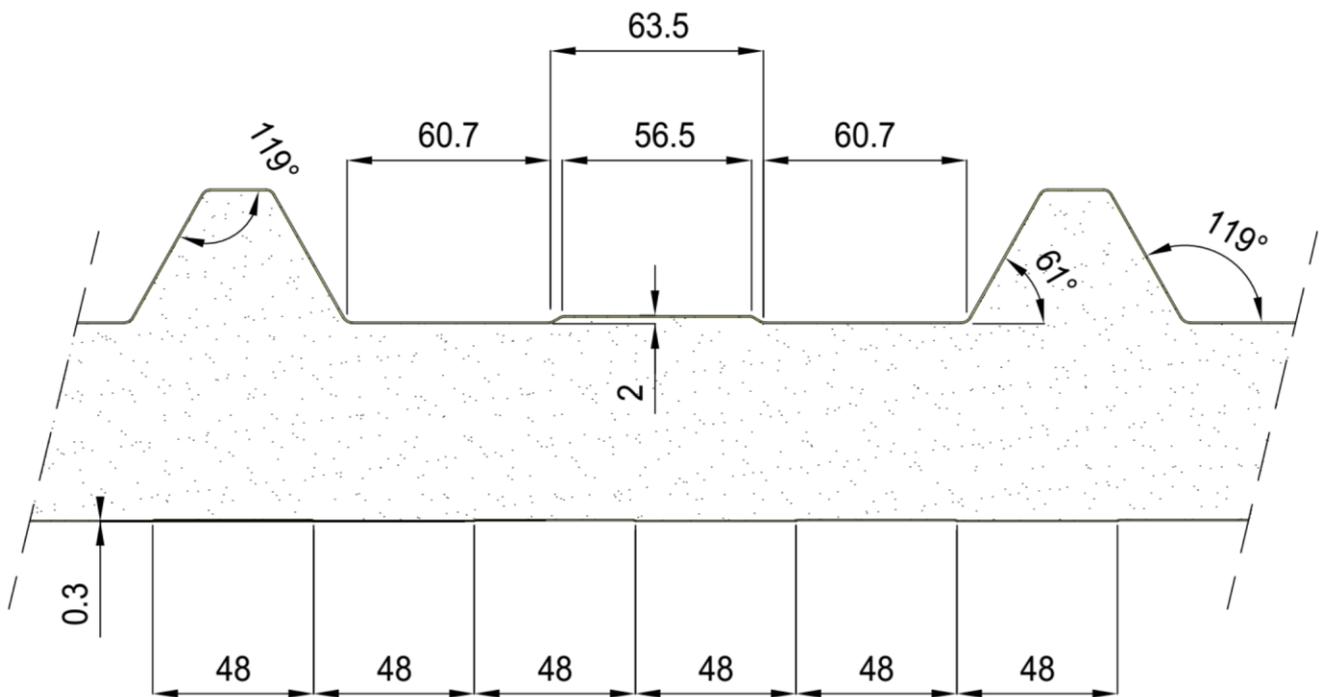


Figure 2 – Détails géométriques du panneau

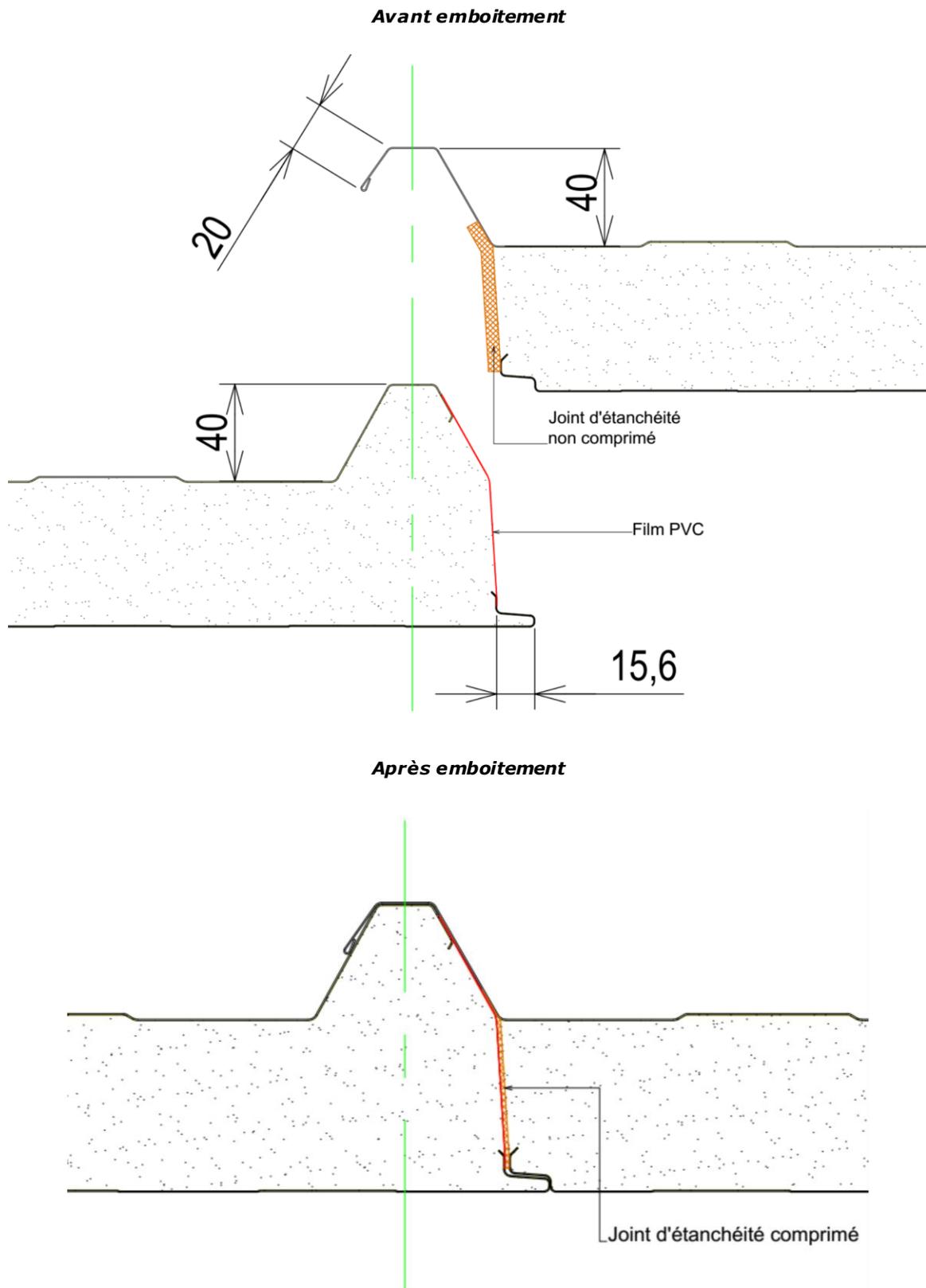


Figure 3 - Détail de l'emboitement du panneau

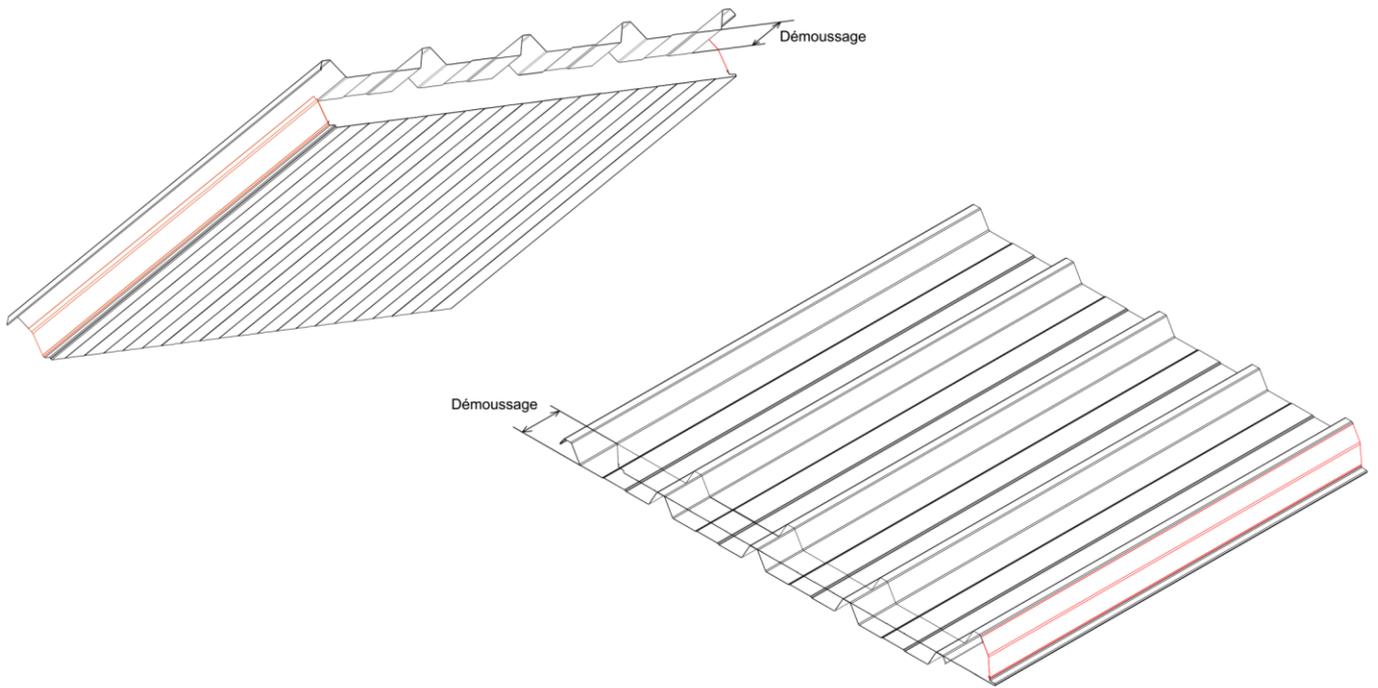


Figure 4 - Démoussage et panneau type gauche

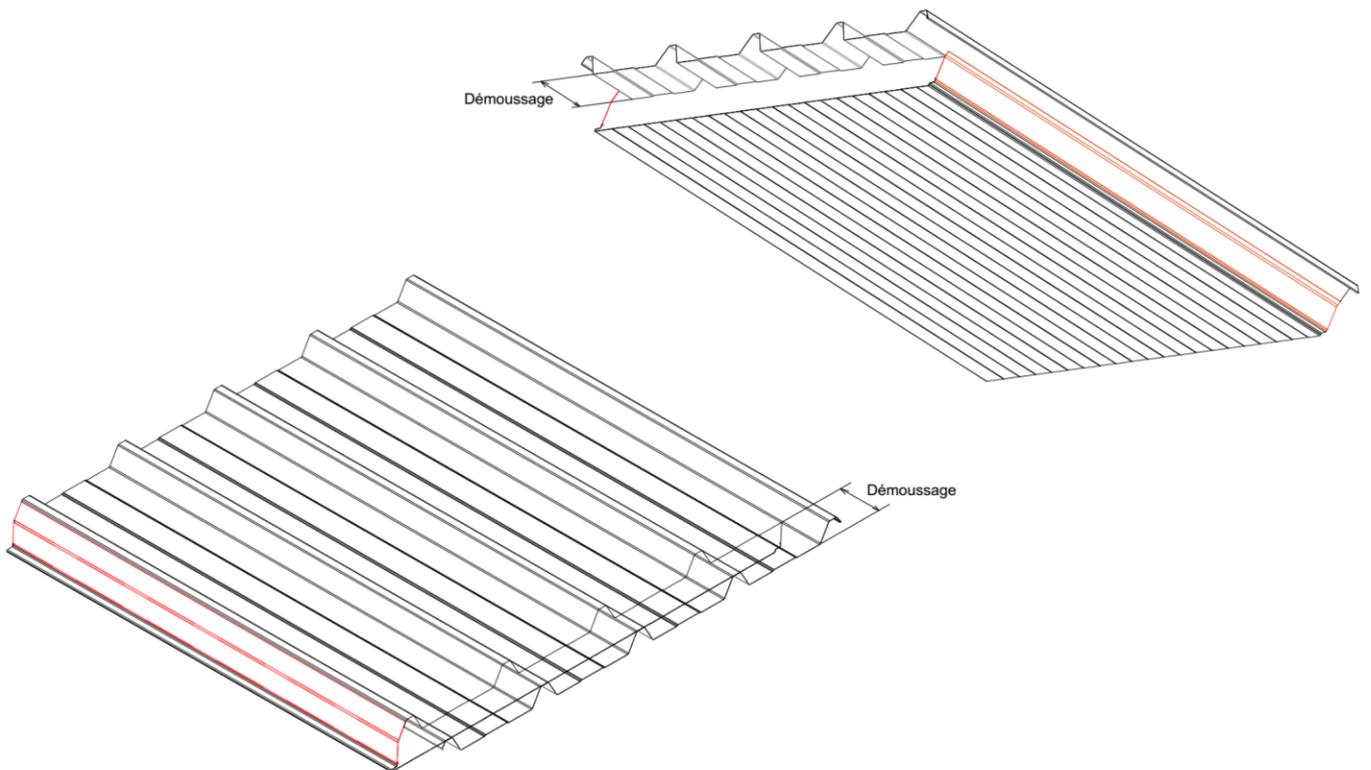


Figure 5 - Démoussage et panneau type droit

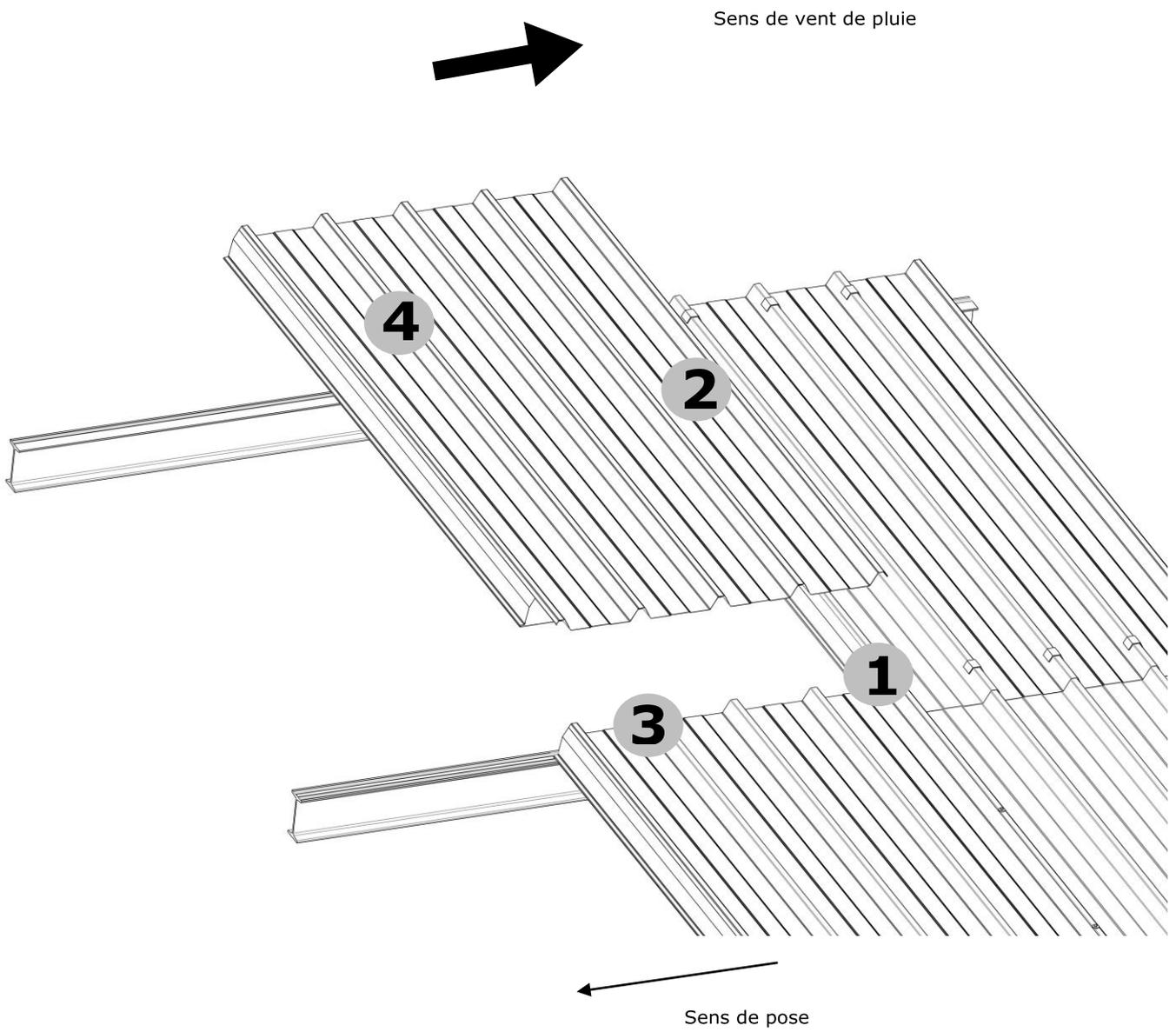


Figure 6 - Sens de pose selon le type de panneau

Joint sur assemblage transversal

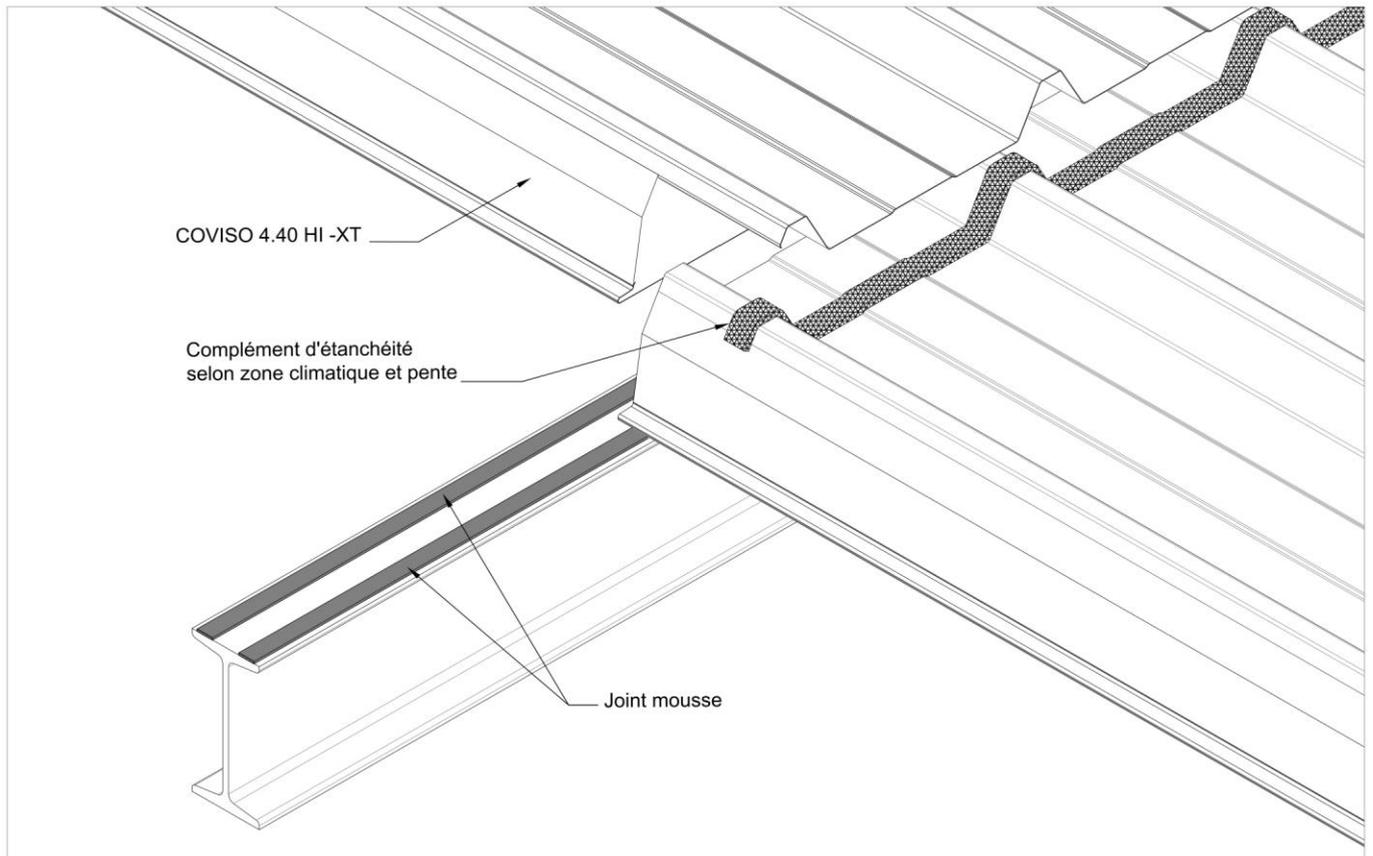


Figure 7 - Position des garnitures d'étanchéités dans le cas de locaux à faible ou moyenne hygrométrie

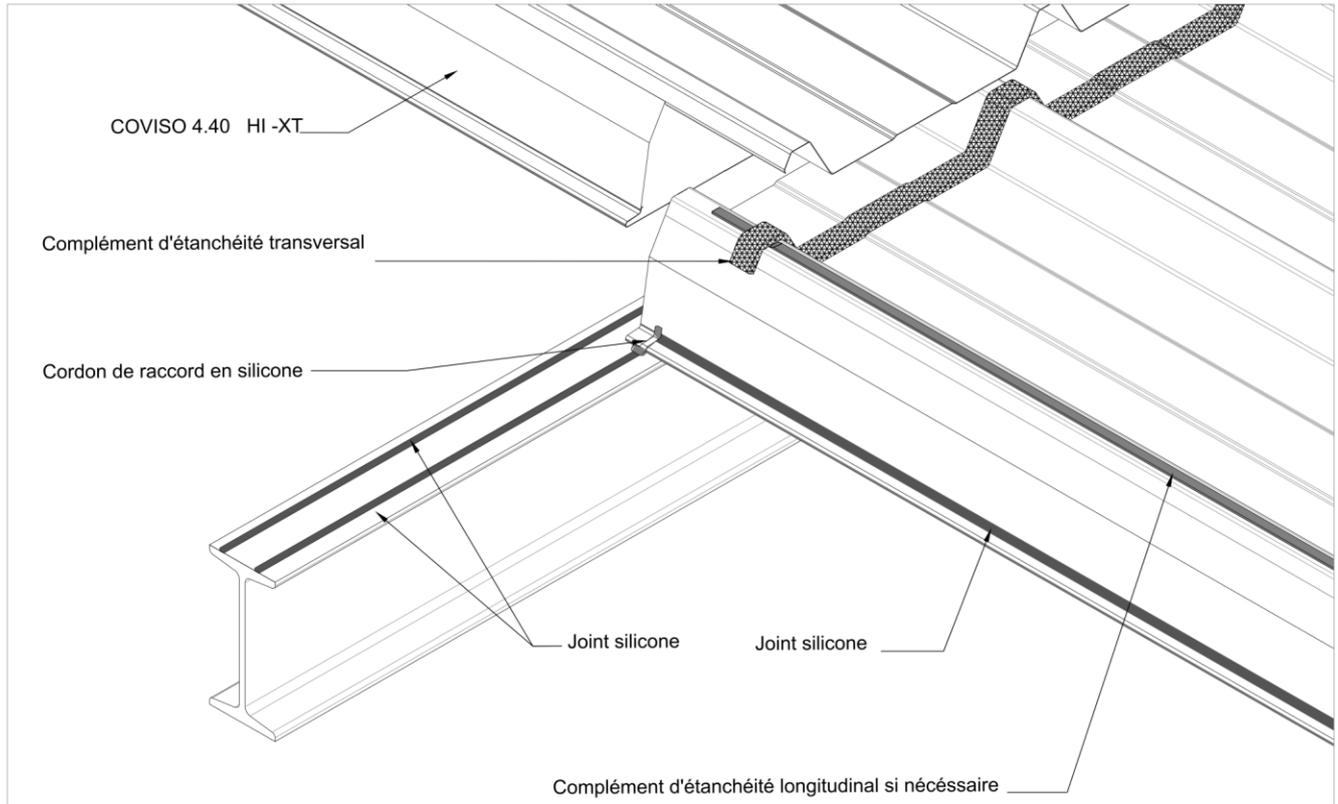
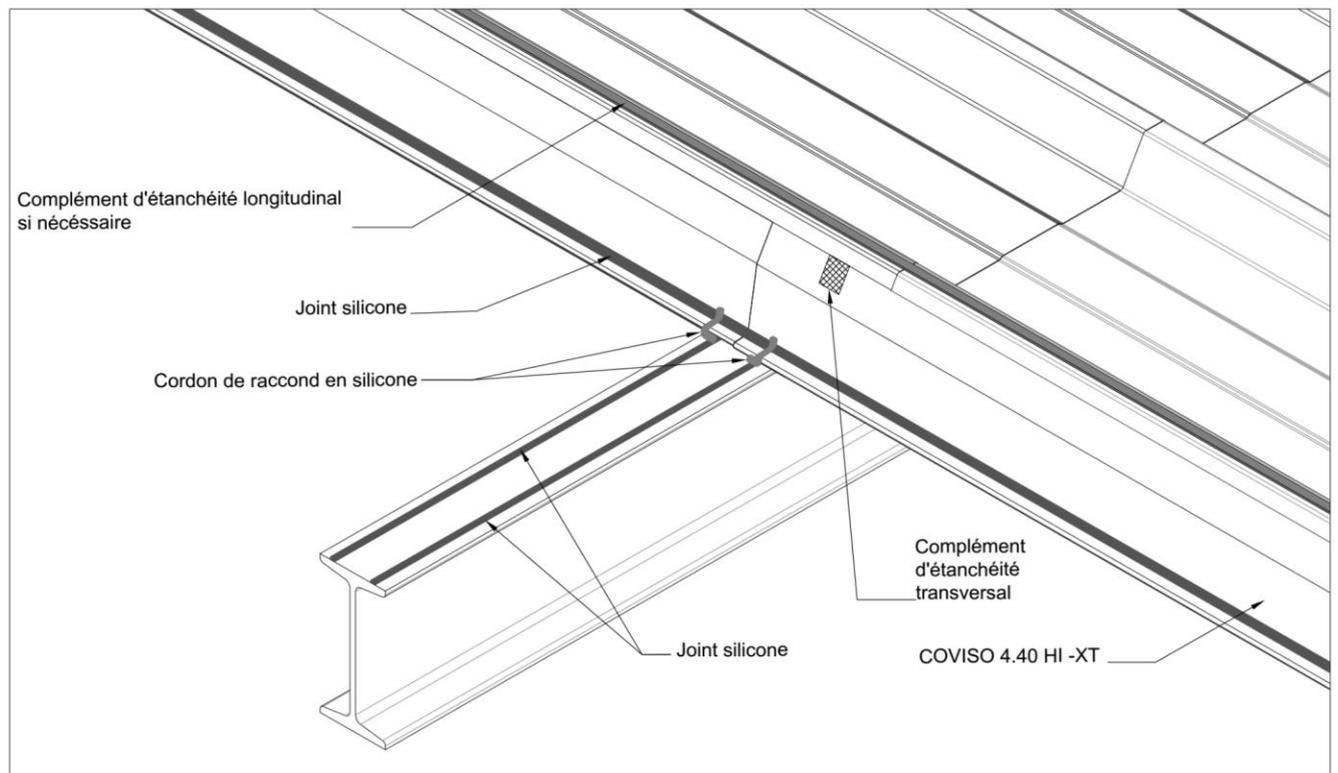
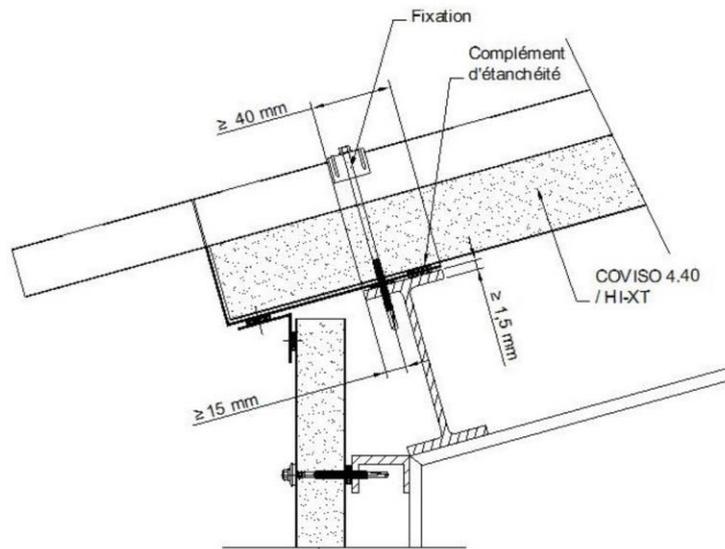
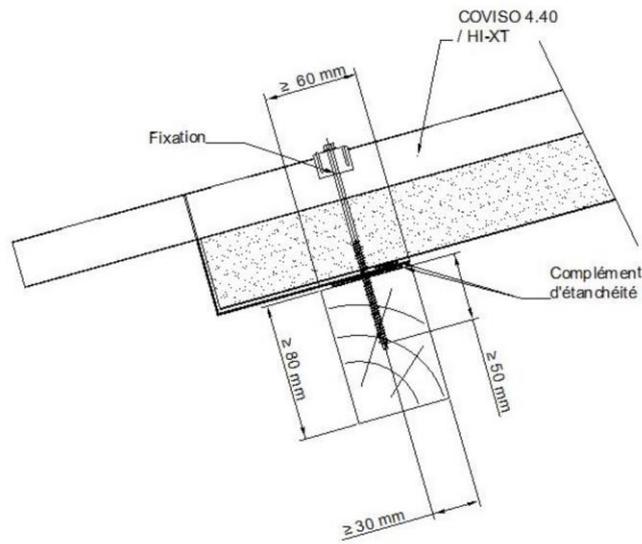
Etanchéité sur appui et jonction transversale**Etanchéité sur appui et jonction latérale**

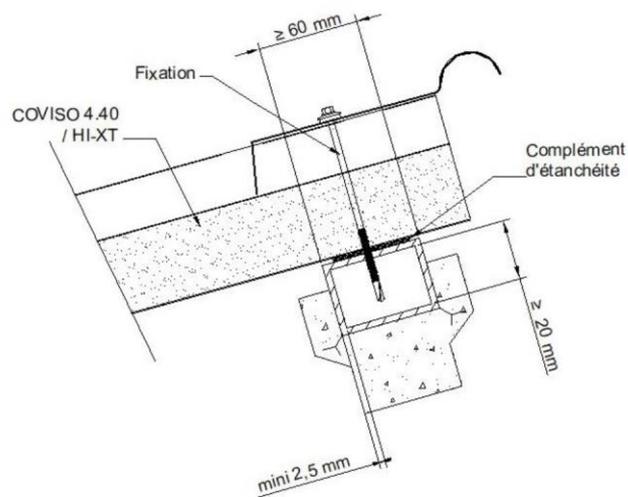
Figure 8 - Position des garnitures d'étanchéité dans le cas d'un local avec températures et humidité régulées comprises entre 5 mm Hg (666Pa) et 10 mm Hg « 1333 Pa »



Support Acier

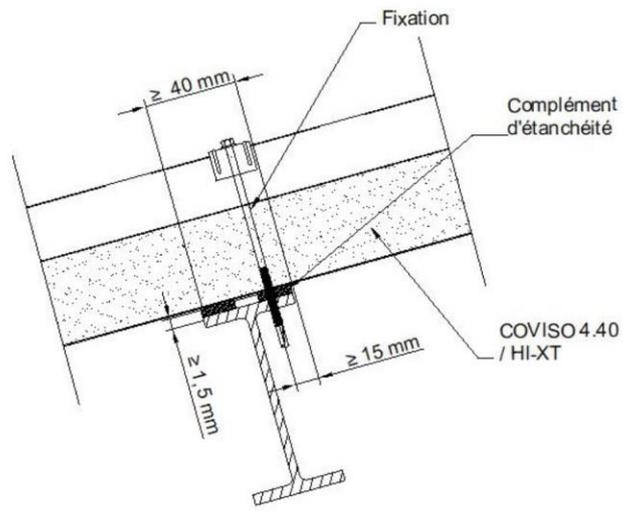
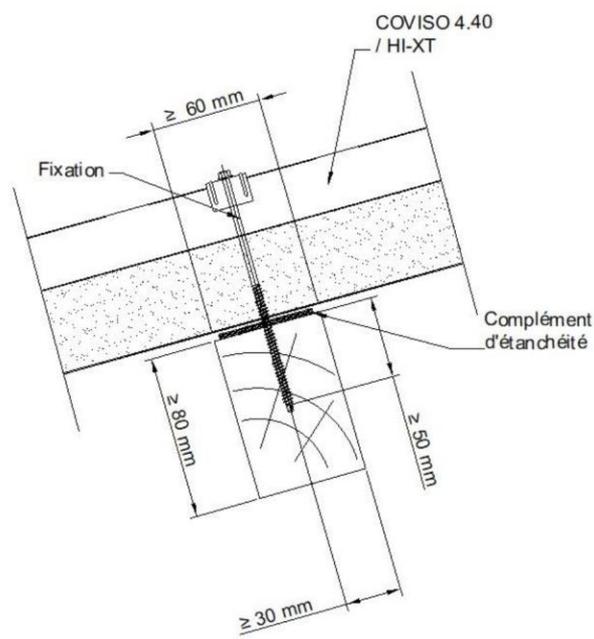
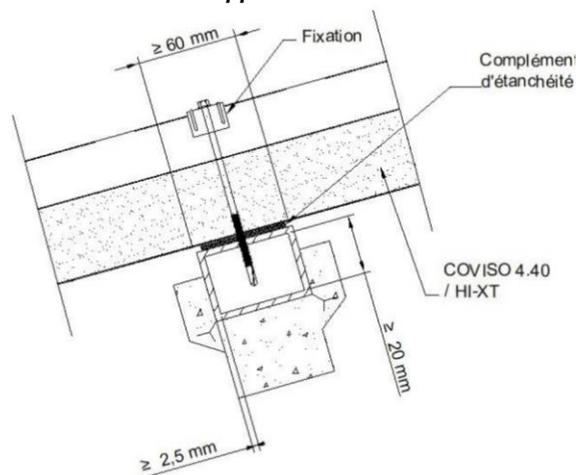


Support Bois



Support béton avec insert métallique (Exemple pour une pente $\geq 10\%$)

Figure 9 – Appuis d'extrémité

**Support Acier****Support Bois**

Support béton avec insert métallique
Figure 10 – Appuis intermédiaires

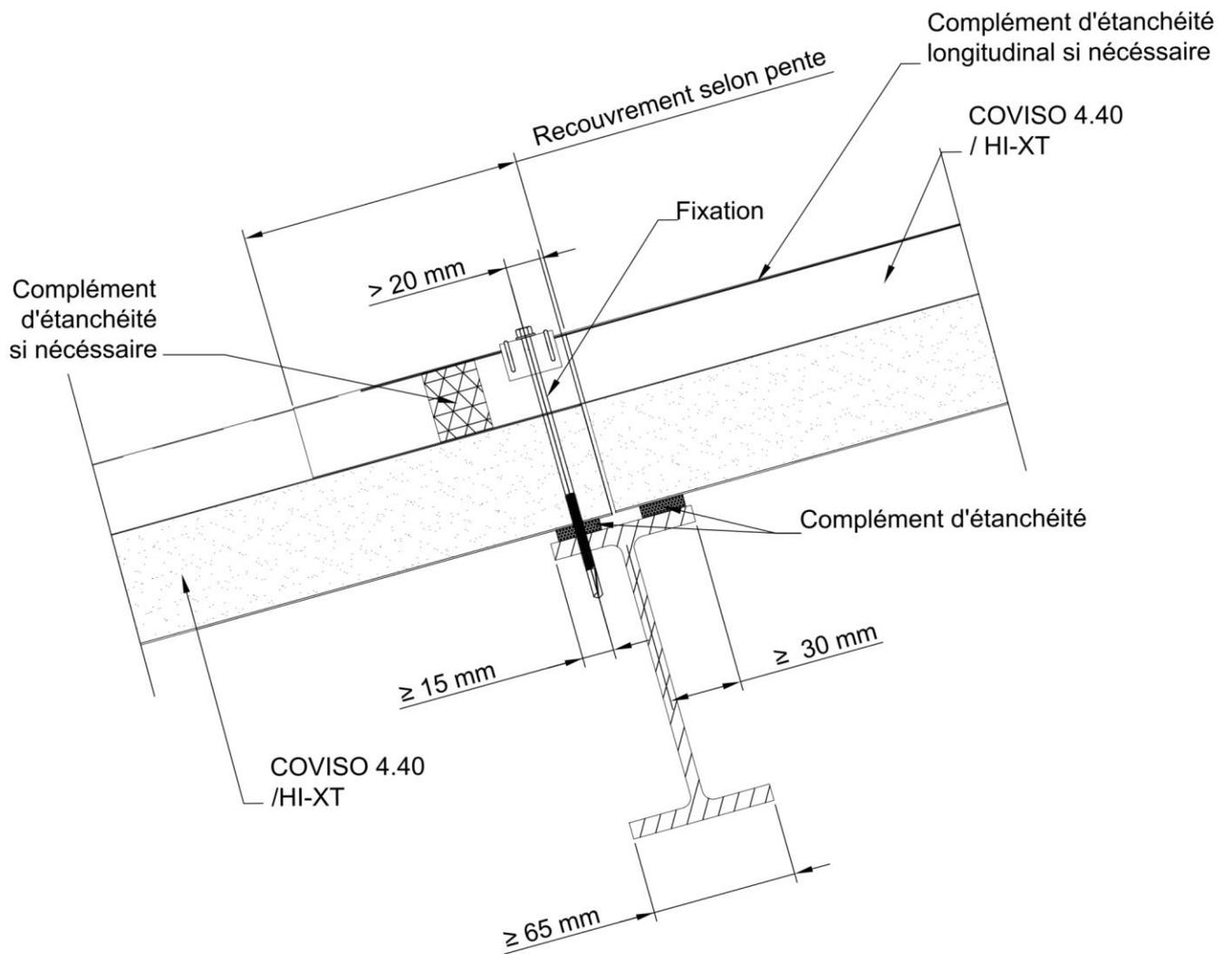


Figure 11 – Appui sur jonction transversale (Cas du support acier)

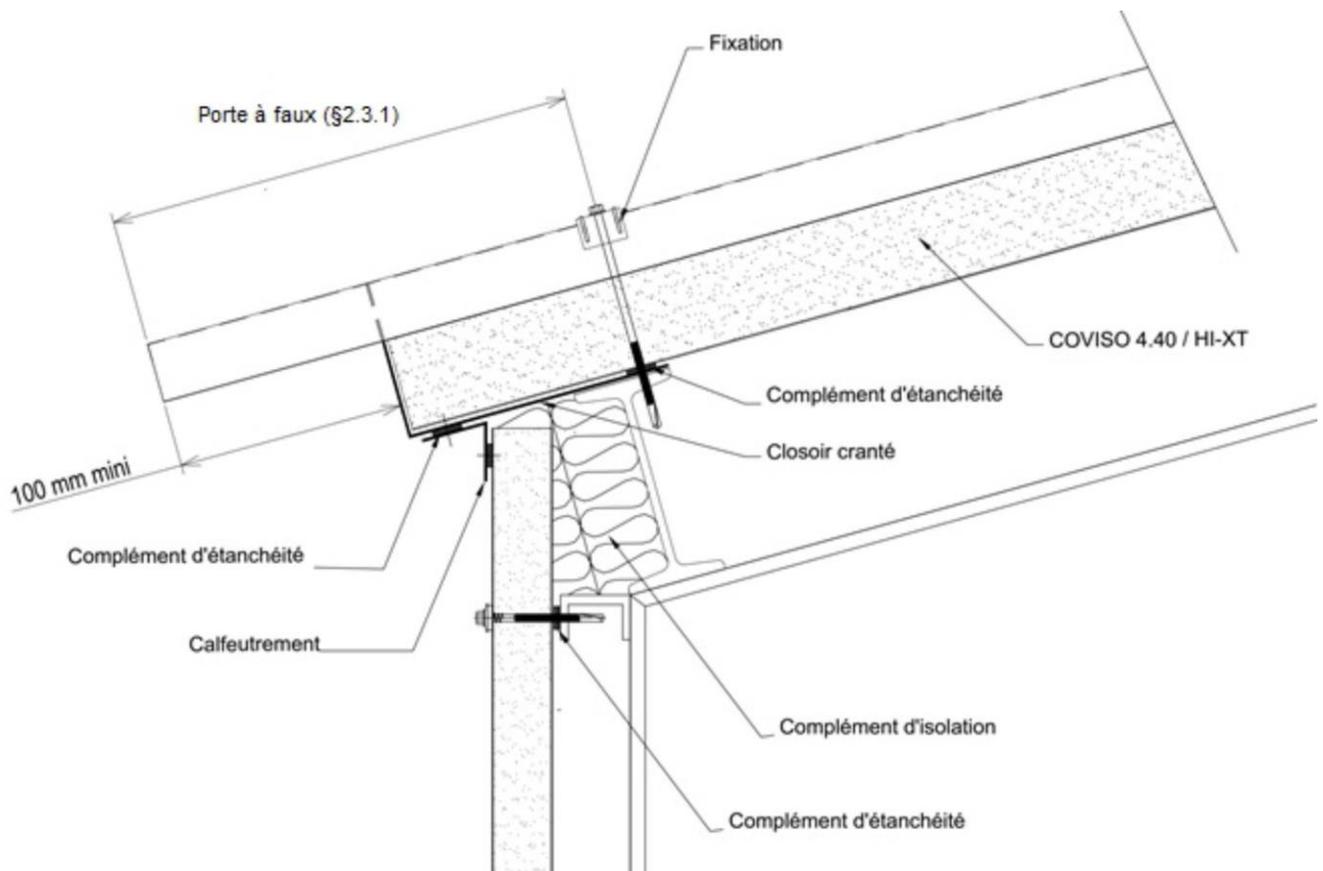
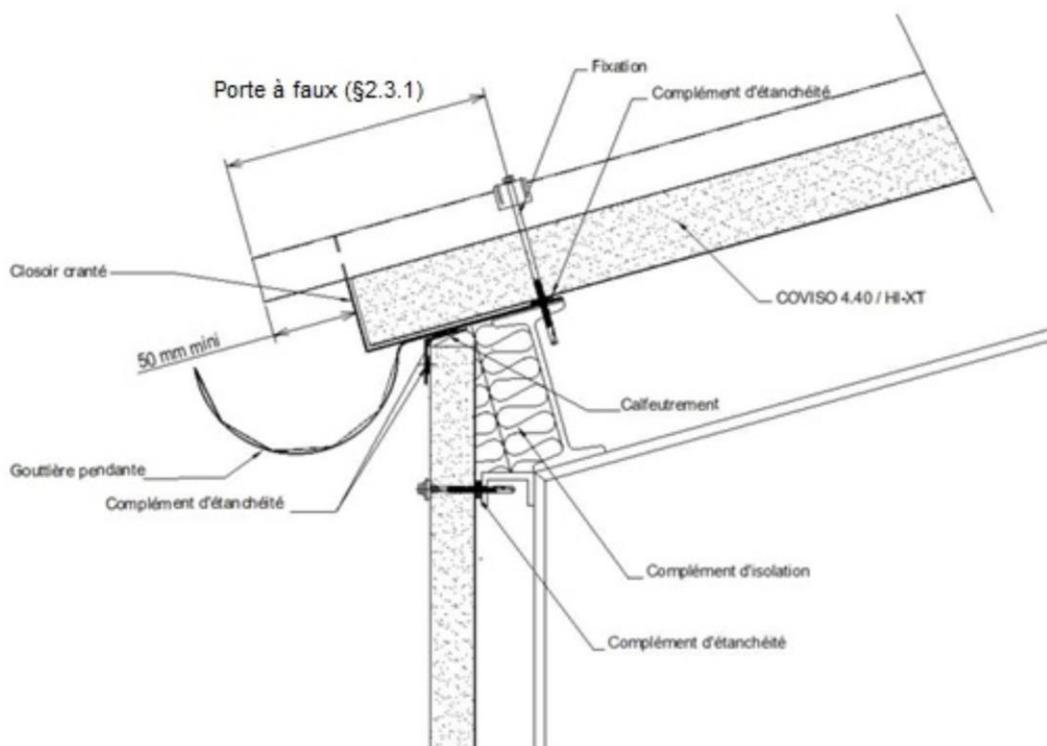
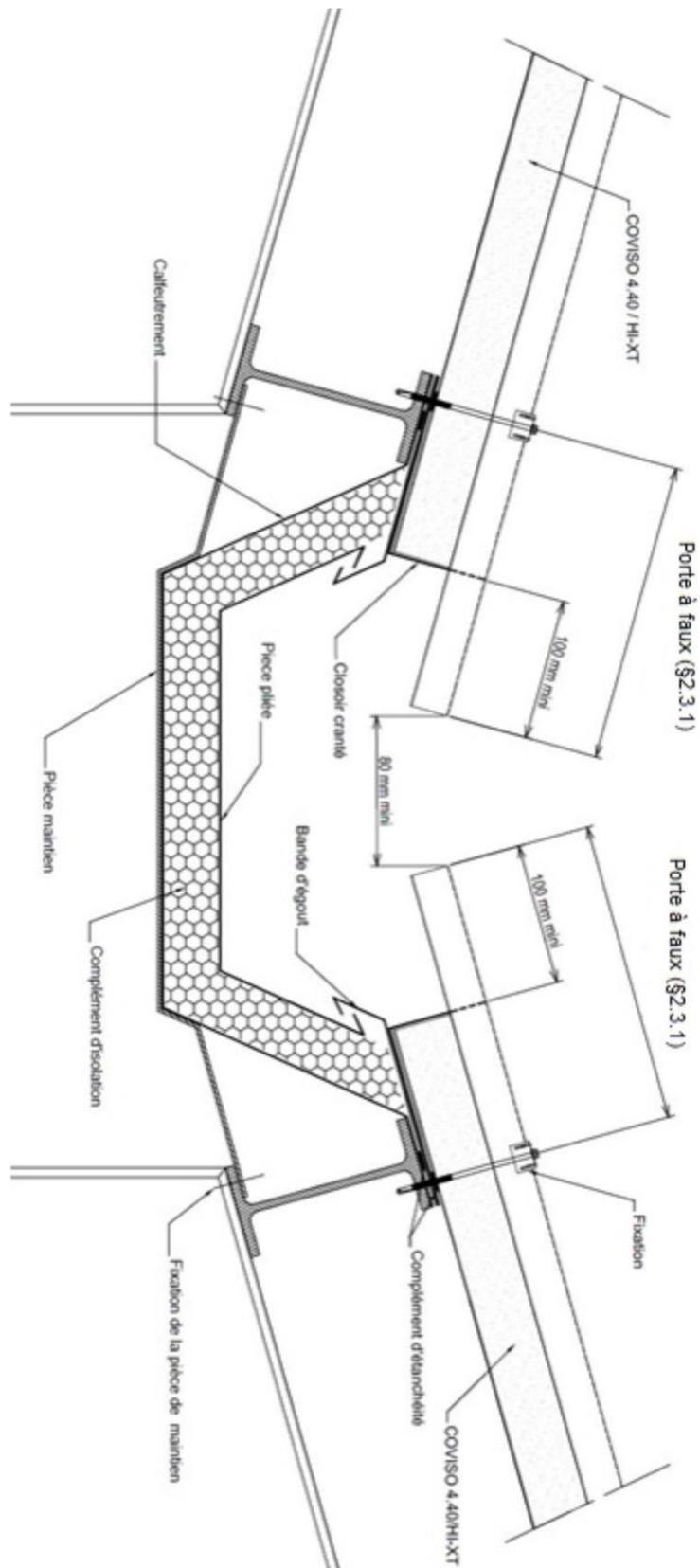


Figure 12 – Traitement bas de pente sans chéneau



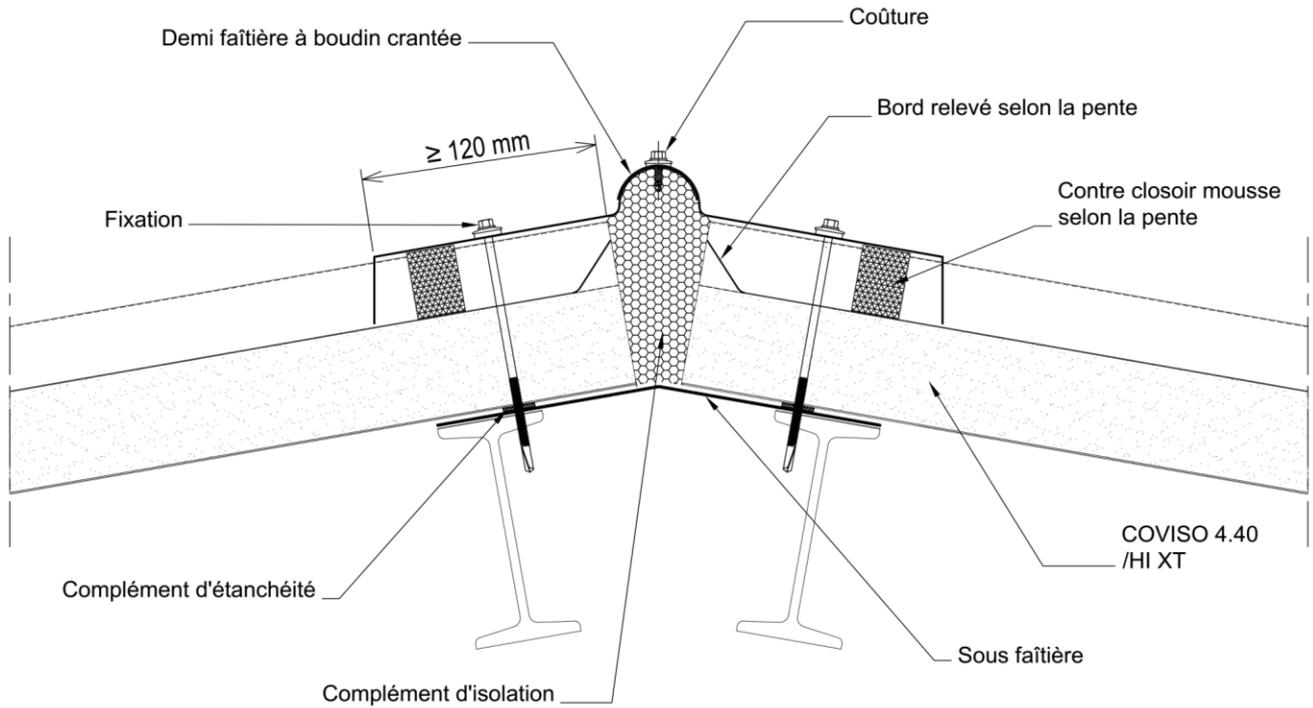
Note : Le profil de gouttière et les descentes d'eaux doivent être réalisés en conformité avec la NF DTU 60.11 P3 et la NF P 36-201 Compil 1 (référence DTU 40.5).

Figure 13 – Traitement de bas de pente à gouttière pendante



Note : Les chéneaux ne sont pas visés par ce document.

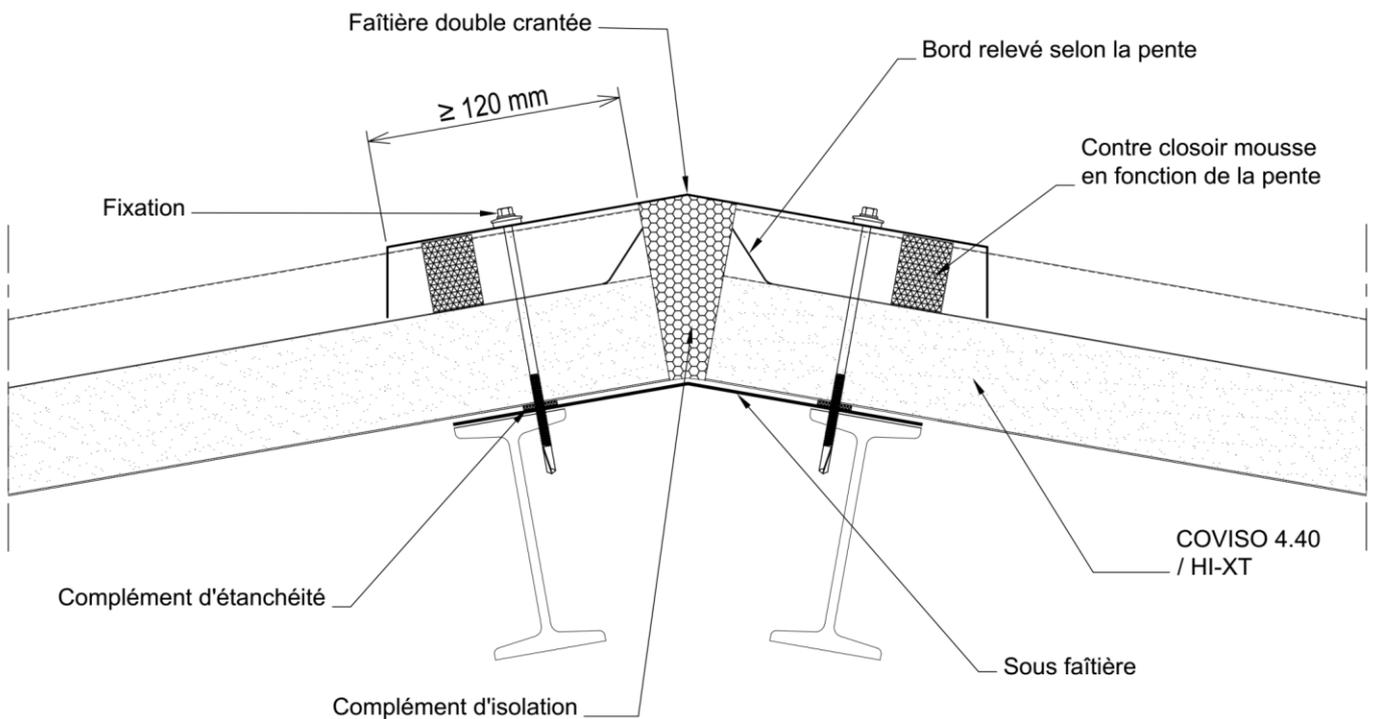
Figure 14 – Chéneau central sur noue



Pour pentes $\geq 7\%$ et $< 10\%$, prévoir un bord relevé

Pour pentes $\geq 5\%$ et $< 7\%$, prévoir un bord relevé + contre cloisir.

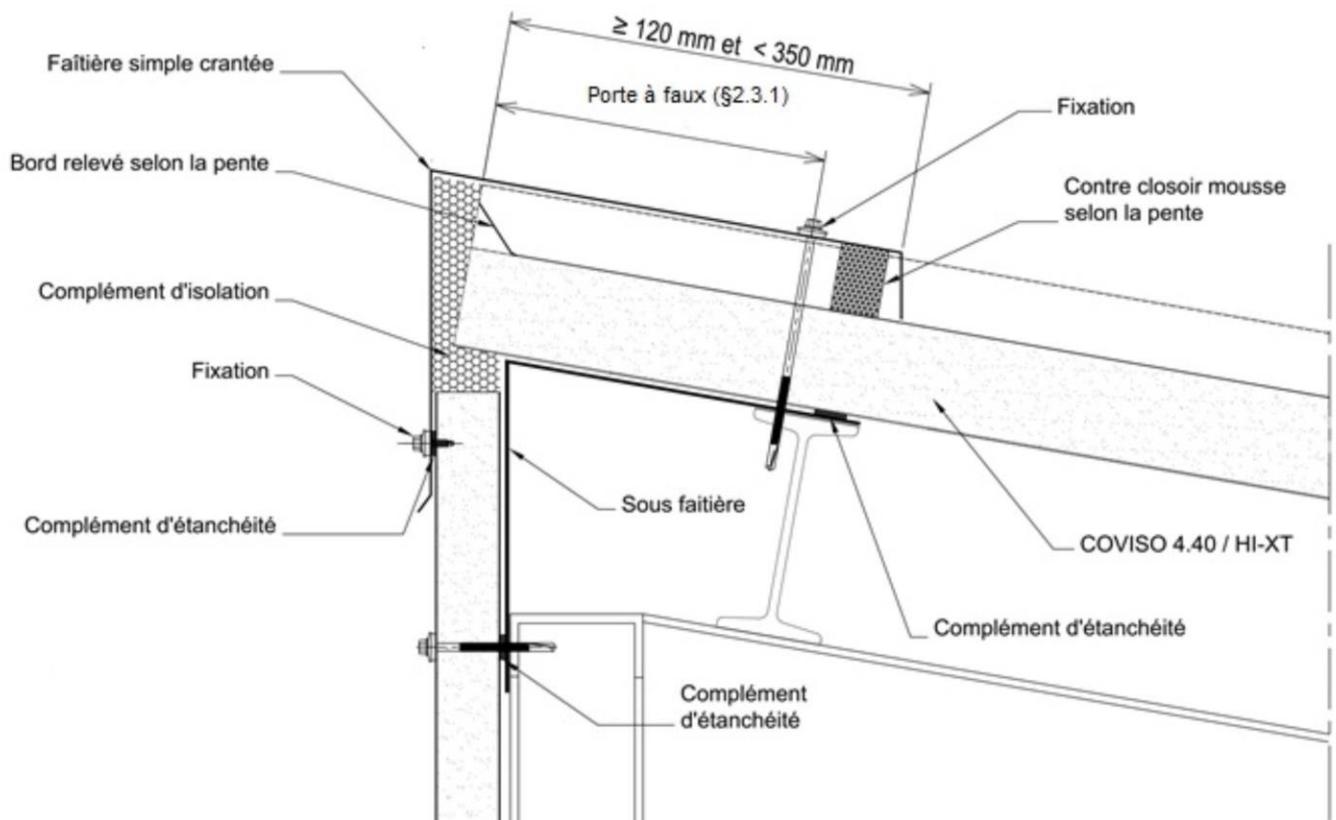
Figure 15 – Faîtage double : Solution à faîtière articulée



Pour pentes $\geq 7\%$ et $< 10\%$, prévoir un bord relevé

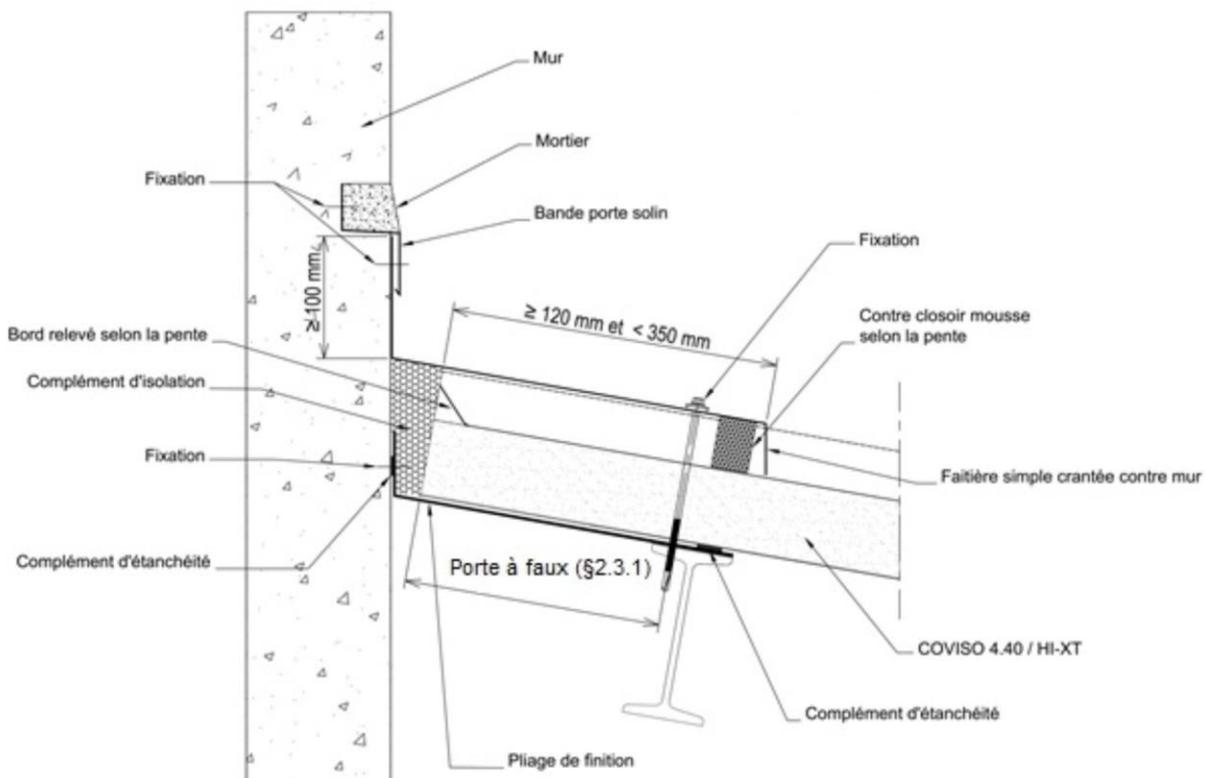
Pour pentes $\geq 5\%$ et $< 7\%$, prévoir un bord relevé + contre cloisir.

Figure 16 – Faîtage double : Solution à faîtière crantée



Pour pentes $\geq 7\%$ et $< 10\%$, prévoir un bord relevé
 Pour pentes $\geq 5\%$ et $< 7\%$, prévoir un bord relevé + contre cloisir.

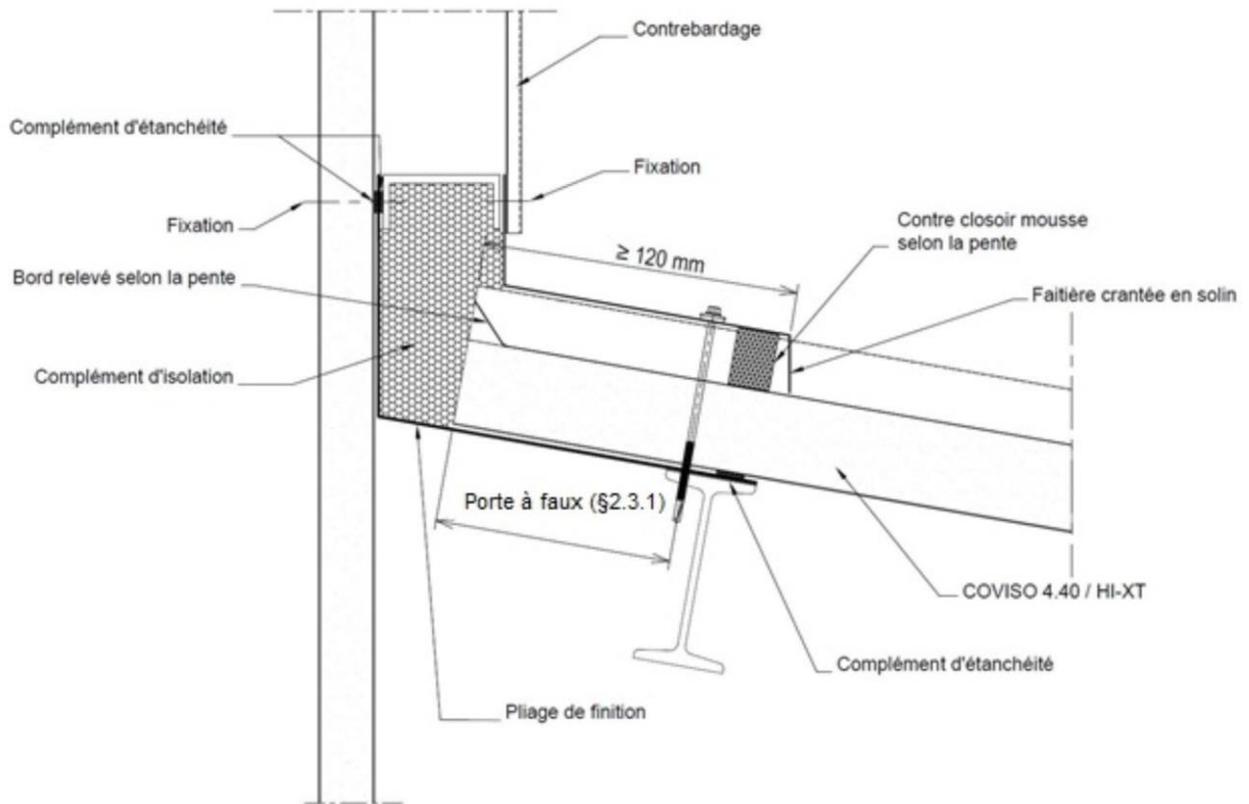
Figure 17 – Faîtage simple



Pour pentes $\geq 7\%$ et $< 10\%$, prévoir un bord relevé
 Pour pentes $\geq 5\%$ et $< 7\%$, prévoir un bord relevé + contre cloisir.

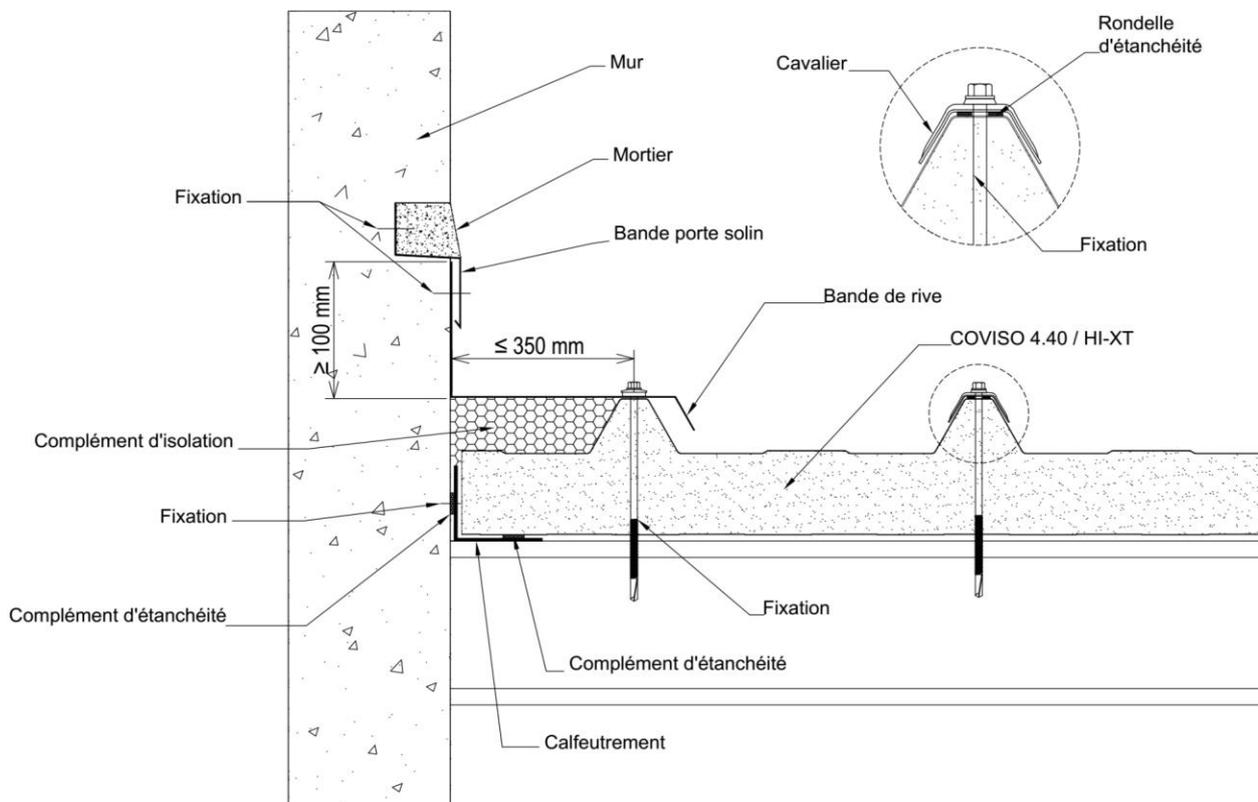
Note : Tout élément de façade en surplomb de la couverture ne peut être considéré comme garde-corps, que s'il est conforme à la NFE 85-015.

Figure 18 – Faîtage simple sur mur



Pour pentes $\geq 7\%$ et $< 10\%$, prévoir un bord relevé
 Pour pentes $\geq 5\%$ et $< 7\%$, prévoir un bord relevé + contre cloisir.

Figure 19 – Faîtage en solin contre acrotère



Pour pentes $\geq 7\%$ et $< 10\%$, prévoir un bord relevé
 Pour pentes $\geq 5\%$ et $< 7\%$, prévoir un bord relevé + contre cloisir.

Figure 20 – Rive contre mur

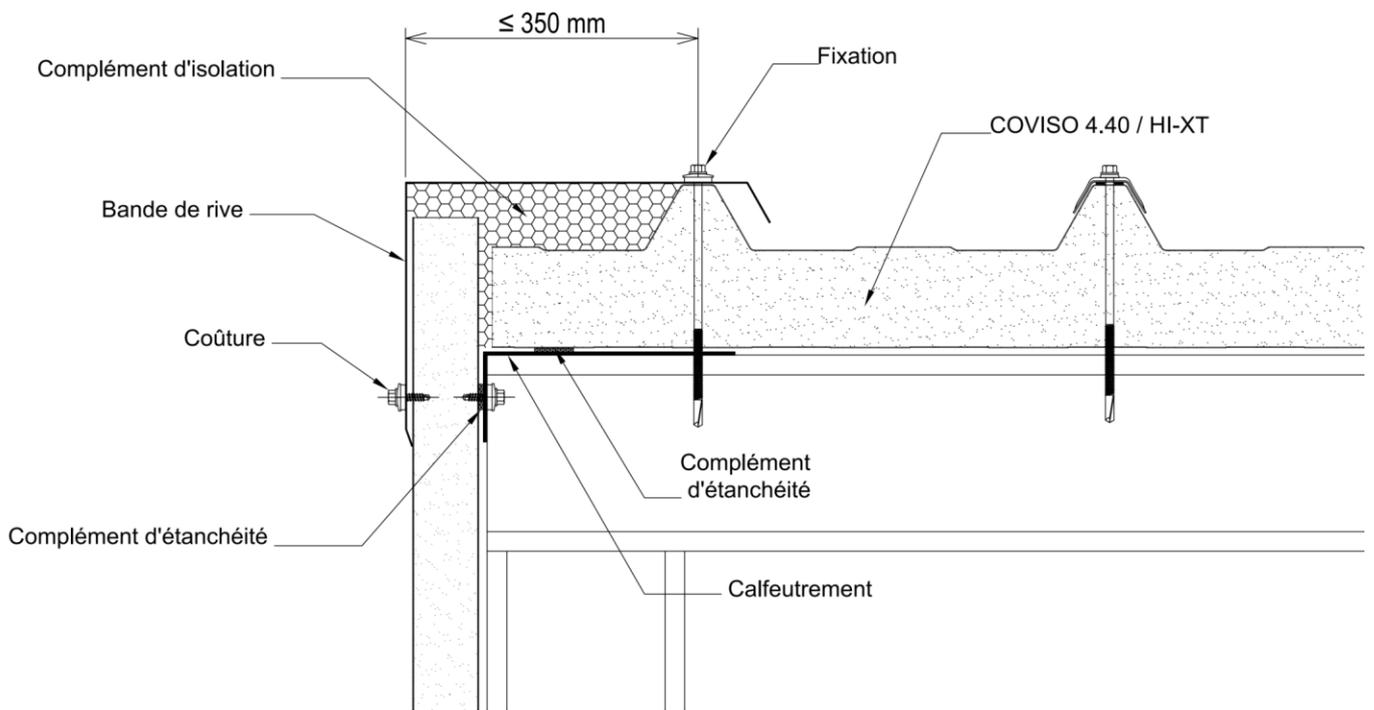


Figure 21 - Rive contre pignon

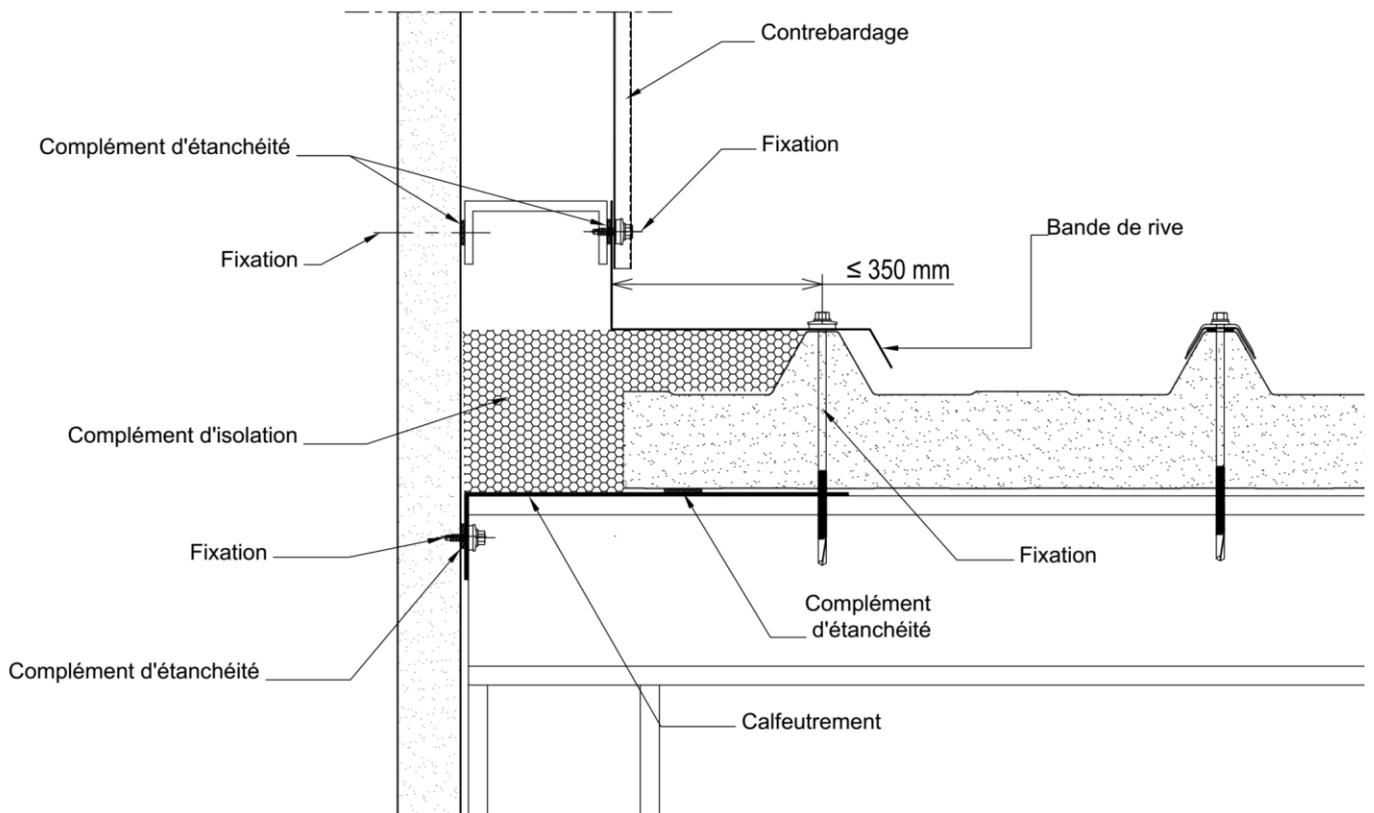


Figure 22 - Rive contre acrotère

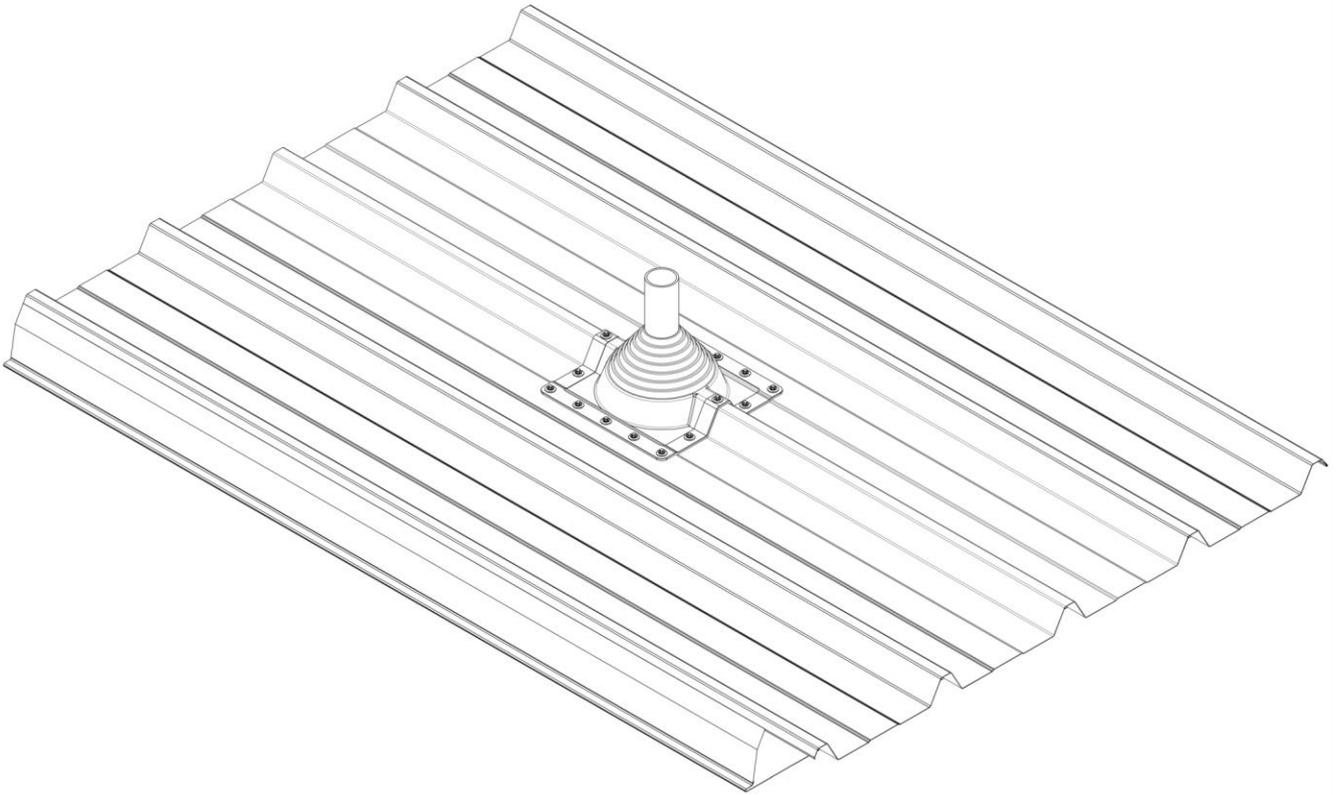


Figure 23 – Montage d'un manchon de sortie de toiture

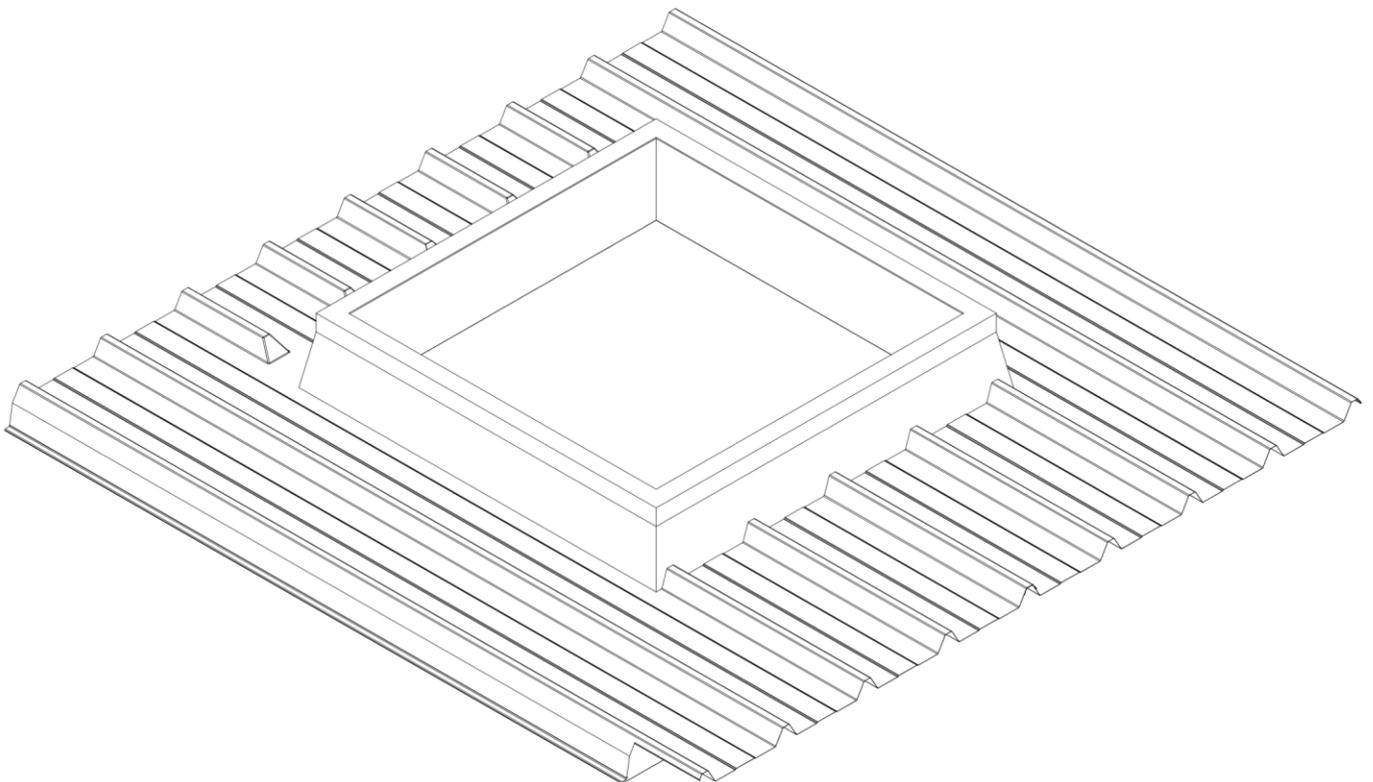


Figure 24 – Embase polyester adaptée au panneau

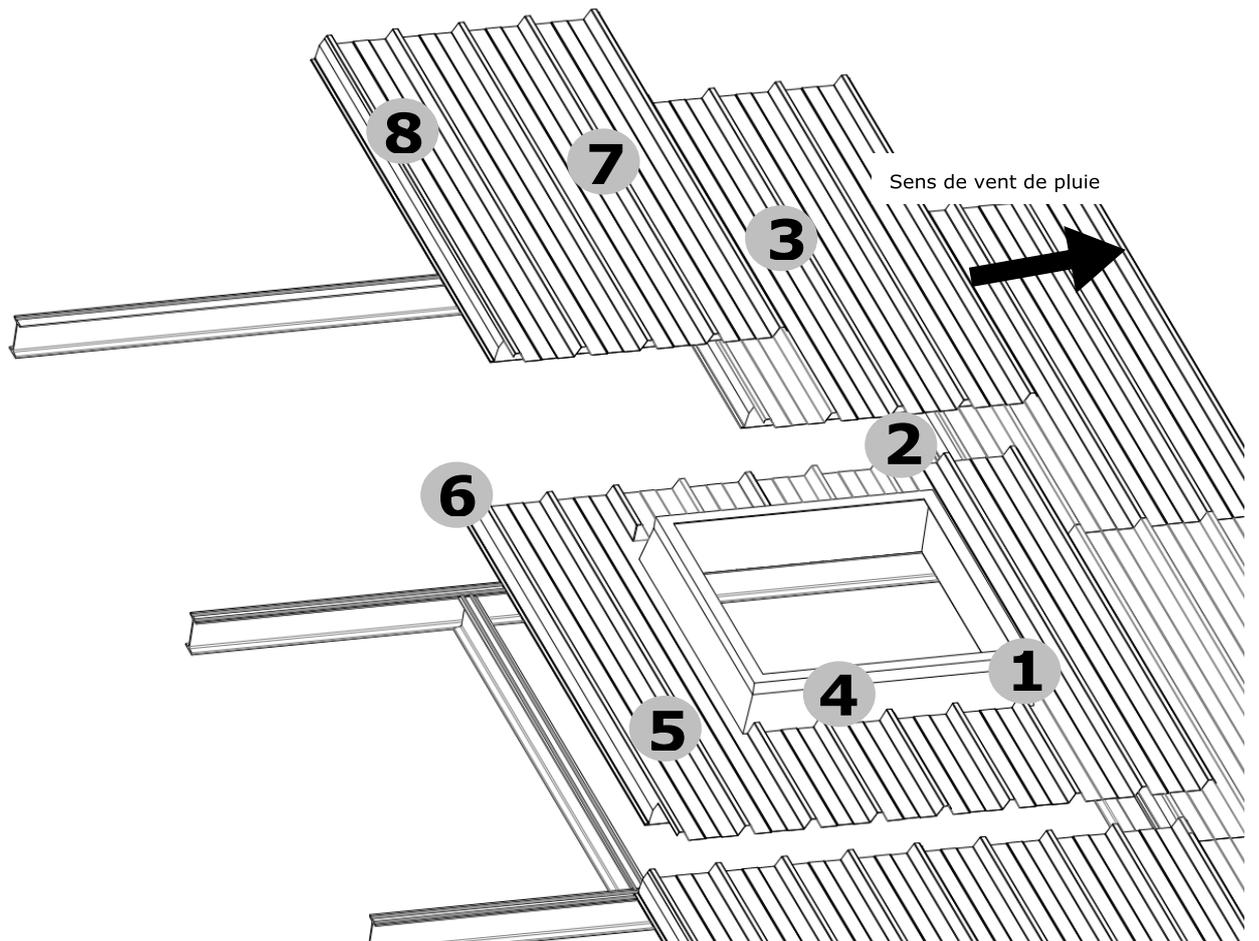


Figure 25 – Montage des embases polyester – Concept général

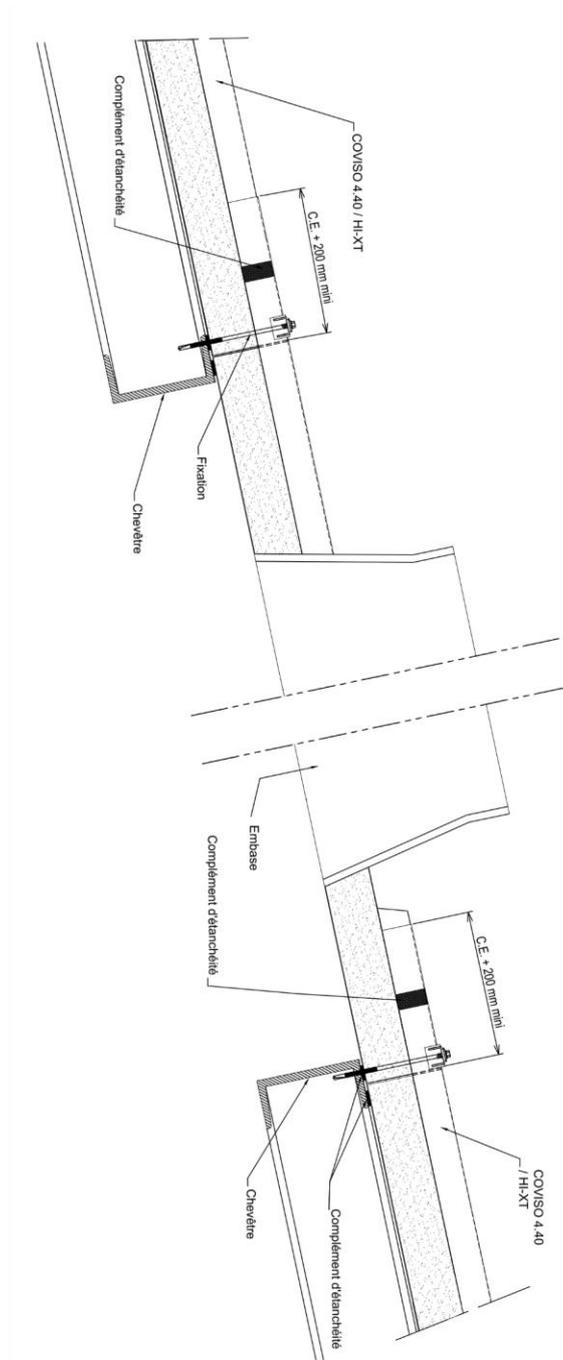


Figure 26 - Montage des embases polyester – Coupe

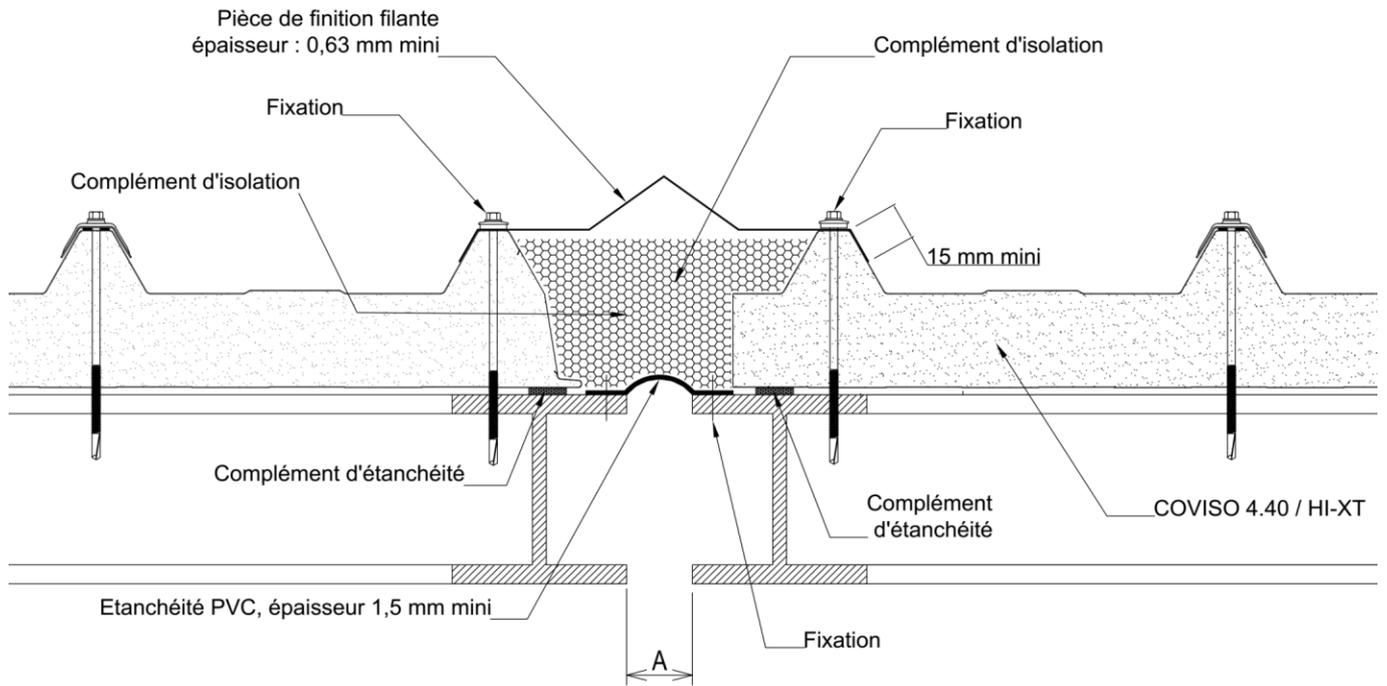


Figure 27 – Exemple de traitement d'un joint de dilatation pour déplacement faibles : $A \leq 50$ mm

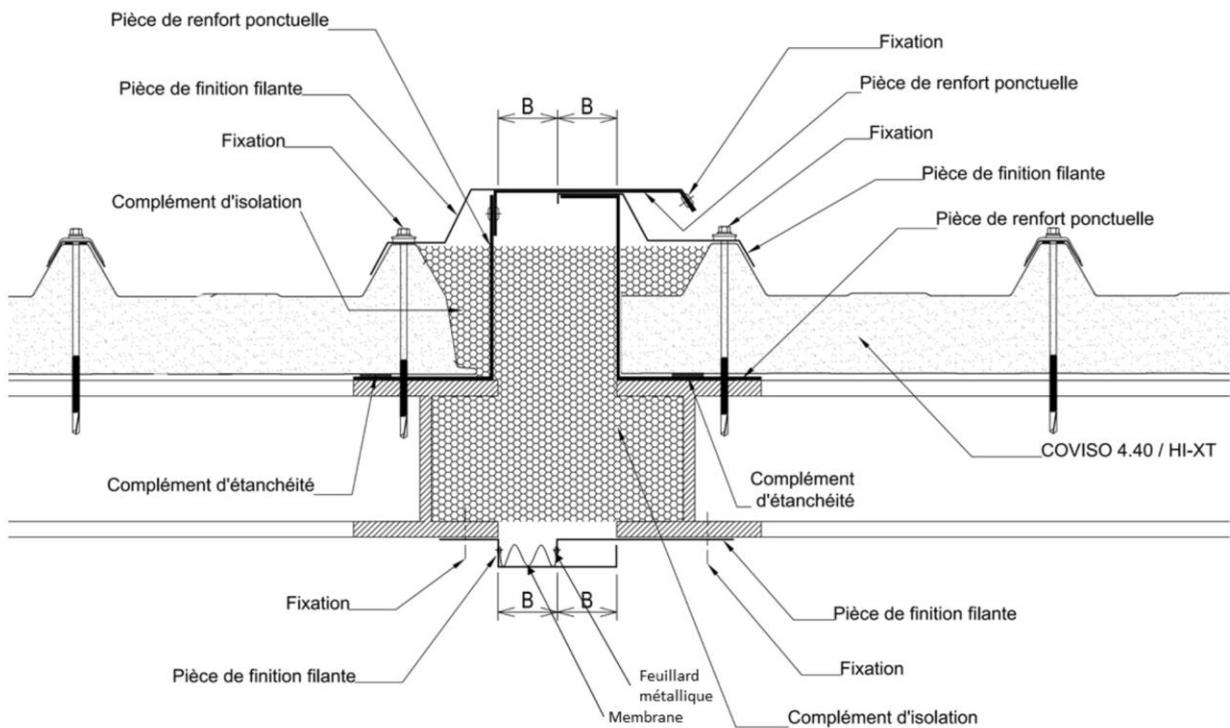
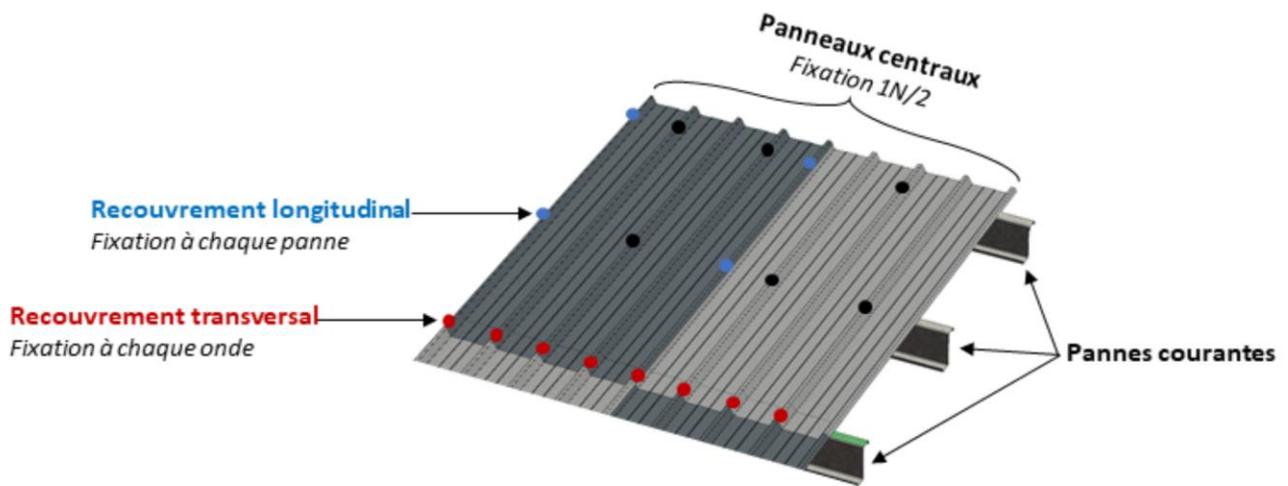


Figure 28 – Exemple de traitement d'un joint de dilatation pour déplacement important : $B \leq 150$ mm



Note : L'égout, le faîtage et les rives latérales ne sont pas représentés
Figure 29 – Fixations des panneaux sandwich 1N/2 (voir § 2.4.6.1)