

Sur le procédé

FACADISO / HI-PIR ST

Famille de produit/Procédé : Panneau sandwich métallique en bardage

Titulaires :

BACACIER SAS

Internet : www.bacacier.com

HUURRE IBERICA

Internet : www.huurreiberica.com

Distributeurs :

BACACIER SAS

Internet : www.bacacier.com

HUURRE IBERICA

Internet : www.huurreiberica.com

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

AVANT-PROPOS

Les Avis Techniques et les Documents Techniques d'Application sont destinés à mettre à disposition des acteurs de la construction des éléments d'appréciation sur la façon de concevoir et de construire des ouvrages au moyen de produits ou procédés de construction dont la constitution ou l'emploi ne relèvent pas des savoir-faire et pratiques traditionnels.

Au terme d'une évaluation collective, l'avis technique de la commission se prononce sur l'aptitude à l'emploi des produits ou procédés relativement aux exigences réglementaires et d'usage auxquelles l'ouvrage à construire doit normalement satisfaire.

Version du document

Description	Rapporteur	Président
Prorogation de l'Avis Technique 2.3/18-1795_V2	Youcef MOKRANI	Frédéric VALEM

Avis du Groupe Spécialisé

Par décision du Groupe Spécialisé n° 2.3 - Procédés d'enveloppe à base de panneaux sandwich de la Commission chargée de formuler les Avis Techniques, en date du 25 novembre 2025, la validité de l'Avis Technique **2.3/18-1795_V2** est prolongée jusqu'au 31 janvier 2027.

Sur le procédé

FACADISO / HI-PIR ST

Famille de procédé : Panneau sandwich métallique en bardage

Titulaires :

BACACIER SAS
Internet : www.bacacier.com

HUURRE IBERICA
Internet : www.huurreiberica.com

Distributeurs :

BACACIER SAS
Internet : www.bacacier.com

HUURRE IBERICA
Internet : www.huurreiberica.com

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
V2	<p>Il s'agit de la 1^{ère} révision du DTA, cette version annule et remplace l'Avis Technique 2.1/18-1795_V1.</p> <p>Les modifications apportées dans le cadre de la 1^{ère} révision 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 » ; • La modification du joint mis en œuvre dans l'emboîtement du panneau sandwich ; • L'application sous la nouvelle trame de l'Avis Technique. 	Youcef MOKRANI	Frédéric VALEM

Descripteur :

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

Les panneaux ont les dimensions suivantes :

- Epaisseur : 40 à 100 mm.
- Longueur hors tout maximale : 13,5 m.
- Largeur utile : 1150 mm.

La jonction entre panneau est obtenue par emboîtement des rives longitudinales. Les panneaux sont mis en œuvre par fixations traversantes cachées dans l'emboîtement.

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	5
1.2.1.	Aptitude à l'emploi du procédé	5
1.2.2.	Durabilité - Entretien	6
1.2.3.	Impacts environnementaux	6
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	11
2.3.1.	Généralités.....	11
2.3.2.	Conditions de conception.....	11
2.3.3.	Critères de dimensionnement	11
2.3.4.	Dimensionnement de l'ouvrage	12
2.4.	Dispositions de mise en œuvre	12
2.4.1.	Conditions de mise en œuvre.....	12
2.4.2.	Conditions générales de pose.....	12
2.4.3.	Dispositions préalables relatives à l'ossature.....	13
2.4.4.	Dispositions relatives à l'étanchéité	13
2.4.5.	Assemblage des panneaux.....	14
2.4.6.	Points singuliers	14
2.4.7.	Précautions particulières	15
2.4.8.	Dispositions en zone sismique.....	16
2.5.	Entretien, rénovation et remplacement	16
2.5.1.	Entretien	16
2.5.2.	Rénovation	16
2.5.3.	Remplacement de panneaux endommagés	16
2.6.	Traitement en fin de vie	16
2.7.	Assistance technique	17
2.8.	Principes de fabrication et de contrôle de cette fabrication.....	17
2.8.1.	Procédé de fabrication.....	17
2.8.2.	Contrôles de fabrication	17
2.9.	Mention des justificatifs	17
2.9.1.	Résultats expérimentaux	17
2.9.2.	Références chantiers.....	17
2.10.	Annexe du Dossier Technique – Schémas de mise en œuvre.....	18

1. Avis du Groupe Spécialisé

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

1.1. Domaine d'emploi accepté

1.1.1. Zone géographique

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

1.1.2. Ouvrage visé

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

L'utilisation du procédé FACADISO / HI-PIR ST 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.

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.

L'emploi de ce procédé en zones sismiques est limité aux zones et bâtiments suivant le tableau ci-après et en respectant les prescriptions données au §2.4.8.2 du Dossier Technique, sur charpente métallique, bois et béton avec insert métallique, de bâtiments suivant le tableau ci-après (selon les arrêtés de 22 octobre 2010 « modifié le 15 septembre 2014 et le 8 septembre 2021 », 19 juillet 2011 et 25 octobre 2012).

Les dispositions données au tableau ci-après, ne s'appliquent pas, conformément au « Guide sur les Eléments non structuraux » (Guide ENS PS de juillet 2014)¹ pour les bardages situés à moins de 3,50 m du sol de référence et de masse inférieure ou égale à 25 kg/m². Ces derniers peuvent être posés sans disposition particulière dans toutes les zones de sismicité, pour toutes les catégories d'importance et sur toutes les classes de sol.

Comme pour tous les procédés de cette famille, il n'est visé que le critère de non-chute des panneaux sandwich en zones sismiques.

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.

Domaine d'emploi en zones sismiques :

Zones de sismicité	Classes de catégories d'importance des bâtiments			
	I	II	III	IV
1	X	X	X	X
2	X	X	X ¹	X ¹
3	X	X ²	X ¹	X ¹
4	X	X ²	X ¹	X ¹
X	• Pose autorisée sans disposition particulière selon le domaine d'emploi accepté.			
X ¹	• Pose autorisée selon les dispositions décrites au §2.4.8.2 du Dossier Technique.			
X ²	• Pose autorisée sans disposition particulière pour les bâtiments de catégorie d'importance II remplissant les conditions telles que définies au chapitre I "Domaine d'application" du Guide de construction parasismique des maisons individuelles DHUP CPMI-EC8 Zones 3-4, édition 2021. • Dans les autres cas, pose autorisée selon les dispositions décrites au §2.4.8.2 du Dossier Technique.			

¹ Dimensionnement parasismique des éléments non structuraux du cadre bâti, édition 2014 du Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie et du ministère du Logement et de l'Egalité des Territoires et de la Ruralité téléchargeable au lien suivant : https://www.cohesion-territoires.gouv.fr/sites/default/files/2019-05/DGALN_Dimensionnement%20parasismique%20des%20elements%20non%20structuraux%20du%20cadre%20bati.pdf

1.2. Appréciation

1.2.1. Aptitude à l'emploi du procédé

1.2.1.1. Stabilité

Les panneaux de bardage ne participent ni à la stabilisation des ossatures secondaires ni à la stabilité générale des bâtiments. Elles incombent à l'ouvrage qui les supporte.

L'espacement entre lisses ou poteaux, déterminé cas par cas, en fonction des efforts de vent appliqués en tenant compte d'une part de la résistance en flexion des panneaux et d'autre part de la résistance des organes de fixation, permet d'assurer convenablement la stabilité propre des panneaux.

1.2.1.2. Sécurité en cas de chocs en parois verticales

Elle est à justifier, au cas par cas, conformément à la norme P 08-302.

1.2.1.3. Sécurité en cas d'incendie

Les panneaux sandwich du procédé de bardage FACADISO / HI-PIR ST font l'objet, suivant la NF EN 13 501-1, d'un classement de réaction au feu en cours de validité (cf. §2.2.3.7 et §2.9.1).

1.2.1.4. Sécurité en cas de séisme (cf. Paragraphe 1.1.2)

L'emploi du procédé est possible en zones sismiques selon les prescriptions du paragraphe 2.4.8.2 du Dossier Technique.

1.2.1.5. 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), permettant de déterminer le coefficient de transmission surfacique global du bardage (Up).

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

1.2.1.6. Isolation acoustique

On ne dispose pas d'éléments d'évaluation relatifs à l'isolation, 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.

1.2.1.7. Etanchéité à l'eau

Elle peut être considérée comme normalement assurée pour le domaine d'emploi accepté, et dans les conditions de pose définies au Dossier Technique pour des hauteurs d'ouvrages limitées à :

- 50 m dans le cas de la pose verticale,
- 40 m dans le cas de la pose horizontale,
- 20 m dans le cas de présence de baies en façade,
- 15 m dans le cas d'ouvrage avec joint de dilatation.

1.2.1.8. 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 FACADISO / HI-PIR ST 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 parements métalliques relève des techniques traditionnelles de profilage des tôles d'acier galvanisées prélaquées. Le moussage de l'âme isolante est réalisé, dans l'usine 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.

1.2.1.10. Mise en œuvre

La mise en œuvre est réalisée par des entreprises spécialisées dans le domaine du bardage industriel et doit s'accompagner de précautions (transports, manutention, pose ...).

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

1.2.2. Durabilité - Entretien

Les matériaux utilisés pour la fabrication des éléments et leur mise en œuvre ne présentent pas d'incompatibilité.

L'adhérence isolant-paroi et la stabilité dimensionnelle de l'âme sont satisfaisantes.

Les chocs de corps durs de conservation des performances, selon la norme P 08-302, provoquent des empreintes risquant d'endommager l'aspect des façades sans toutefois altérer le revêtement protecteur.

La durabilité des tôles prélaquées est, avant rénovation, supérieure à une dizaine d'années.

La durabilité d'ensemble peut être considérée comme équivalente à celle des bardages traditionnels.

1.2.3. Impacts environnementaux

1.2.3.1. Données environnementales²

Le procédé FACADISO / HI-PIR ST 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 pour objet de servir au calcul des impacts environnementaux des ouvrages dans lesquels le procédé visé est susceptible d'être intégré.

1.2.3.2. 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

Les panneaux sandwich visés dans ce Dossier ont deux dénominations commerciales :

- FACADISO distribué par la société BACACIER ;
- HI-PIR ST distribué par la société HUURRE IBERICA.

L'assistance technique est assurée par le distributeur du panneau.

La fixation d'objet (échelle, enseigne, crochet, boîtier, ...) directement sur un ou deux parements des panneaux sandwich isolant du procédé FACADISO/HI-PIR ST est exclue. Seule, la fixation des accessoires de finition définis au § 2.2.2.6 du Dossier Technique est autorisée.

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

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 FACADISO / HI-PIR ST 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 FACADISO / HI-PIR ST 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 FACADISO/HI-PIR ST 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 : FACADISO / HI-PIR ST ;
- 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) ;
- Les caractéristiques du panneau (résistance mécanique, réaction au feu...) ;
- La date et heure de fabrication ;
- Le code de la mousse ;
- Le poids du colis ;
- La référence de l'usine ;
- Le guide de manutention.

2.1.3.2. Emballage

Les panneaux sont empilés les uns au-dessus des autres avec parement extérieur 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, et plaque de polystyrène).

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

2.1.3.3. Transport

Les panneaux et leurs accessoires doivent être transportés dans des camions bâchés, calés et gerbés correctement (maximum 2 colis gerbés).

Il faut vérifier à chaque livraison, même dans son emballage d'origine, l'intégrité 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 et 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 colis de panneaux se fera à l'aide de moyens appropriés :

- A l'aide de fourches (pour les colis inférieurs à 6,0 m) ;
- A l'aide d'élingues plates de largeur minimale 150 mm (pour les colis supérieurs à 6,0 m).

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 toute dégradation sur le produit.

Pour les panneaux dont le poids est supérieur à 70 kg, il est conseillé d'utiliser un matériel de type palonnier à ventouse (il faudra veiller à enlever localement le film de protection au droit de l'emplacement des ventouses).

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 colis peuvent être gerbés (maximum 2 colis).

Les panneaux 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

2.2.1. Principe

Le panneau FACADISO / HI-PIR ST est un procédé de bardage métallique en panneaux sandwich dont l'âme est constituée de mousse polyisocyanurate PIR, expansée au cyclopentane entre deux parements en acier. Les parements extérieurs peuvent présenter des esthétiques différentes.

La gamme de panneaux FACADISO / HI-PIR ST est disponible en épaisseur 40, 60, 80 et 100 mm.

Les panneaux peuvent être posés horizontalement ou verticalement et leur mise en œuvre s'effectue par fixations cachées dans l'emboîtement des rives longitudinales.

2.2.2. Caractéristiques des composants

2.2.2.1. Parements

Parement extérieur réalisé en tôle en acier de nuance minimale S250GD d'épaisseur nominale minimale de 0,50 mm.

Parement intérieur réalisé en tôle en acier de nuance minimale S220GD d'épaisseur nominale minimale de 0,40 mm.

Les parements sont issus de bobines d'acier galvanisées à chaud en continu conformément à la norme NF EN 10346 et prélaquées conformément aux normes NF EN 10169 et NF P 34-301.

Les revêtements métalliques pour le parement intérieur sont :

- Z100 avec revêtement polyester 15 µm,
- Z225 avec revêtement polyester 25 ou 35 µm,
- Z275 avec revêtement polyuréthane 55 µm.

Les revêtements métalliques pour le parement extérieur sont :

- Z225 avec revêtement polyester 25 µm ou 35 µm,
- Z275 avec revêtement polyuréthane 55 µm.

En référence aux expositions définies dans la norme NF P34-301, le choix des parements et de leurs finitions, qui est fonction des atmosphères extérieures et ambiances intérieures, est déterminé conformément aux Tableaux 1 et 2 en fin de Dossier Technique.

2.2.2.2. Isolants

Mousse en polyisocyanurate référence NASFR15 dont les caractéristiques (selon la norme NF EN 14509) sont données dans le tableau ci-dessous :

Tableau 3 – Caractéristiques minimales de l'âme isolante

Densité	40 ± 5kg/m ³
Traction (f_{ct})	0,11 MPa (épaisseurs 40, 60 et 80 mm) 0.08 MPa (épaisseur 100 mm)
Compression (f_{cc})	0,12 MPa
Cisaillement (f_{cv})	0,13 MPa
Conductivité thermique	0,023 W/m.K*

* selon ACERMI N° 18/194/1370.

2.2.2.3. Joints

La rive femelle comporte un joint en mousse polyéthylène de densité 33 kg/m³ et d'épaisseur 5 mm. La rive mâle comporte un film PVC d'épaisseur 60 µm.

2.2.2.4. Organes de fixation

Le choix du traitement contre la corrosion des dispositifs de fixations sera effectué conformément à l'annexe K du DTU 40.35 (NF P 34-205) pour l'adaptation à l'atmosphère extérieure et au NF DTU 43.3 P1-2 pour l'adaptation à l'ambiance intérieure.

Le choix des fixations doit respecter les dispositions suivantes :

- Pour les expositions extérieures : annexe A de la norme NF P 34-205-1 (DTU 40.35),
- Pour les ambiances intérieures : § 5.1.1.4 de la norme NF DTU 43.3 P1-2.

Les fixations utilisées pour l'assemblage des panneaux sandwich sont :

- Sur support acier :
 - Vis autoperceuse de diamètre minimal 5,5 mm,
 - Vis autotaraudeuse de diamètre minimal 6,3 mm (le diamètre des avants trous est défini par le fabricant de fixation).
- Sur support bois : vis autoperceuse de diamètre minimal 6,3 mm.

Les fixations dans l'emboîtement devront être choisies en prenant en compte les épaisseurs à serrer (épaisseur du panneau dans l'emboîtement + épaisseur de la plaquette de répartition) données dans le tableau ci-dessous :

Tableau 4 – Epaisseur à serrer des panneaux

Epaisseur Panneau (mm)	Epaisseur à serrer dans l'emboîtement (mm)
40	26,5
60	46,5
80	66,5
100	86,5

Dans l'emboîtement, les fixations sont utilisées avec plaquettes de répartition d'épaisseur 1.5 mm (voir figure 3).

Ces plaquettes de répartitions sont :

- En acier galvanisé de nuance S250 GD :
 - Z275 ou tout autre revêtement métallique justifiant de la même performance vis-à-vis de la corrosion pour les atmosphères extérieures rurale non polluée, urbaine ou industrielle normale et marine de 20 à 10 km.
 - Z 350 ou tout autre revêtement métallique justifiant de la même performance vis-à-vis de la corrosion pour les atmosphères extérieures urbaine ou industrielle sévère et marine de 10 à 3 km.
 - Z 450 ou tout autre revêtement métallique justifiant de la même performance vis-à-vis de la corrosion pour une atmosphère extérieure marine de 3 à 1 km.
- En acier inoxydable austénitique A2 pour les autres atmosphères extérieures.

Il est possible d'utiliser, en complément des vis prévues dans l'emboîtement, des fixations traversant de part en part le panneau dans les cas suivants :

- Au niveau des points singuliers, lorsque la rive femelle doit être coupée (angle, haut de bardage, au droit des ouvertures ...),
- Au niveau des jonctions verticales en pose horizontale des panneaux sur 2 appuis, lorsque la résistance de l'assemblage n'est pas suffisante vis-à-vis des effets du vent avec les seules fixations cachées (voir §2.3.3 et §2.4.5).

Les fixations traversantes seront munies d'une rondelle d'appui et d'étanchéité monobloc de diamètre 19 mm

Les façonnés sont fixés à l'aide de :

- Vis autoperceuse de diamètre minimal 4,8 mm,
- Vis autotaraudeuse de diamètre minimal 4,8 mm, avec rondelle d'appui et d'étanchéité monobloc de diamètre minimal 14 mm,
- Rivets en acier inoxydable (corps A2-tige 10% Cr).

2.2.2.5. Pièce de départ

Les type de pièces de départ/support à utiliser dépend du sens de pose des panneaux :

Pose horizontale : Les pièces de départ ponctuelles sont réalisées en aluminium 1050 d'épaisseur 3 mm et de longueur minimale 150 mm (voir figure 9). Les pièces de départ ponctuelles sont fixées au pas maximal de 1.5 m à raison de 2 fixations par plaquette.

Pose verticale : Les pièces de supports filantes sont réalisées en acier galvanisé adapté à l'atmosphère extérieure du chantier en épaisseur minimale 1.5 mm et de nuance minimale S 280GD (voir figure 10). Les pièces de supports filantes sont fixées tous les 1.5 m avec une densité minimale de 2 fixations.

Vis-à-vis du risque de corrosion, le choix de la protection s'effectuera en considérant une atmosphère protégée ventilée (cf. Cahier CSTB 3194).

Le guide de choix du revêtement de ces pièces en fonction de l'atmosphère extérieure est donné ci-après :

- Galvanisé Z275 ou tout autre revêtement métallique justifiant de la même performance vis-à-vis de la corrosion pour les atmosphères extérieures rurale non polluée, urbaine ou industrielle normale et marine de 20 à 10 km.
- Galvanisé Z 350 ou tout autre revêtement métallique justifiant de la même performance vis-à-vis de la corrosion pour les atmosphères extérieures urbaine ou industrielle sévère et marine de 10 à 3 km.
- Galvanisé Z 450 ou tout autre revêtement métallique justifiant de la même performance vis-à-vis de la corrosion pour une atmosphère extérieure marine de 3 à 1 km.

La pièce de départ en bas de bardage (pose horizontale) et la pièce support en jonction de panneau en pose verticale sont obligatoires. Et, dans le cas d'un bas de bardage (pose verticale), la pièce support peut être remplacée par un calage provisoire (voir figure 12).

2.2.2.6. Façonnés de finition

Réalisés en tôle d'acier d'épaisseur minimale 0.75 mm. Les façonnés de finition tels que bavettes, couronnements d'acrotère, angles (sortants ou rentrants), couvre joints (etc) sont réalisés sur presses plieuses.

2.2.2.7. Complément d'étanchéité et d'isolation

Les compléments d'étanchéité utilisés selon le paragraphe 2.4.4 pour le procédé sont du type :

- Joint silicone bénéficiant d'un label SNJF Façade,
- Joint en mousse souple imprégnée ou PVC 20 x 5 ou 10 x 5 mm.

Les compléments d'isolation thermique utilisés pour le procédé sont du type :

- Mousse polyuréthane en bombe,
- Laine minérale.

2.2.3. Eléments

Les panneaux sandwich isolants du procédé FACADISO / HI-PIR ST font l'objet d'une déclaration des performances établie par le fabricant sur la base de la norme NF EN 14509.

2.2.3.1. Caractéristiques dimensionnelles

- Largeur utile : 1150 mm.
- Epaisseurs : 40, 60, 80, 100 mm.
- Longueur maximale : 13 500 mm.

2.2.3.2. Géométrie des parements (cf. Figure 4)

Les parements extérieurs sont de type :

- Semi Lisse : nervure en creux de forme triangulaire de profondeur 1.4 mm au pas de 288 mm,
- Nervuré : nervure en creux de forme trapézoïdale de profondeur 1 mm au pas de 48 mm,
- Micronervuré : nervure triangulaire asymétriques de profondeur 1.70 mm au pas de 13.5 mm.

Le parement intérieur est de type nervuré (nervure en creux de forme trapézoïdale de profondeur 1 mm au pas de 48 mm).

2.2.3.3. Rives et extrémités

Les rives longitudinales permettent une jonction mâle/femelle.

La rive femelle, permettant de cacher la fixation, est munie d'un joint en mousse polyéthylène (voir figure 2).

La rive mâle, recevant la plaquette de répartition et la fixation, est dotée également d'un joint en mousse polyéthylène. La rive mâle présente un angle de 92° au niveau de l'emboîtement permettant la non-rétention des eaux de pluie dans le cas de la pose horizontale (voir figure 2).

2.2.3.4. Masse surfacique

Le tableau 5 ci-dessous indique les valeurs de masses surfaciques nominales des panneaux sandwich isolants du procédé FACADISO / HI-PIR ST.

Tableau 5 – Masse surfacique des panneaux

Epaisseur Panneau (mm)	Masse des panneaux (Kg/m ²)
40	9.20
60	10.00
80	10.80
100	11.60

2.2.3.5. Tolérances

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

2.2.3.6. Performances thermiques

Le coefficient U_p doit être calculé conformément aux règles Th-U fascicule parois opaques, d'après la formule suivante :

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

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 du panneau par m^2 .
- χ est le coefficient de déperdition ponctuelle correspondant à une fixation. Cette valeur est prise forfaitairement à 0,01 W/K
- A est la surface de la paroi.

Le tableau ci-dessous donne les valeurs U_c et Ψ_j en fonction de l'épaisseur du panneau. Ces valeurs ont été calculées avec une conductivité thermique λ de 0,023 W/m.K selon certificat ACERMI n° 18/194/1370.

Tableau 6 - Caractéristiques thermiques des panneaux

Epaisseur Panneau (mm)	U_c (W/m ² .K)	Ψ_j (W/m.K)
40	0,551	0,030
60	0,372	0,011
80	0,281	0,006
100	0,226	0,004

2.2.3.7. Réaction au feu

Les panneaux sandwich isolants du procédé FACADISO / HI-PIR ST de bardage 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. § 2.10) suivant la norme NF EN 13501-1 : B-s1,d0.

2.3. Dispositions de conception

2.3.1. Généralités

La détermination de la portée des panneaux est effectuée suivant le principe des états limites pour le référentiel Eurocode vent (NF EN 1991 1-4, son annexe nationale, et leurs amendements). Les tableaux 9 et 10, établis conformément au cahier CSTB 3731, indiquent les valeurs maximales en pression et dépression du vent pour une pose sur 2 et 3 appuis.

Pour la vérification des fixations, le coefficient matériau γ_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 longitudinal est limité au minimum de :

- Dix fois l'épaisseur du panneau,
- Le tiers de la portée adjacente autorisée,
- 1 200 mm.

2.3.2. Conditions de conception

L'ossature du bâtiment doit 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 horizontales sont celles du tableau 2 de la clause 7.2.2 (1) B de la NF EN 1993-1-1/NA. Les classes d'exécution et de tolérance doivent être de classe 1 ou 2 selon la norme NF EN 1090-2 +A1.
- 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 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.

En cas d'utilisation d'une ossature secondaire pour la fixation des panneaux, il convient de s'assurer de la résistance de cette ossature et de sa fixation à l'ossature principale. La déformation maximale des lisses horizontales (sous l'action du vent seul) ne devra pas dépasser 1/200^{ème} de la portée considérée avec un maximum limité à 2 cm.

2.3.3. Critères de dimensionnement

- Critères de dimensionnement selon méthode alternative par essais du Cahier CSTB n° 3731.
- Vérification de l'assemblage : réalisée sur la base des essais de fatigue, avec les valeurs de résistance ultime forfaitaire suivantes (aucune extrapolation avec une vis supplémentaire n'est envisageable) :
 - 159 daN pour une vis par plaquette en appui d'extrémité ;
 - 356 daN pour deux vis par plaquette en appui intermédiaire.

Le tableau 11 indique les actions de vent ELS en dépression sur 2 et 3 appuis en prenant en compte pour chaque fixation une valeur de résistance caractéristique à l'arrachement Pk/γ_m supérieure ou égale à 159 daN pour une pose sur deux appuis et supérieure ou égale à 178 daN pour une pose sur 3 appuis. Dans le cas de résistance caractéristique à l'arrachement Pk/γ_m inférieure, l'action de vent ELS maximale doit être recalculée avec la formule donnée ci-dessous :

$$\text{Pour une pose sur 2 appuis : } W = 2 \times \left(\frac{Pk}{\gamma_m} \right) / (1,50 \times L \times l)$$

$$\text{Pour une pose sur 3 appuis : } W = 2 \times \left(\frac{Pk}{\gamma_m} \right) / (1,50 \times 1,25 \times L \times l)$$

Avec :

- W : action maximale de vent ELS en dépression (daN/m²) vérifiée avec le C_{pnet} applicable aux fixations, issu du cahier CSTB n° 3732 pour l'ensemble du bâtiment, ou selon les valeurs C_{pnet} de l'Eurocode vent tenant compte de toutes les zones ;
- Pk : résistance caractéristique à l'arrachement de l'assemblage selon la norme NF P 30-310 ;
- γ_m : coefficient de sécurité matériau (voir § 2.3.1) ;
- L : portée du projet en m ;
- l : largeur utile du panneau en m.

Pour l'assemblage des panneaux sandwich isolants par 2 fixations traversantes par largeur de panneau et par appui en complément de celle prévue dans l'emboîtement (cf. §2.4.5 et figures 24 et 25), la vérification de l'assemblage vis-à-vis de la dépression s'effectue en tenant compte uniquement de ces fixations traversantes :

- Valeur de calcul forfaitaire par fixation vis-à-vis du déboutonnage :
 - 82 daN à ELS ;
 - 113 daN à ELU.
- Résistance de calcul Pk/γ_m de 112 daN par fixation vis-à-vis de l'ancrage.

2.3.4. Dimensionnement de l'ouvrage

Seules les actions de vent ELS sont à prendre en compte. Les actions du vent Eurocode à prendre compte sont issues :

- Soit d'un calcul complet avec comme hypothèses :
 - $C_{prob} = 1,00$;
 - $C_{season} = 1,00$;
 - $C_{dir} = 1,00$;
 - Coefficient de pression extérieur pris pour une surface de 10 m² ($C_{pe,10}$).
 - Prise en compte de la zone A au sens du § 7.2.2 (2) et tableau 7.1 de l'Eurocode vent pour :
 - La vérification des fixations ;
 - Les panneaux posés verticalement : tous les panneaux compris même en partie dans cette zone ;
 - Les panneaux posés horizontalement :
 - En 2 appuis si la zone A concernant le panneau est supérieure à L/2 ;
 - En 3 appuis si la zone A concernant le panneau est supérieure à L.
- Soit du cahier CSTB n°3732 pour les règles simplifiées.

Les performances des panneaux en pression et en dépression sont indiquées dans les tableaux 9 et 10.

La performance de l'assemblage en fixation cachée des panneaux en dépression est indiquée dans le tableau 11.

D'une façon générale, il y a lieu de prendre en compte la valeur minimale entre les valeurs indiquées dans les tableaux 9 à 11 pour les performances en dépression.

2.4. Dispositions de mise en œuvre

2.4.1. Conditions de mise en œuvre

Des précautions devront être prises pour assurer la continuité de l'étanchéité à l'air entre cordons d'étanchéité des joints verticaux et horizontaux et dispositifs d'étanchéité des points singuliers : pied de façade, encadrements de baies, acrotère (cf. §2.4.4. Dispositions relatives à l'étanchéité).

L'étanchéité à l'air et à l'eau nécessite du soin, tant pour la mise en compression des garnitures d'étanchéité entre panneaux qu'aux raccordements des panneaux avec les calfeutremments.

2.4.2. Conditions générales de pose

Les panneaux sandwich FACADISO / HI-PIR ST sont mis en œuvre verticalement ou horizontalement.

Pose verticale

Les panneaux sont fixés sur lisses horizontales. La pose s'effectue dans le sens contraire des vents de pluies dominants. La rive femelle du panneau à poser est emboîtée dans la rive mâle du dernier panneau fixé à l'avancement. Aux jonctions transversales des panneaux ainsi qu'aux points singuliers, des garnitures d'étanchéité sont mises en œuvre sur appui.

La jonction transversale des panneaux, dans le cas de bâtiments dont la hauteur est supérieure à la longueur du panneau, est réalisée à l'aide de bavettes et de pièces supports.

Pose horizontale

Les panneaux sont fixés sur poteaux verticaux du bas vers le haut. Le premier panneau est maintenu par les pièces de départs (ponctuelles tous les 1,5 m). La rive femelle du panneau à poser est emboîtée dans la rive mâle du dernier panneau fixé à l'avancement. Les couvre-joints sont mis en œuvre aux jonctions verticales.

Aux croisements entre jonctions horizontales et éléments verticaux (jambage, angle, couvre-joints...), l'emboîtement sera garni en face extérieure d'un bourrelet et cordon de mastic silicone permettant de clore en extrémité la jonction longitudinale entre panneaux. Ce garnissage permet également la continuité de l'étanchéité avec les compléments d'étanchéité disposés entre les panneaux d'une part et les façonnés d'autre part.

2.4.3. Dispositions préalables relatives à l'ossature

2.4.3.1. Dimensions minimales des appuis

Les panneaux peuvent être posés sur des ossatures en acier, bois ou béton avec inserts métalliques.

Les tableaux ci-dessous donnent les largeurs minimales des différents appuis selon la zone de sismicité et la catégorie d'importance (voir §2.4.8) :

Tableau 7a - Largeur minimale des appuis sans disposition particulière selon le §2.4.8 :

Appuis	Nature de l'appui		
	Acier (épaisseur mini :1.5 mm)	Bois (épaisseur mini : 80 mm)	Béton avec inserts acier (épaisseur mini : 2.5 mm)
Extrémité	40 mm	60 mm	60 mm
Intermédiaire	60 mm	25 mm + 8xØ	60 mm
Jonctions de panneaux*	90 mm	60 mm + 8xØ	90 mm

Les figures 5a, 6a et 7a illustrent les dispositions minimales de pose en fonction des natures et des types d'appuis.

Tableau 7b - Largeur minimale des appuis avec disposition particulière selon §2.4.8 :

Appuis	Nature de l'appui		
	Acier (épaisseur mini :1.5 mm)	Bois (épaisseur mini : 80 mm)	Béton avec inserts acier (épaisseur mini : 2.5 mm)
Extrémité	60 mm	60 mm	60 mm
Intermédiaire	60 mm	25 mm + 8xØ	60 mm
Jonctions de panneaux*	140 mm	110 mm + 8xØ	140 mm

Les figures 5b, 6b et 7b illustrent les dispositions minimales de pose en fonction des natures et des types d'appuis.

Ø : diamètre de la fixation.

* : Espace entre 2 panneaux de 20mm mini.

L'ancrage des fixations dans le bois est de 50 mm minimum.

2.4.3.2. Tolérances d'alignement

Un écart d'alignement de l'ossature ne peut être rattrapé par les panneaux posés sur 3 appuis et peut engendrer des déformations des panneaux rendant ainsi inesthétique l'aspect de façade.

Les tolérances d'alignement de l'ossature doivent être :

- De classe 1 ou 2 selon la NF EN 1090-2 pour les supports en acier.
- Conformes à la NF EN 13670 pour les ossatures en béton avec insert métallique.
- Conformes à la NF DTU 31-1 pour les ossatures bois.

La surface de contact de la structure avec les panneaux devra être continue, sans aspérité et parallèle au plan des panneaux.

2.4.4. Dispositions relatives à l'étanchéité

2.4.4.1. Vis-à-vis du transfert de vapeur, du risque de condensation et de l'étanchéité à l'air

Un complément d'étanchéité type joint mousse souple de dimension 20x5 mm (voir § 2.2.2.7) doit être mis en œuvre du côté intérieur du bâtiment au niveau des appuis comportant une extrémité de panneau (jonction de panneaux et points singuliers).

2.4.4.2. Vis-à-vis de l'étanchéité à l'eau

L'étanchéité à l'eau en partie courante est assurée par les panneaux sandwich FACADISO / HI-PIR ST sous respect des dispositions du paragraphe 2.4.2.

L'étanchéité à l'eau au niveau des points singuliers est assurée par la mise en œuvre de complément d'étanchéité du type joint mousse 10x5 mm (voir § 2.2.2.7) entre les panneaux et les pièces de finition.

2.4.5. Assemblage des panneaux

L'assemblage des panneaux se fait par vis avec plaquette de répartition (décrites au paragraphe 2.2.2.4) à raison de :

- Zones sans disposition particulière selon §2.4.8 (voir figures 5a, 6a et 7a) :
 - 1 fixation par appui d'extrémité ;
 - 2 fixations par appui intermédiaire.
- Zones avec disposition particulière selon §2.4.8 (voir figures 5b, 6b et 7b) :
 - 2 fixations par appui d'extrémité et par appui intermédiaire.

Dans le cas de 2 fixations par appui, les fixations sont mises en œuvre sur 2 trous consécutifs de la plaquette de répartition (voir figures 5a à 7b).

La pince minimum des fixations par rapport au nu de l'ossature est de 15mm pour l'acier et de 4 fois le diamètre de la fixation pour le bois.

La distance entre l'axe de la fixation et l'extrémité du panneau est de 20mm.

Lorsque la fixation du panneau en pose horizontale sur 2 appuis est réalisée par fixations traversantes en complément de celle prévue dans l'emboîtement, l'assemblage des panneaux par fixation traversante se fait à raison de 2 fixations par largeur de panneau et par appui. La distance entre l'axe de la fixation traversante et l'extrémité du panneau est de 20mm (figure 24).

Le dimensionnement de l'assemblage avec fixations traversantes est indiqué au §2.3.

2.4.6. Points singuliers

La conception des détails d'exécution présentés et illustrés aux paragraphes suivants ne constitue que des exemples à adapter à chaque chantier.

Cette conception est fondée sur le principe de l'obtention de performances, supérieures à celles de bardages métalliques traditionnels, concernant :

- La continuité de l'isolation thermique,
- L'étanchéité à l'eau,
- L'étanchéité à l'air.

2.4.6.1. Bas de bardage

Pose verticale (figure 10)

- Fixations d'une pièce support filante ou d'un calage provisoire pour l'alignement dans la longrine ou la lisse basse.
- Mise en place d'une bavette rejet d'eau : jeu minimal de 5 mm entre la bavette et l'extrémité côté extérieur du panneau.
- Mise en place d'un complément d'étanchéité en mousse de 20x5 mm entre chaque extrémité de panneau et les appuis verticaux.
- Mise en place et fixation du panneau.

Pose horizontale (figure 8)

- Fixations d'une pièce de départ pour l'alignement dans la longrine ou la lisse basse.
- Mise en place éventuelle d'une bavette rejet d'eau : jeu minimal de 5 mm entre la bavette et l'extrémité côté extérieur du panneau.
- Mise en place d'un complément d'étanchéité en mousse de 20x5 mm entre chaque extrémité de panneau et les appuis verticaux.
- Mise en place du panneau dans les pièces de départ (rive femelle) et fixation du panneau (dans la rive mâle).

2.4.6.2. Haut de bardage (cf. figures 17 et 18)

Le panneau est fixé sur un profilé d'ossature (lisse haute) après interposition d'un calfeutrement intérieur par tôle façonnée et d'un complément d'étanchéité en mousse de 20 x 5 mm.

Il est nécessaire de mettre en œuvre un complément d'isolation thermique.

Enfin la mise en œuvre d'un habillage extérieur s'effectue par vis autoperceuse à raison d'une fixation tous les 0,50 m.

2.4.6.3. Jonction horizontale en pose verticale (cf. figure 12)

Cette jonction est réalisée au droit d'une ou deux lisses intermédiaires avec bavette et pièce de départ filante. Il y a lieu de veiller à la compatibilité entre les dimensions des appuis et la conception de la jonction.

La partie supérieure de la jonction est réalisée de la même façon qu'un bas de bardage (cf. Paragraphe 2.4.6.1).

La partie inférieure de la jonction est réalisée de la même façon qu'un haut de bardage (cf. Paragraphe 2.4.6.2) avec mise en œuvre d'un complément d'isolation thermique.

2.4.6.4. Jonction verticale en pose horizontale (cf. figure 11)

Cette jonction est réalisée avec couvre-joint sur la jonction des panneaux posés et fixés bout à bout après interposition de compléments d'étanchéité en mousse de 20 x 5 mm.

Aux emboitements, il est nécessaire de mettre en œuvre :

- Un garnissage par extrusion silicone ;
- Un complément d'isolation thermique.

Le couvre-joint est fixé aux panneaux à raison d'une vis tous les 0,5 m.

Au niveau de leur jonction, les couvre-joints sont éclissés sur une longueur minimum de 70 mm après mise en place d'un joint silicone. Les jonctions des couvre-joints ne doivent pas correspondre au niveau de la jonction horizontale des panneaux.

Il y a lieu de veiller à la compatibilité entre les dimensions des appuis et la conception des jonctions.

2.4.6.5. Angles réalisés sur chantier (cf. figures 13 à 16)

L'angle sortant ou rentrant est réalisé au droit d'un ou de deux montants verticaux avec un façonné d'angle et complément d'étanchéité par joint mousse 20x5 mm.

En pose verticale, les panneaux sont maintenus par fixations traversantes au niveau de leurs rives.

En pose horizontale, un garnissage par extrusion de mastic silicone est réalisé aux emboitements.

En extrémité des panneaux, un complément d'isolation thermique doit être mis en œuvre pour optimiser le comportement thermique.

Les angles extérieurs sont fixés, après interposition d'un complément d'étanchéité, à raison d'une fixation tous les 0,50 m.

2.4.6.6. Rives contre mur (cf. figures 19 et 20)

Les rives contre mur sont réalisées de façon similaire à celles des angles avec des façonnés adaptés, avec des compléments d'étanchéité à l'air par joint mousse et un complément d'isolation thermique.

En pose horizontale, les emboitements des panneaux seront garnis en face extérieure d'un cordon de mastic

2.4.6.7. Baies et ouvertures (cf. figures 22 et 23)

Des baies ou ouvertures peuvent être aménagées dans le bardage.

Les efforts agissant sur les baies ou les pénétrations de dimensions supérieures à 400 x 400 mm devront être reportés sur les lisses de fixation grâce à des chevêtres.

Les ouvertures sont traitées comme des ouvrages indépendants, le raccordement se faisant au droit d'une ossature de charpente ou par l'intermédiaire d'un chevêtre assemblé à l'ossature.

En respectant les principes de conception des paragraphes précédents, l'habillage des ouvertures comporte :

- La fixation des panneaux à la périphérie ;
- La préparation des bords des panneaux (découpes complémentaires) ;
- L'installation des compléments d'étanchéité et d'isolation thermique ;
- La pose d'accessoires tels que bavette et sous face de linteau en partie haute, jambage côté montant et appuis de châssis en partie basse.

La jonction du jambage et de l'appui de châssis sera complétée par cordon extrudé de mastic silicone sans oublier d'étancher les bavettes et jambages avec les dormants de menuiseries.

Les oreilles et les retours de la bavette d'appui de fenêtre devront avoir une dimension minimale de 20 mm.

2.4.6.8. Joint de dilatation (cf. figure 21)

Lorsqu'un joint de dilatation est prévu dans la structure, les panneaux seront interrompus de part et d'autre de celui-ci. L'étanchéité à l'eau et l'isolation au droit du point singulier seront assurées par un système particulier de raccordement aux panneaux suivant le principe tel que présenté à la figure 21. Les façonnés sont fixés aux supports prévus à cet effet (voir figure 21) à l'aide d'une fixation tous les 0,50 m. Les façonnés et les supports sont d'épaisseur 1,5 mm mini.

2.4.7. Précautions particulières

2.4.7.1. Découpe

Les opérations de découpe sont exécutées au moyen de matériel approprié :

- Scie sauteuse pour la découpe des panneaux.
- Grignoteuse pour la découpe des façonnés.

L'emploi de la tronçonneuse ou de scie circulaire est rigoureusement proscrit.

On veillera à éviter l'incrustation de particules chaudes sur le revêtement.

Toutes les souillures (limailles, copeaux) seront éliminées sans délai à la pose.

2.4.7.2. Perçage, vissage

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

Les visseuses devront être équipées d'une butée de profondeur et d'un dispositif permettant le réglage du couple de débrayage. A défaut, on effectuera les derniers millimètres de serrage manuellement.

La longueur des vis sera adaptée à l'épaisseur du panneau à fixer et à la nature du support.

Dans le cas d'utilisation de vis autotaraudeuses, un préperçage est nécessaire et se fera conformément aux préconisations du fabricant de vis.

On veillera à éviter l'incrustation de particules chaudes sur le revêtement.

Toutes les souillures (limailles, copeaux) seront éliminées sans délai à la pose.

2.4.7.3. Film de protection

Le film de protection doit être retiré sans délai lors de la pose.

2.4.8. Dispositions en zone sismique

Les panneaux de bardage FACADISO / HI-PIR ST peuvent passer devant un nez de plancher quelle que soit la zone de sismicité. La fixation d'objet directement sur un ou deux parements du panneau de bardage FACADISO / HI-PIR ST est exclue à l'exception des accessoires de finition.

Les façonnés extérieurs sont fixés à raison d'une fixation tous les 500 mm maximums.

Les dispositions données aux §2.4.8.2, ne s'appliquent pas, conformément au « Guide sur les Eléments non structuraux » (guide ENS édition 2014), pour les bardages situés à moins de 3,5 m du sol. Ces derniers, ne nécessitent pas de justification particulière dans toutes les zones de sismicité, pour toutes les catégories d'importance, et sur toutes les classes de sol.

2.4.8.1. Domaine d'emploi

Le domaine d'emploi du procédé FACADISO / HI-PIR ST en zone sismique est défini au paragraphe 1.1.2.

2.4.8.2. Prescriptions

Les dispositions à prévoir dans une pose autre que celle autorisée sans disposition particulière sont :

- Utilisation de fixations double filet en acier inoxydable des sociétés LR ETANCO, FAYNOT ou SFS INTEC avec plaquette de répartition en acier inoxydable (voir figure 3).
- La densité minimale de fixation est de 2 vis par plaquette de répartition et par appui, tant en intermédiaire qu'en appui d'extrémité (voir figures 5b, 6b et 7b).

2.5. Entretien, rénovation et remplacement

2.5.1. Entretien

L'entretien devra comprendre :

- L'élimination des diverses végétations, notamment des mousses et de toutes matières incompatibles qui seraient venues se déposer sur la surface du bardage,
- La protection contre les éventuelles amorces de corrosion, dès qu'elles sont décelées,
- La surveillance de la bonne tenue de la structure porteuse dont tous les désordres pourraient se répercuter sur le bardage,
- 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 ;
 - Reprise éventuelle avec des peintures bâtiment définies en accord avec les titulaires du DTA (la société Bacacier pour la référence commerciale FACADISO et la société HUURRE IBERICA pour la référence commerciale HI-PIR ST).

2.5.2. Rénovation

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

- Nettoyage,
- Reprise avec peinture bâtiment, le mode d'application pouvant 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 les titulaires du DTA (la société Bacacier pour la référence commerciale FACADISO et la société HUURRE IBERICA pour la référence commerciale HI-PIR ST).

2.5.3. Remplacement de panneaux endommagés

Le démontage d'un panneau accidenté peut se faire de la façon suivante :

- Démontage des panneaux précédant celui à remplacer :
 - Pose verticale : démontage des panneaux ayant été mis en œuvre après le panneau endommagé ;
 - Pose horizontale : démontage des panneaux se trouvant au-dessus de celui à remplacer.
- Remplacement du panneau endommagé.
- Remontage des panneaux précédemment démontés.

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 FACADISO et la société HUURRE IBERICA 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 FACADISO / HI-PIR ST sont fabriqués par la société HUURRE IBERICA SA dans l'usine située à Cassà de la Selva (Girona, Espagne), sur une ligne en continu conformément au e-cahier CSTB 3501.

2.8.1. 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 ;
- Empilage ;
- Emballage ;
- Marquage.

2.8.2. Contrôles de fabrication

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

2.9. Mention des justificatifs

2.9.1. Résultats expérimentaux

- Essai de flexion statique sous charge descendante selon la méthode alternative 3 du Cahier CSTB 3731 : Origine QUALICONSULT N° 2017FACADISO63FLE00219v2.
- Essai de flexion statique sous charge ascendante selon la méthode alternative 3 du Cahier CSTB 3731 : Origine CEBTP N° BMA6.I.4022.
- Caractérisation de la 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.
- Certification ACERMI Tremplin N° 18/194/1370.
- Calcul de coefficients U_c et ψ_j du panneau :
Origine : CSTB : DEIS/HTO - 2018 - 025 - KZ/LB - N° SAP 70062242.
- Rapport de classement européen de réaction au feu :
Origine : AFITI LICOF n° 4555T21
- Essai de fatigue sous charge cyclique :
Origine : CSTB MRF 18 26073917.
- Rapport d'essais sismiques (excitation dans le plan du support et mise en parallélogramme) :
Origine : CSTB MRF 18 26073918.
- Rapport de validation des tableaux de charges :
Origine : CSTB réf. DEIS/FACET-18/544.
- Rapport d'essais dans le cadre du marquage CE :
 - Perméabilité :
Origine : LGAI Technological Center réf. 15/10894-2504.
 - Mécanique :
Origine : CSIC Spanish National Research Council réf. 19,261-II.
Origine : réf. 117100304.

2.9.2. Références chantiers

A ce jour, l'utilisation du procédé FACADISO / HI-PIR ST s'élève à 310 000 m² dont 5 000 m² avec la nouvelle mousse NASFR15 depuis mars 2021.

2.10. Annexe du Dossier Technique – Schémas de mise en œuvre

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

Revêtement métallique minimal	Revêtement organique		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 55 µm	IIIa	■	■

■ Revêtement adapté.

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

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 3km	Bord de mer (*)	Mixte	Fort U.V.	Particulière
Z 225	Polyester 25 µm	III	■	■	--	■	--	--	--	--	○
	Polyester 35 µm	IV	■	■	○	■	■	--	--	--	○
Z 275	Polyuréthane 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 FACADISO et la société HUURRE IBERICA pour la référence commerciale HI-PIR ST).
 -- 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 FACADISO et la société HUURRE IBERICA pour la référence commerciale HI-PIR ST).

Tableau 9 – Actions de vent ELS en pression et dépression en (daN/m²) (selon NF EN 1991-1-4, son annexe national et leurs amendements) pour une pose sur 2 appuis

Pression				Portée (m)	Dépression			
Epaisseur du panneau					Epaisseur du panneau			
40mm	60mm	80mm	100mm		40mm	60mm	80mm	100mm
409	-	-	-	1,5	218	-	-	-
301	-	-	-	1,75	187	-	-	-
231	390	-	-	2	163	202	-	-
183	313	-	-	2,25	145	180	-	-
149	257	343	429	2,5	131	162	178	195
123	214	302	390	2,75	119	147	162	178
103	181	269	357	3	102	135	149	163
89	156	234	313	3,25	87	119	135	150
78	135	204	274	3,5	75	103	121	139
68	119	180	241	3,75	65	89	109	128
61	105	160	214	4	57	79	96	113
54	94	143	192	4,25	51	70	85	100
48	84	128	172	4,5	45	62	76	89

Pour les portées supérieures à 4.5m, les valeurs sont valables avec 2 vis traversantes en complément de celle prévues dans l'emboîtement (cf. §2.2.2.4).

Tableau 10 – Actions de vent ELS en pression et dépression en (daN/m²) (selon NF EN 1991-1-4, son annexe national et leurs amendements) pour une pose sur 3 appuis

Pression				Portée (m)	Dépression			
Epaisseur du panneau					Epaisseur du panneau			
40mm	60mm	80mm	100mm		40mm	60mm	80mm	100mm
324	-	-	-	1,5	210	-	-	-
278	-	-	-	1,75	180	-	-	-
243	290	-	-	2	158	158	-	-
201	258	-	-	2,25	140	140	-	-
163	226	292	357	2,5	126	126	142	159
134	187	256	325	2,75	115	115	129	144
113	157	225	292	3	105	105	119	132
96	134	191	249	3,25	97	97	110	122
83	115	165	215	3,5	89	90	102	113
72	100	144	187	3,75	77	84	95	106
64	88	126	164	4	68	79	89	99

Tableau 11 – Actions de vent en dépression ELS de l'assemblage en (daN/m²) (selon NF EN 1991-1-4, son annexe national et leurs amendements)

Portée (m)	Epaisseur de panneau de 40 à 100mm	
	Pose sur 2 appuis	Pose sur 3 appuis
1,5	123	110
1,75	105	94
2	92	82
2,25	82	73
2,5	74	66
2,75	67	60
3	61	55
3,25	57	51
3,5	53	47
3,75	49	44
4	46	41
4,25	43	-
4,5	41	-

Ce tableau est valable pour des fixations dont la résistance caractéristique à l'arrachement $P_k/\gamma_m \geq 159$ daN sur deux appuis et ≥ 178 daN sur 3 appuis.

Dans le cas de résistance caractéristique à l'arrachement P_k/γ_m inférieure, l'action de vent normale en dépression peut être obtenue à partir des formules données au §2.3.3.

Figure 1 - Vue en plan

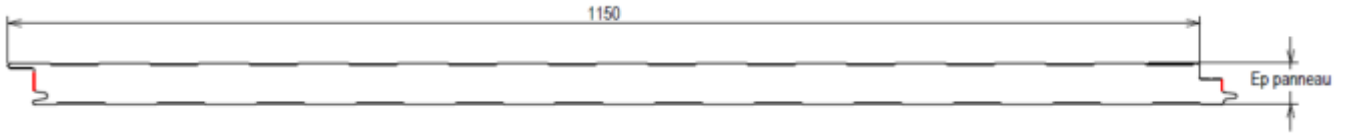


Figure 2 - Emboîtement Panneau

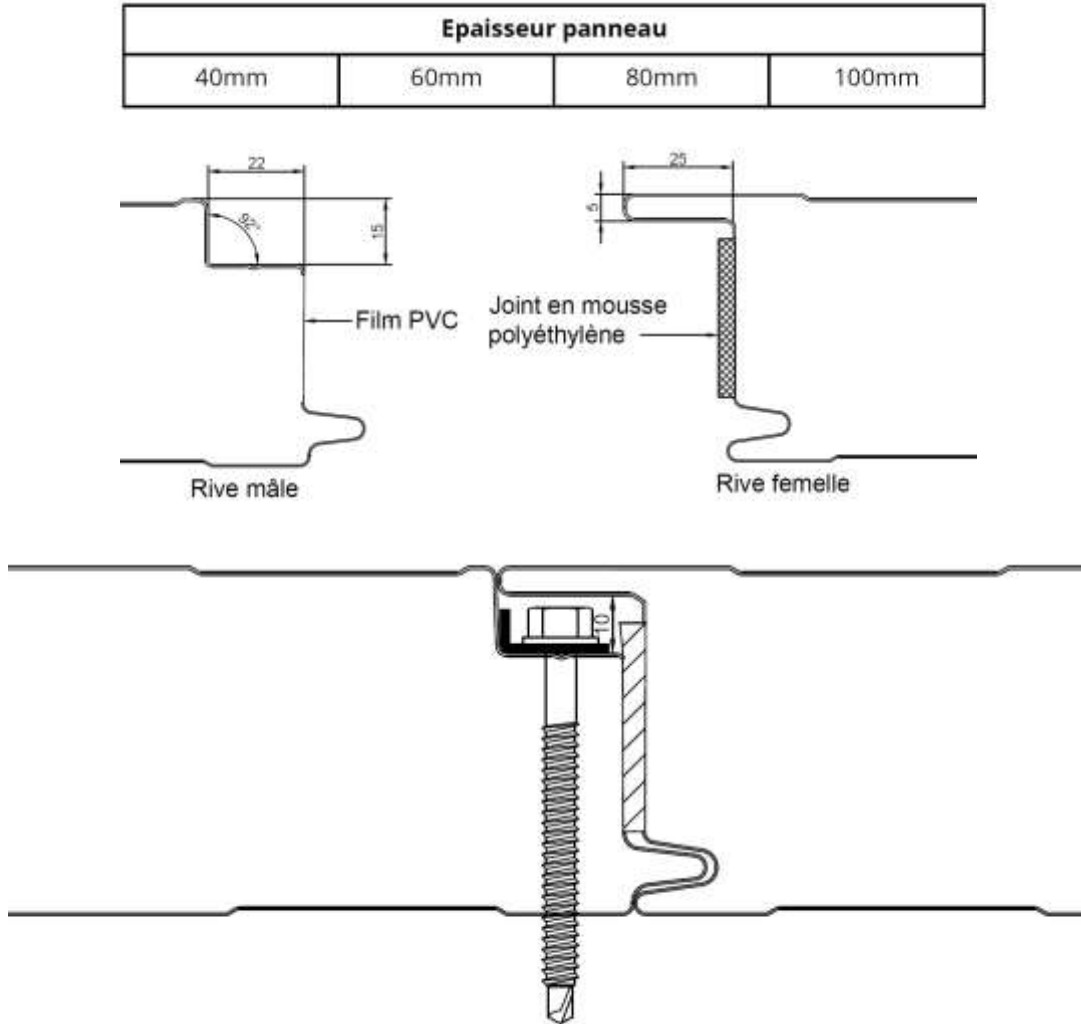


Figure 3 - Plaquette de répartition

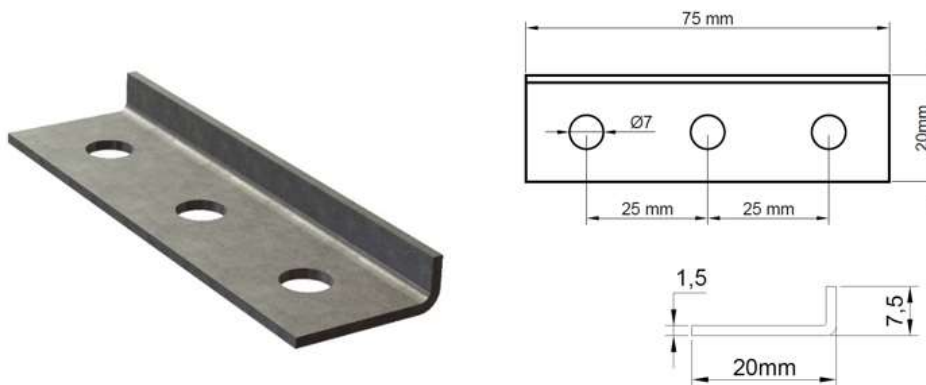
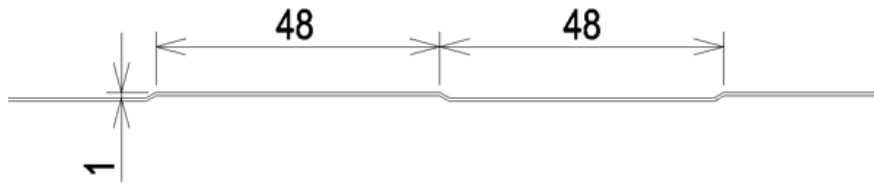


Figure 4 - Géométrie des parements

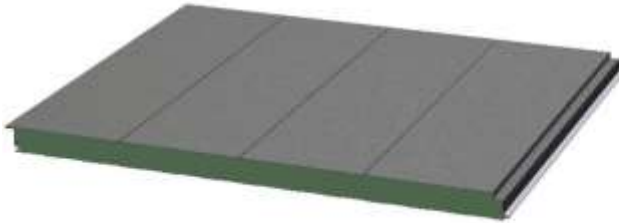
Détail du parement intérieur



FACADISO / HI-PIR ST Parement intérieur

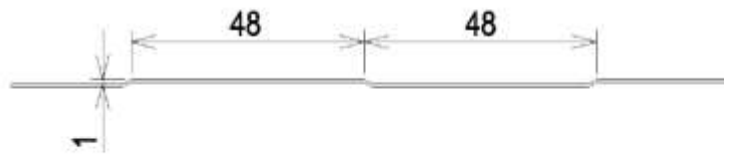


Détail du parement extérieur



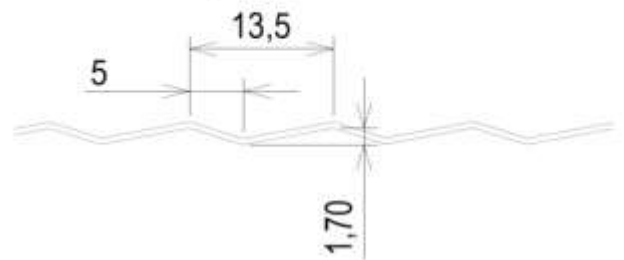
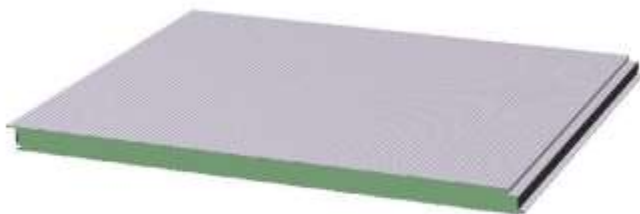
FACADISO / HI-PIR ST Semi Lisse

Détail du parement extérieur

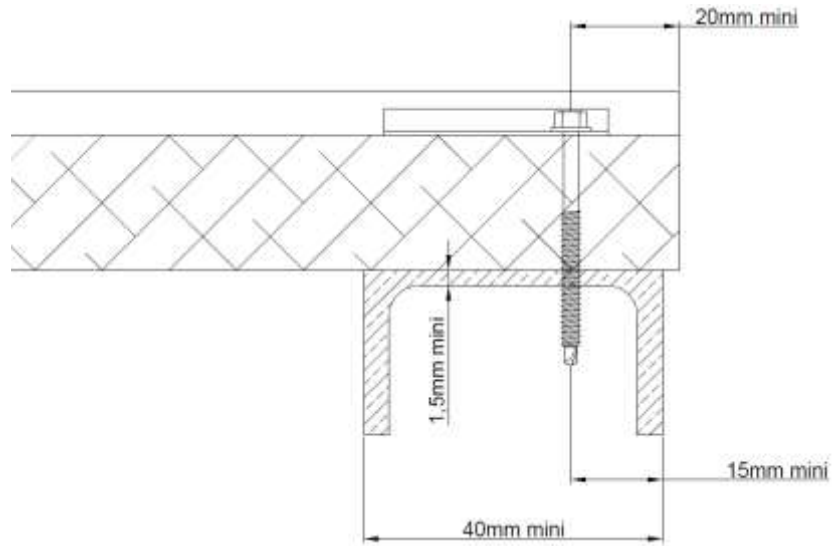
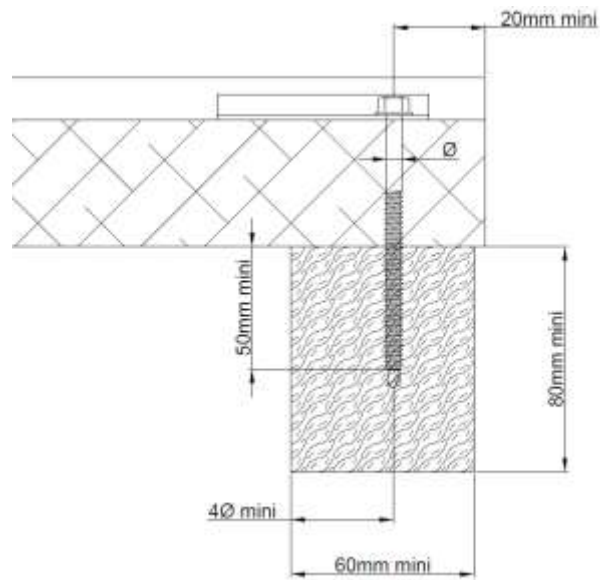
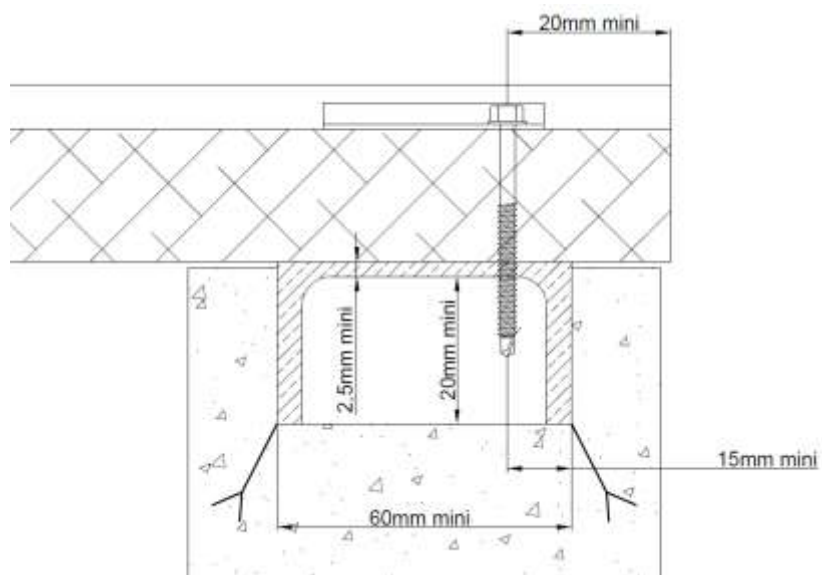


FACADISO / HI-PIR ST Nervuré

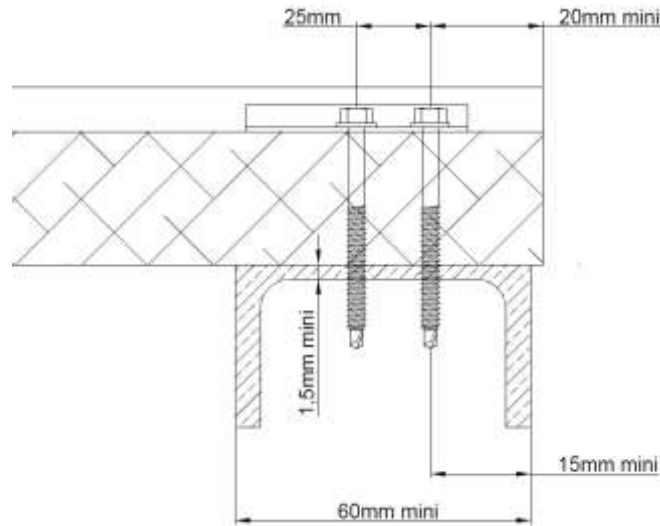
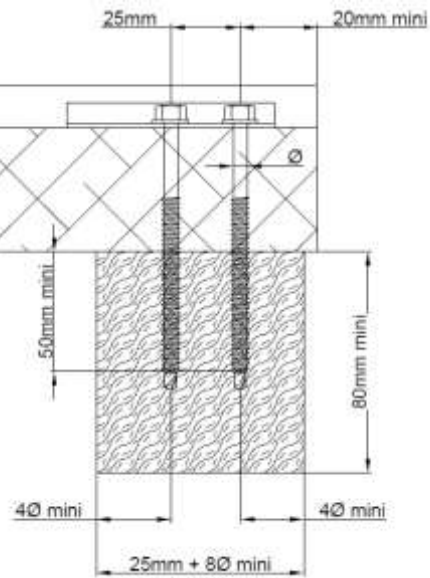
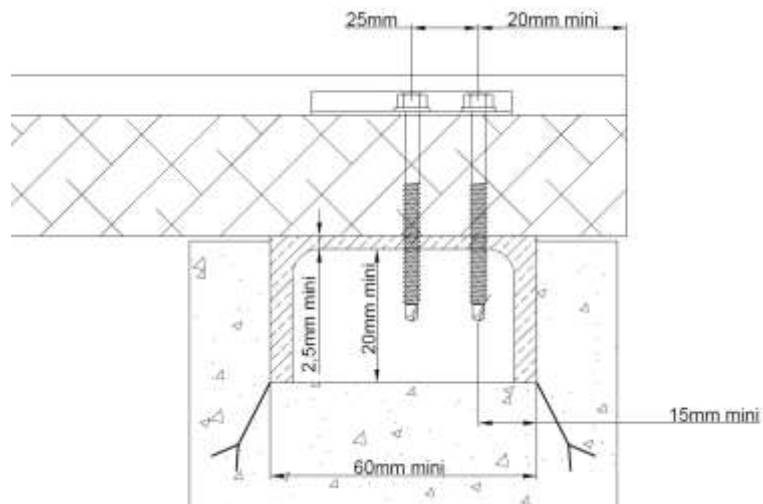
Détail du parement extérieur



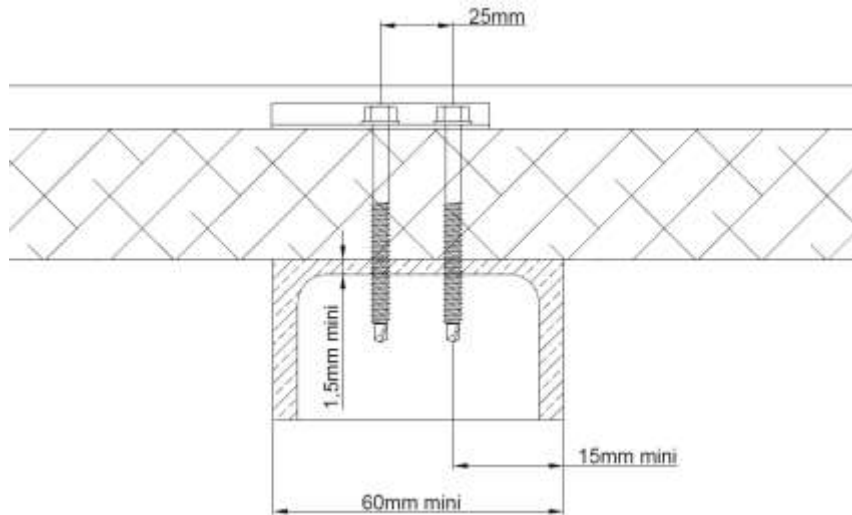
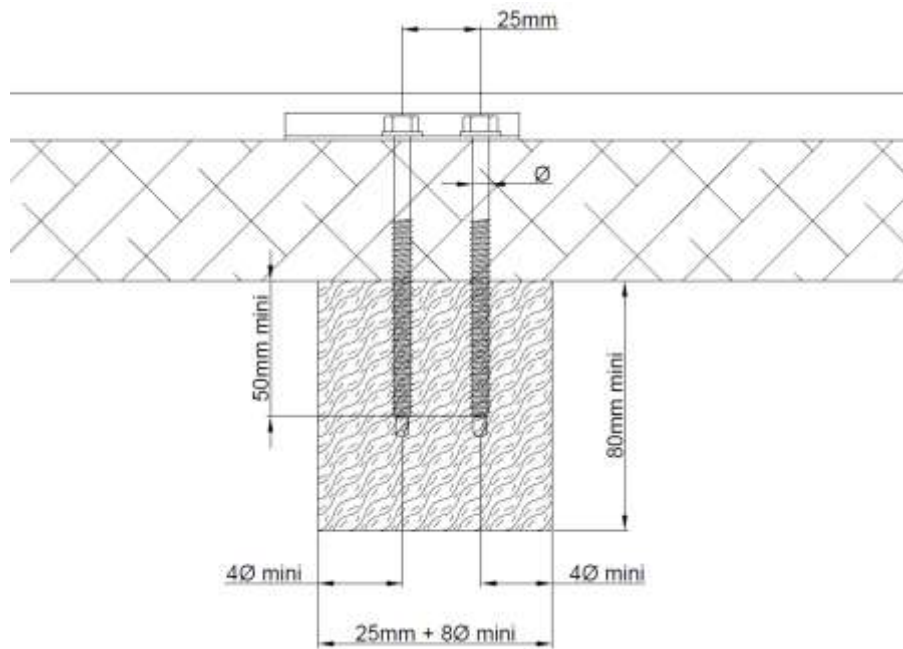
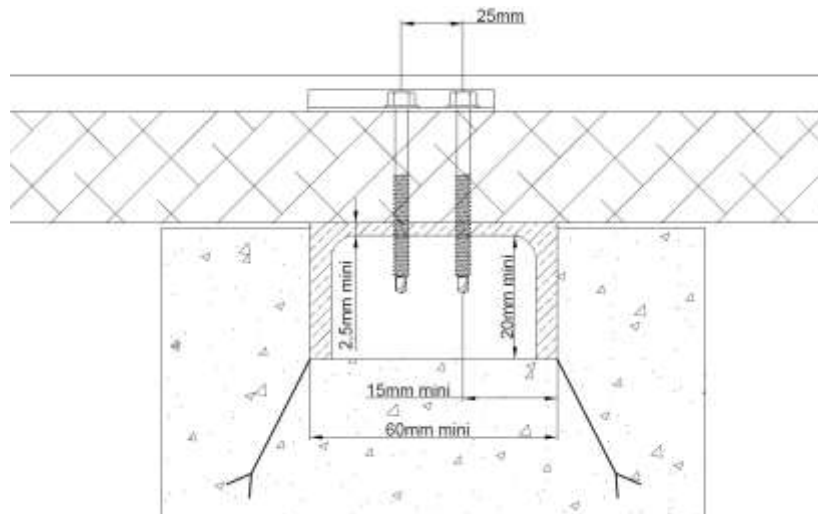
FACADISO / HI-PIR ST Micronervuré

Figure 5a - Largeur d'appui d'extrémité sans disposition particulière selon §2.4.8**Appui d'extrémité en acier****Appui d'extrémité en bois (\varnothing : diamètre de la vis)****Appui d'extrémité en béton avec insert métallique**

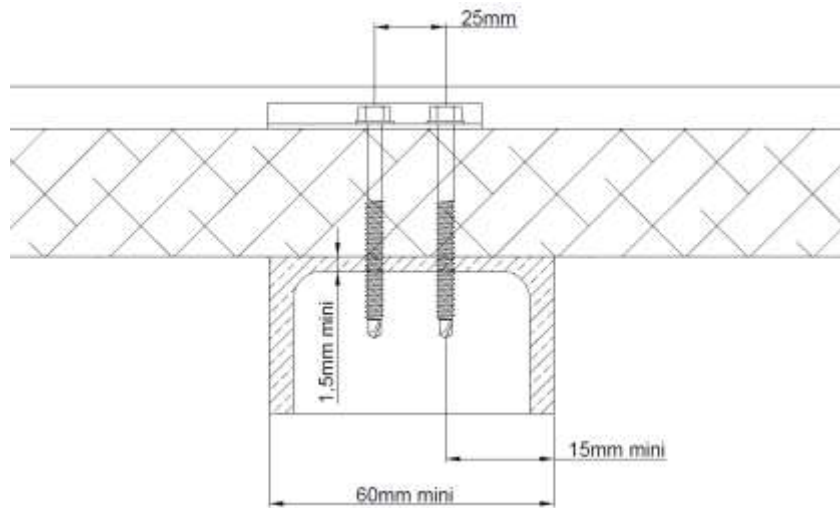
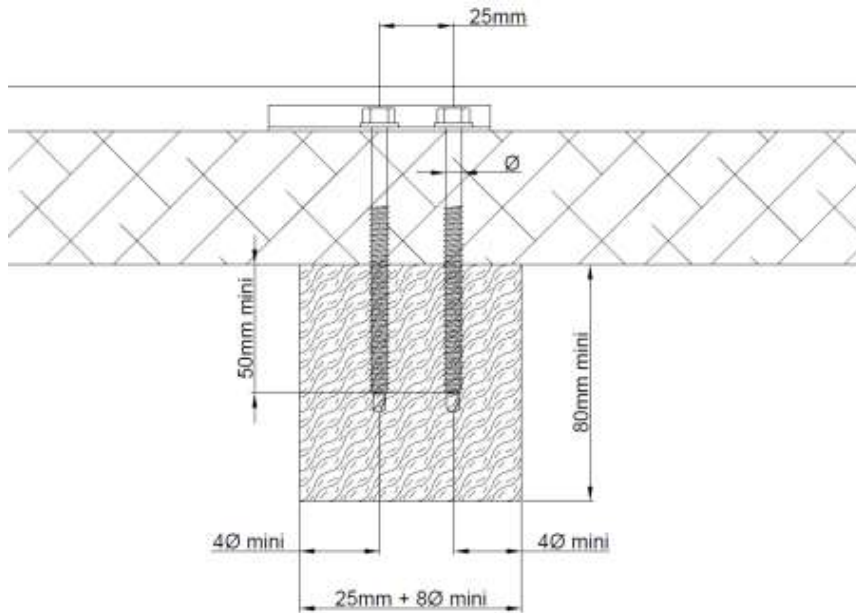
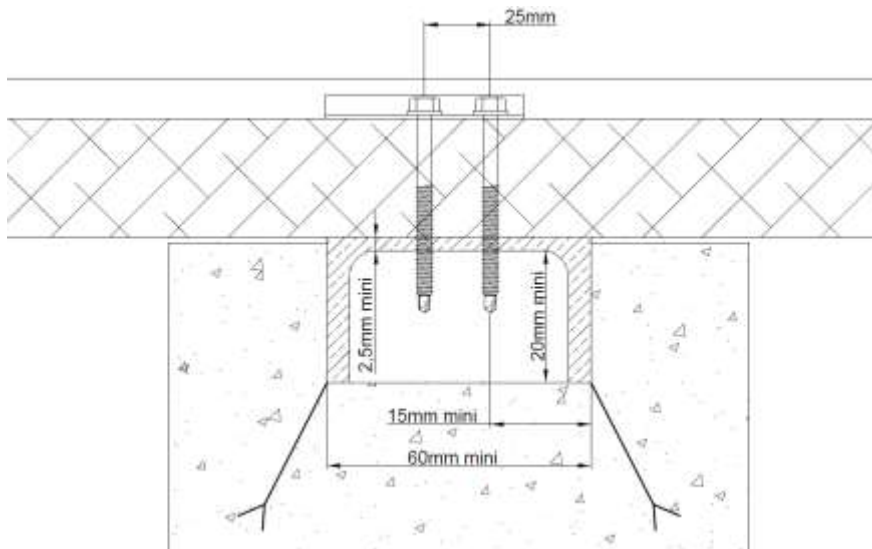
Nota : Les joints d'étanchéités complémentaires ne sont pas représentés

Figure 5b - Largeur d'appui d'extrémité avec disposition particulière selon §2.4.8**Appui d'extrémité en acier****Appui d'extrémité en bois (\varnothing : diamètre de la vis)****Appui d'extrémité en béton avec insert métallique**

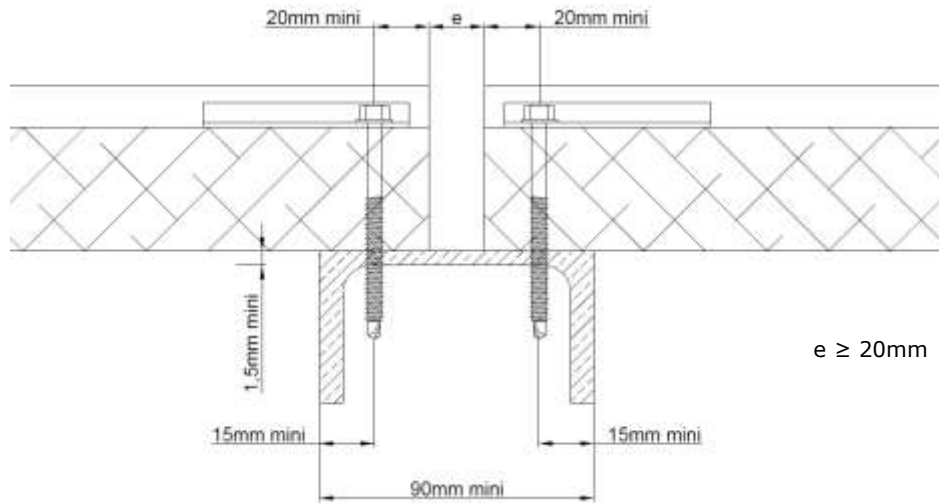
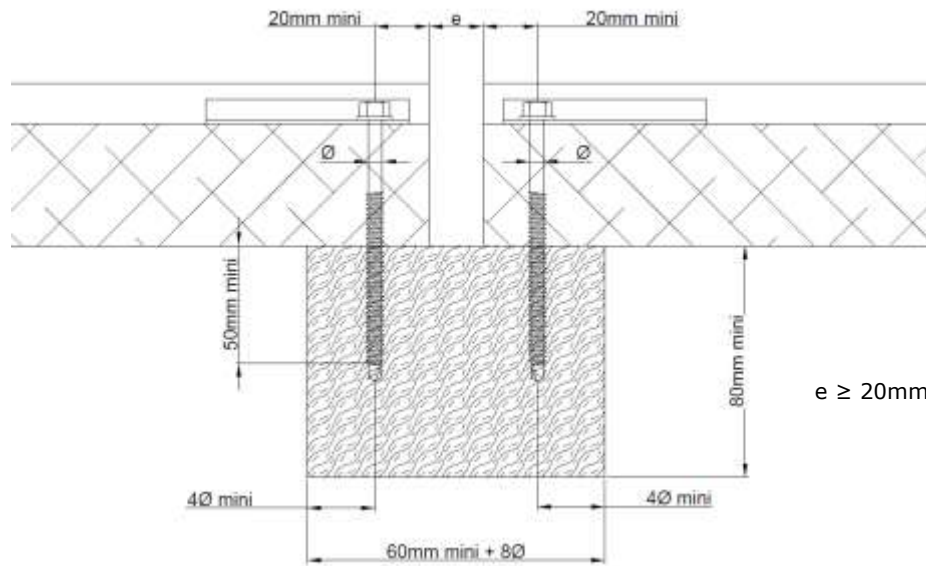
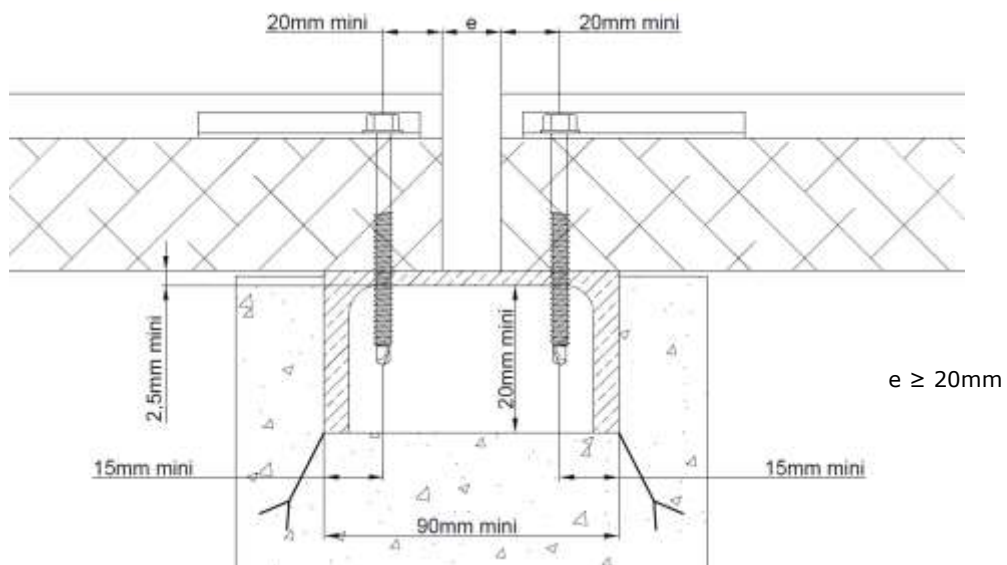
Nota : Les joints d'étanchéités complémentaires ne sont pas représentés

Figure 6a - Largeur d'appui intermédiaire sans disposition particulière selon §2.4.8**Appui intermédiaire en acier****Appui intermédiaire en bois (\varnothing : diamètre de la vis)****Appui intermédiaire en béton avec insert métallique**

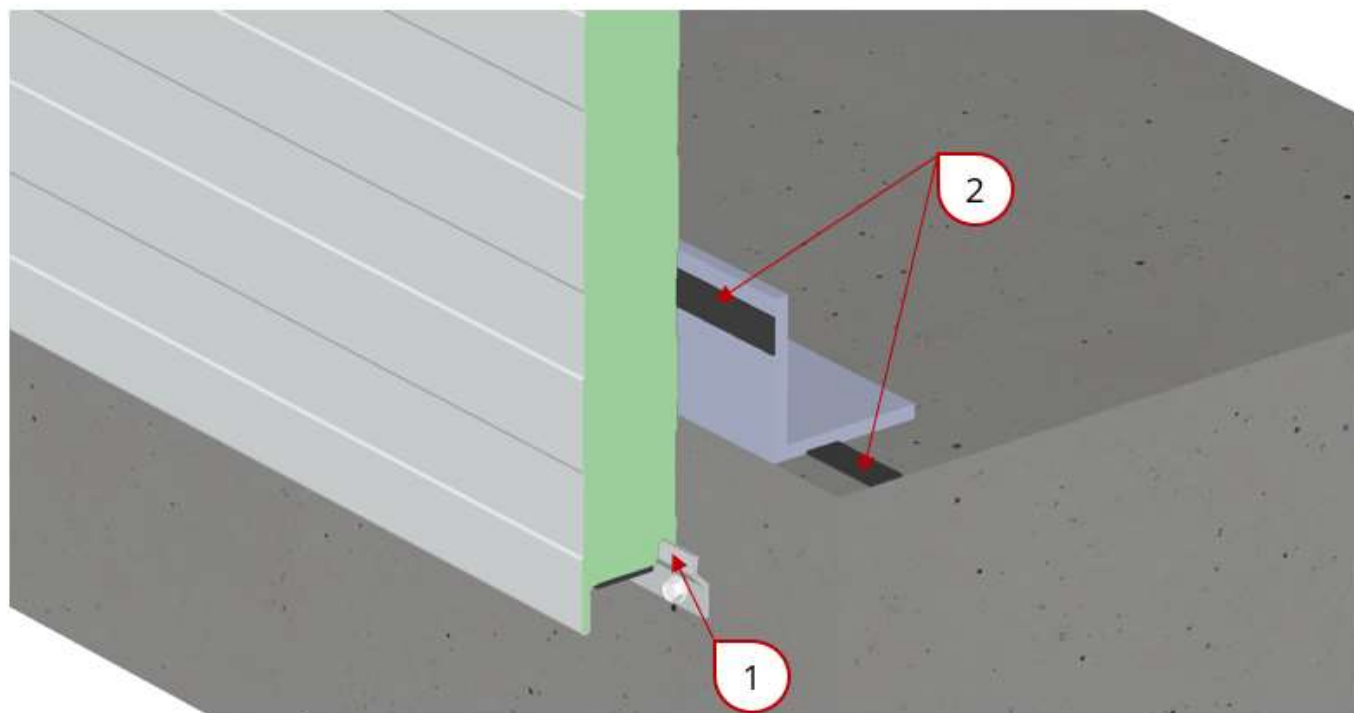
Nota : Les joints d'étanchéités complémentaires ne sont pas représentés

Figure 6b - Largeur d'appui intermédiaire avec disposition particulière selon §2.4.8**Appui intermédiaire en acier****Appui intermédiaire en bois (\varnothing : diamètre de la vis)****Appui intermédiaire en béton avec insert métallique**

Nota : Les joints d'étanchéités complémentaires ne sont pas représentés

Figure 7a - Jonction sur appui sans disposition particulière selon §2.4.8**Jonction sur appui acier****Jonction sur appui en bois (\varnothing : diamètre de la vis)****Jonction sur appui en béton avec insert métallique**

Nota : Les joints d'étanchéités complémentaires ne sont pas représentés

Figure 8 - Départ Pose Horizontale

1	Pièce de départ
2	Joint d'étanchéité (20x5mm)

La conception de la partie basse du bardage doit permettre le départ du bardage à une hauteur minimale de :

- 5 cm par rapport au niveau du sol fini dur (béton, enrobé, etc.) ;
- 15 cm par rapport au niveau du sol dans le cas de terre végétale.

Figure 9 - pièce de départ

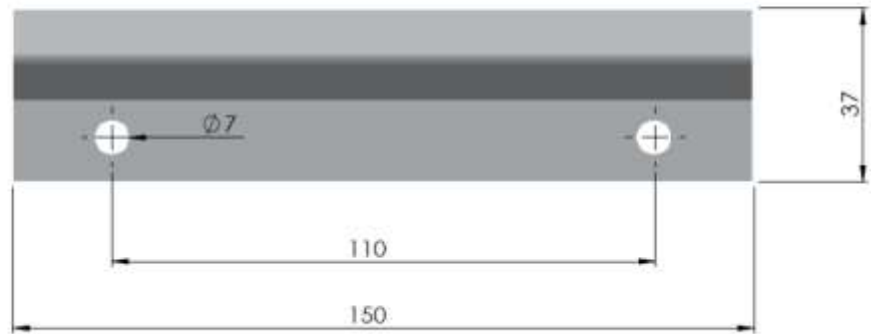
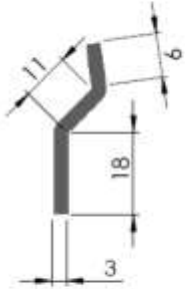
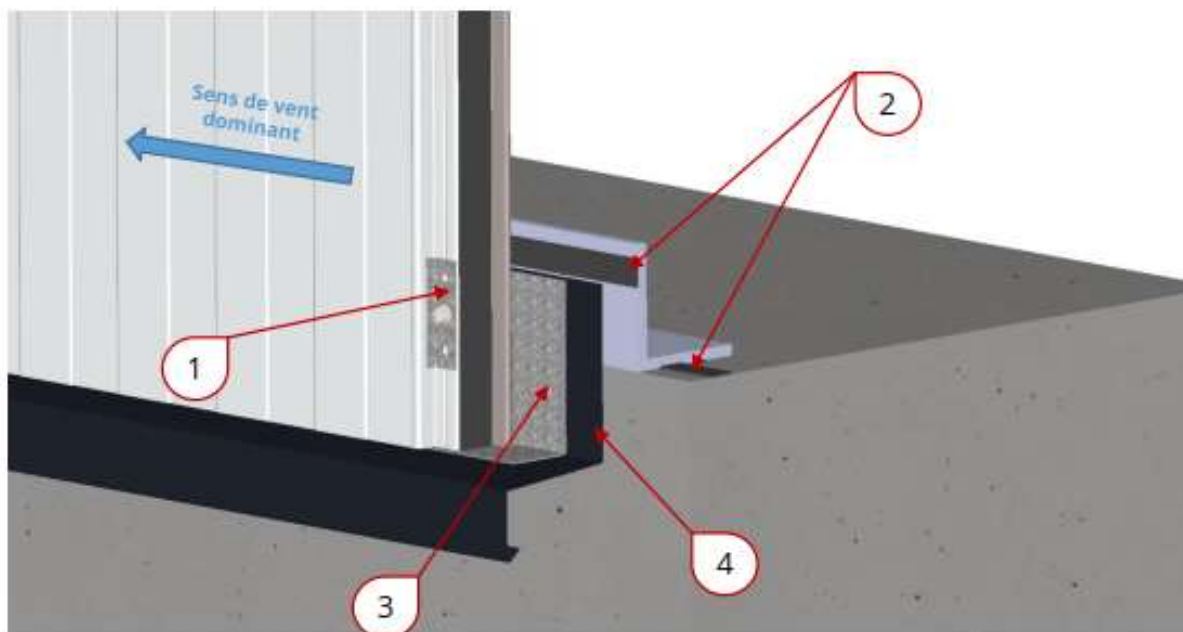
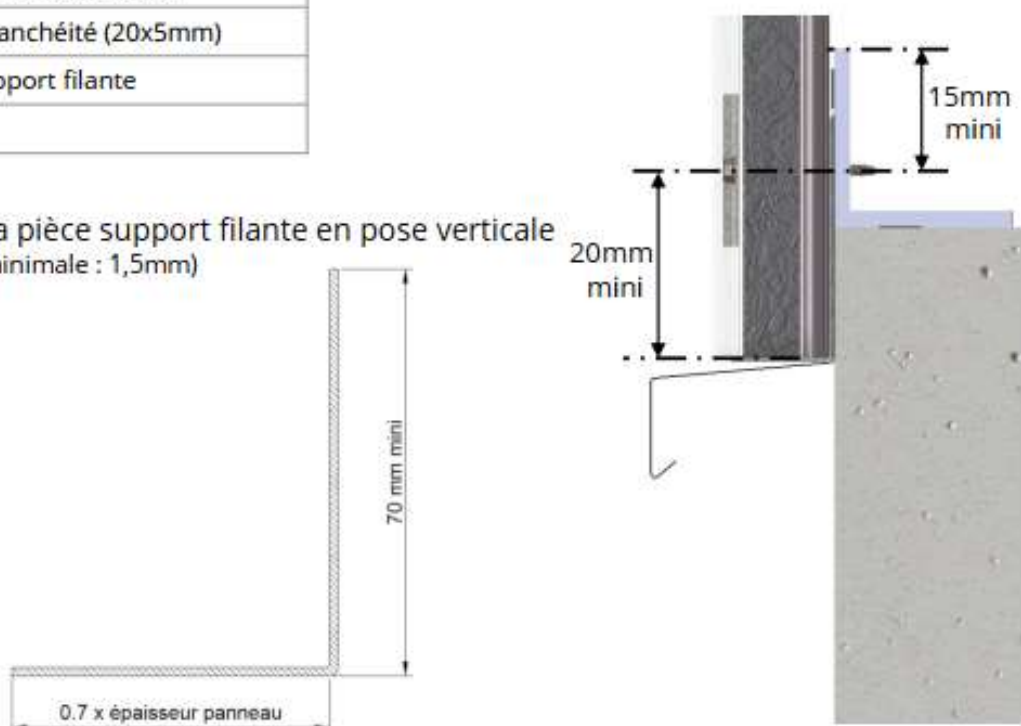


Figure 10 - Départ Pose Verticale

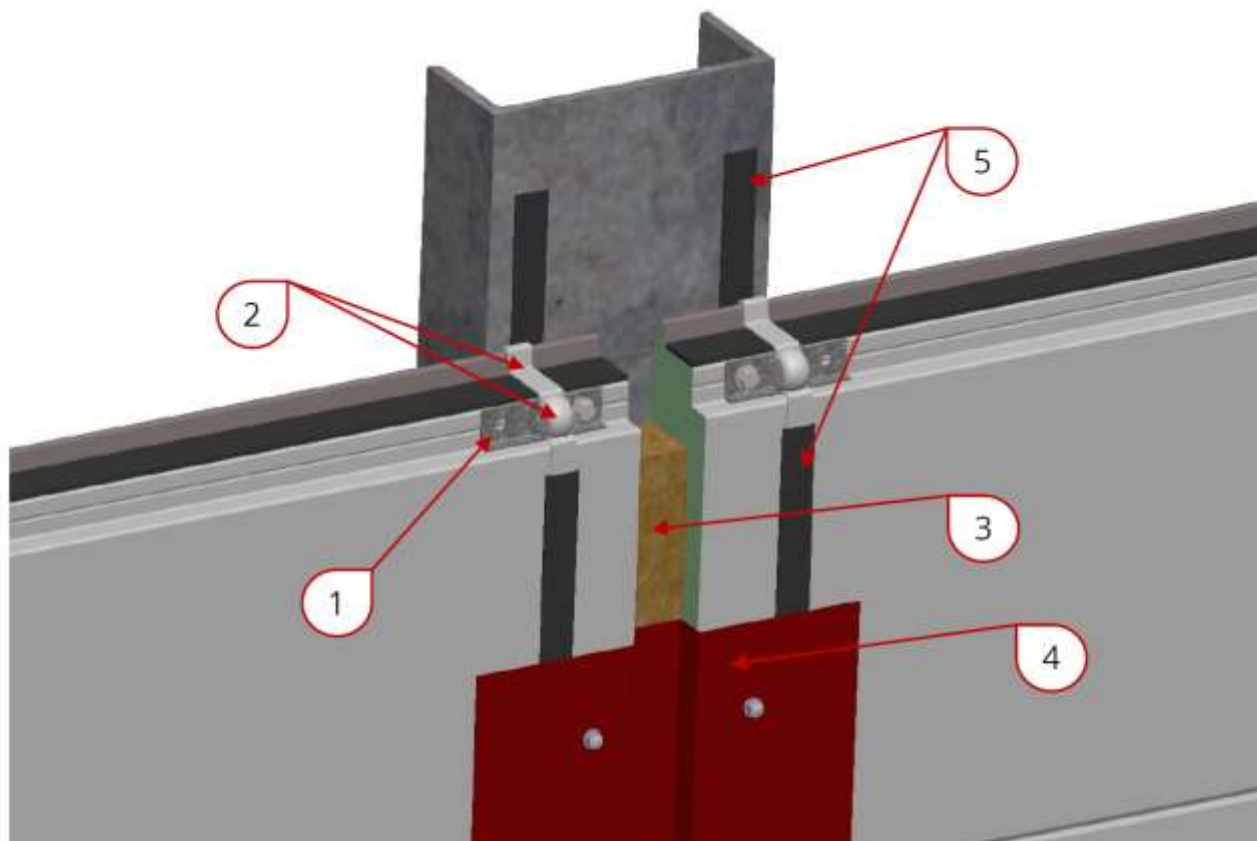
1	Plaquette de répartition
2	Joint d'étanchéité (20x5mm)
3	Pièce support filante
4	Bavette

Détail de la pièce support filante en pose verticale
(épaisseur minimale : 1,5mm)



La conception de la partie basse du bardage doit permettre le départ du bardage à une hauteur minimale de :

- 5 cm par rapport au niveau du sol fini dur (béton, enrobé, etc.) ;
- 15 cm par rapport au niveau du sol dans le cas de terre végétale.

Figure 11 - Jonction pose horizontale

1	Plaque de répartition
2	Joint et bourrelet silicone
3	Isolation thermique complémentaire
4	Couvre joint
5	Joint d'étanchéité

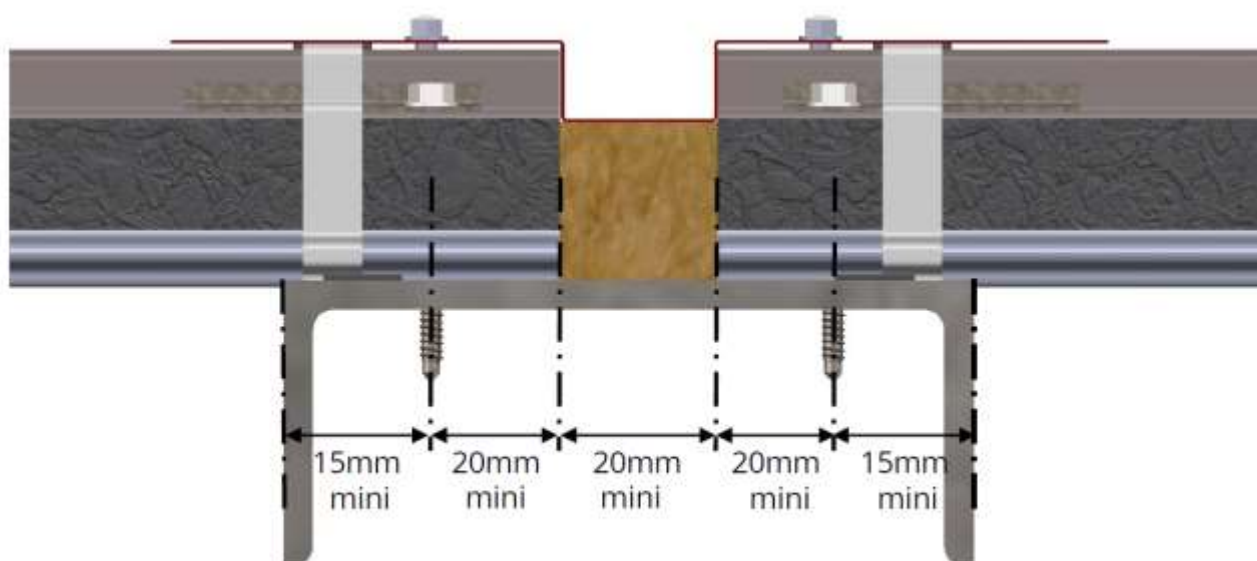
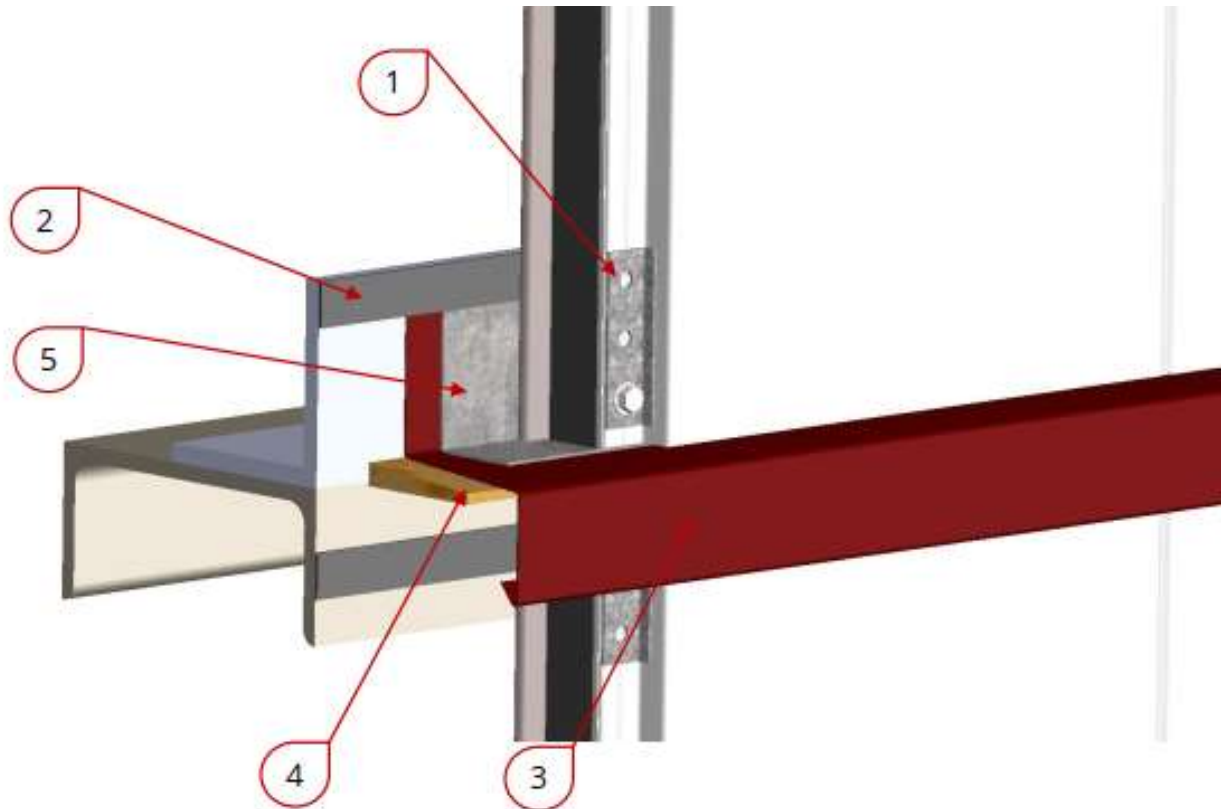
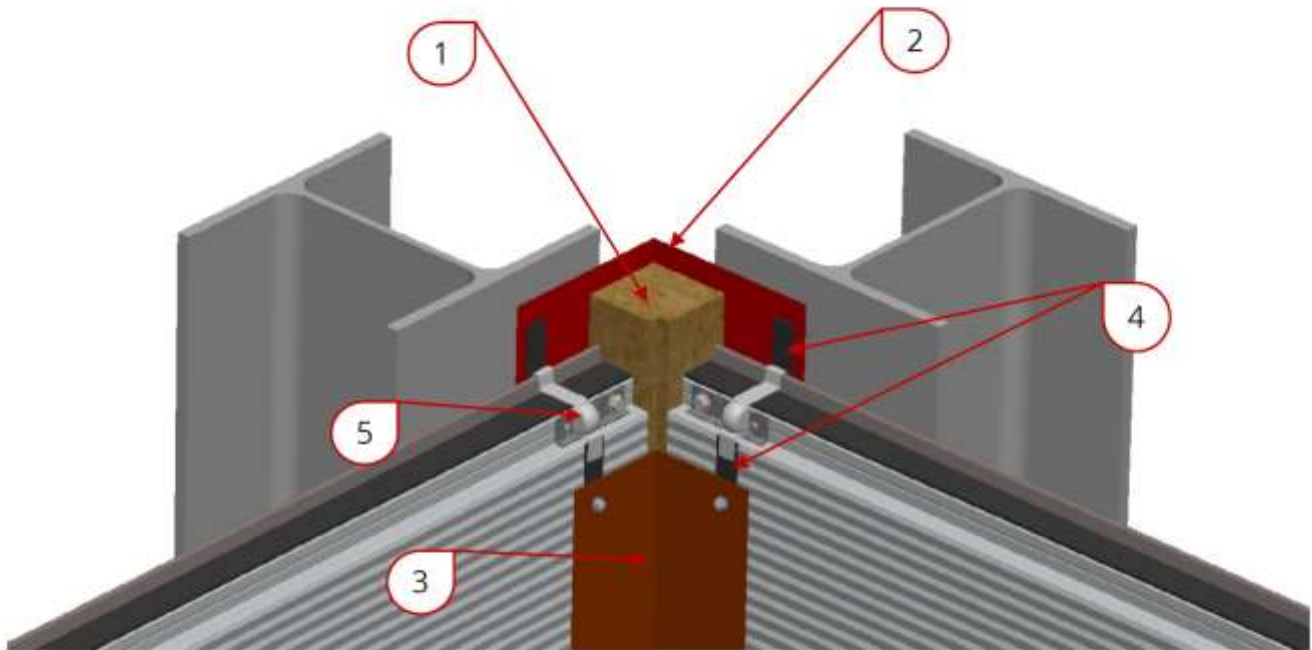


Figure 12 - Jonction pose verticale

1	Plaquette de répartition
2	Joint d'étanchéité
3	Bavette
4	Isolation thermique complémentaire
5	Pièce support filante

Figure 13 - Angle rentrant pose horizontale

1	Isolation thermique complémentaire
2	Calfeutrement d'angle
3	Angle rentrant
4	Joint d'étanchéité
5	Joint et bourrelet silicone

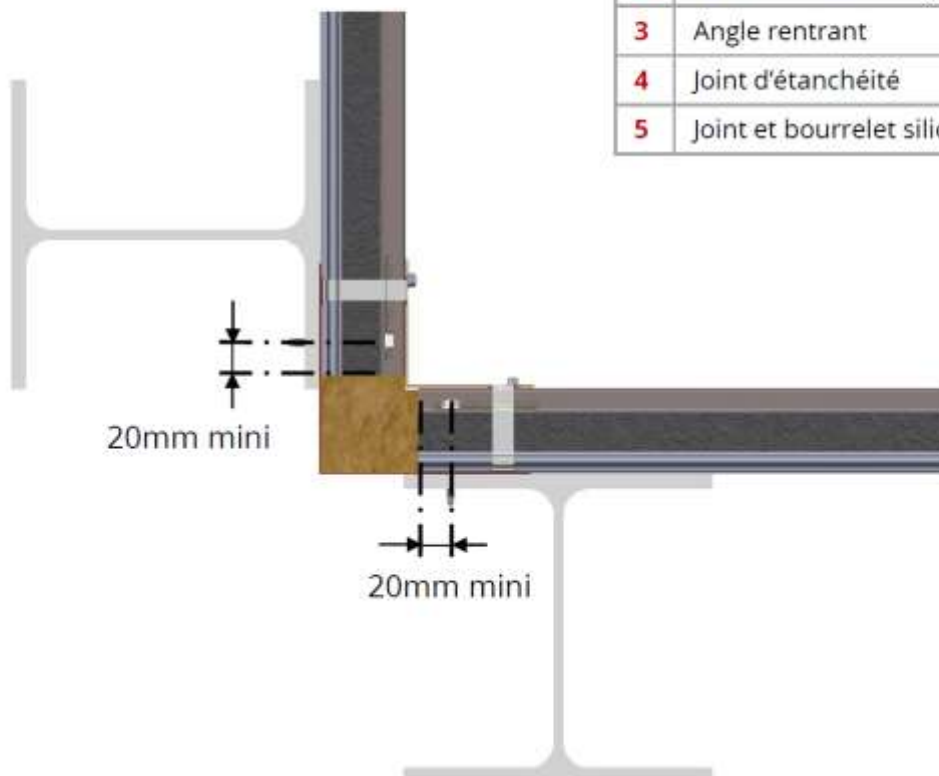
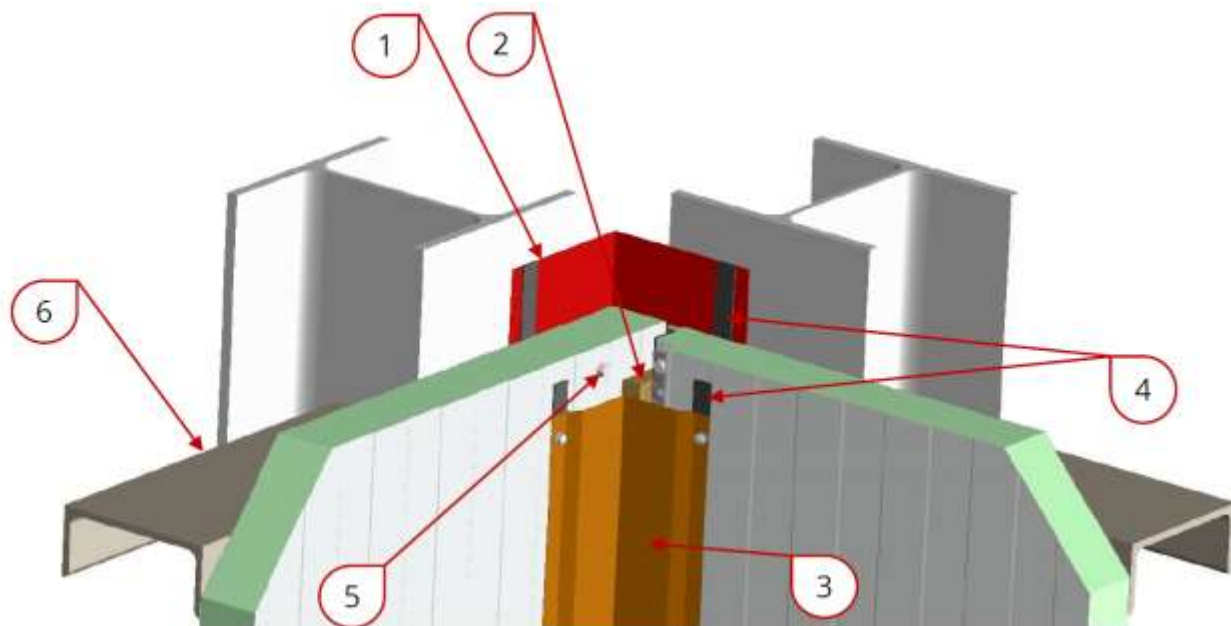


Figure 14 - Angle rentrant pose verticale



1	Calfeutrement d'angle
2	Isolation thermique complémentaire
3	Angle rentrant
4	Joint d'étanchéité
5	Fixation traversante
6	Lisses de bardages (appui intermédiaire)

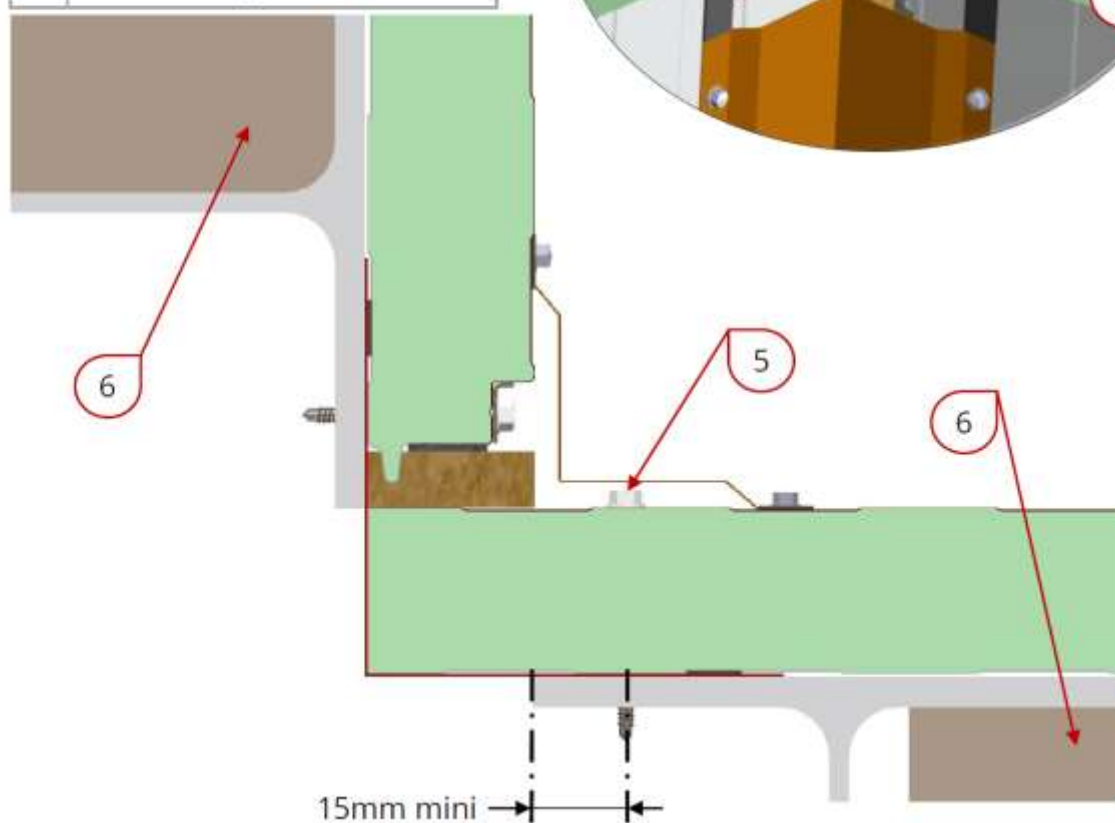
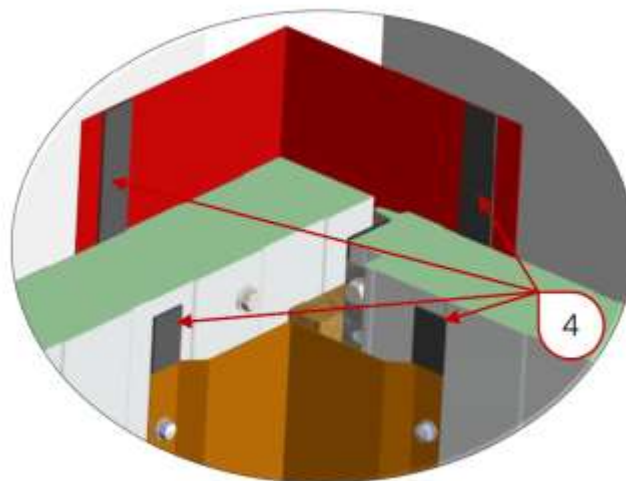
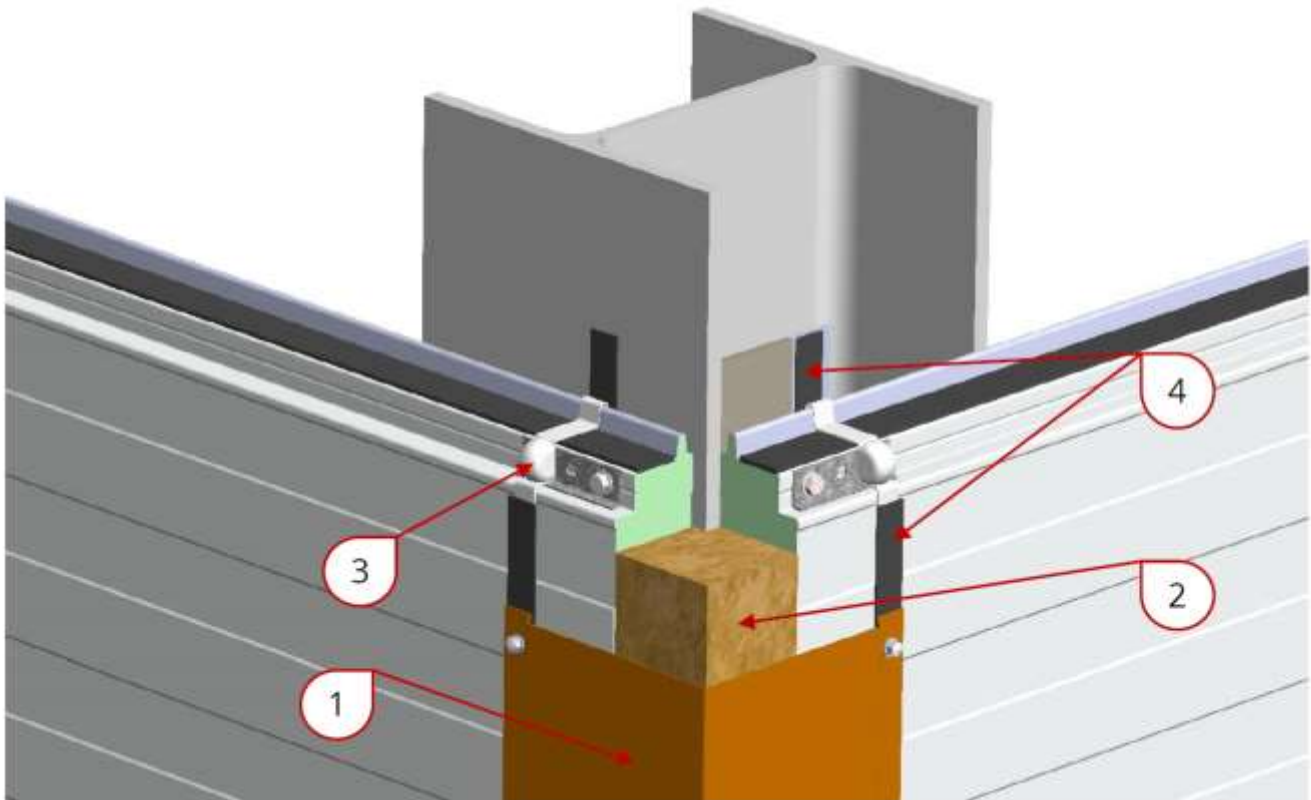


Figure 15 - Angle sortant pose horizontale

1	Angle sortant
2	Isolation thermique complémentaire
3	Joint et bourrelet silicone
4	Joint d'étanchéité

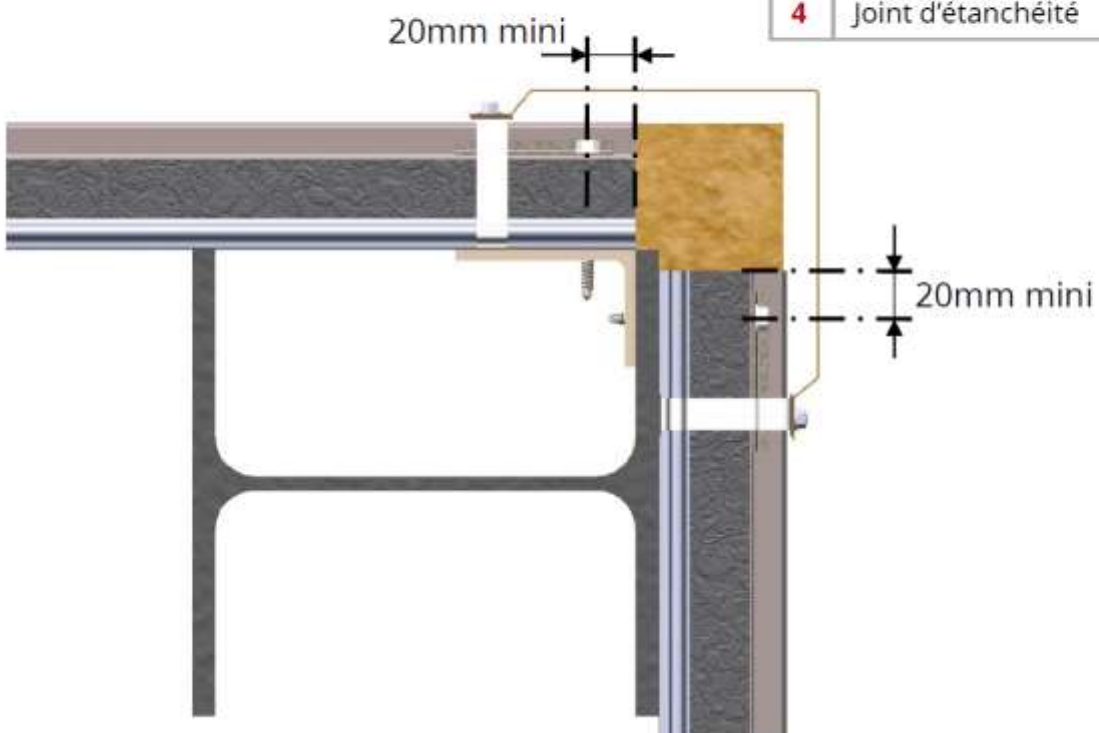
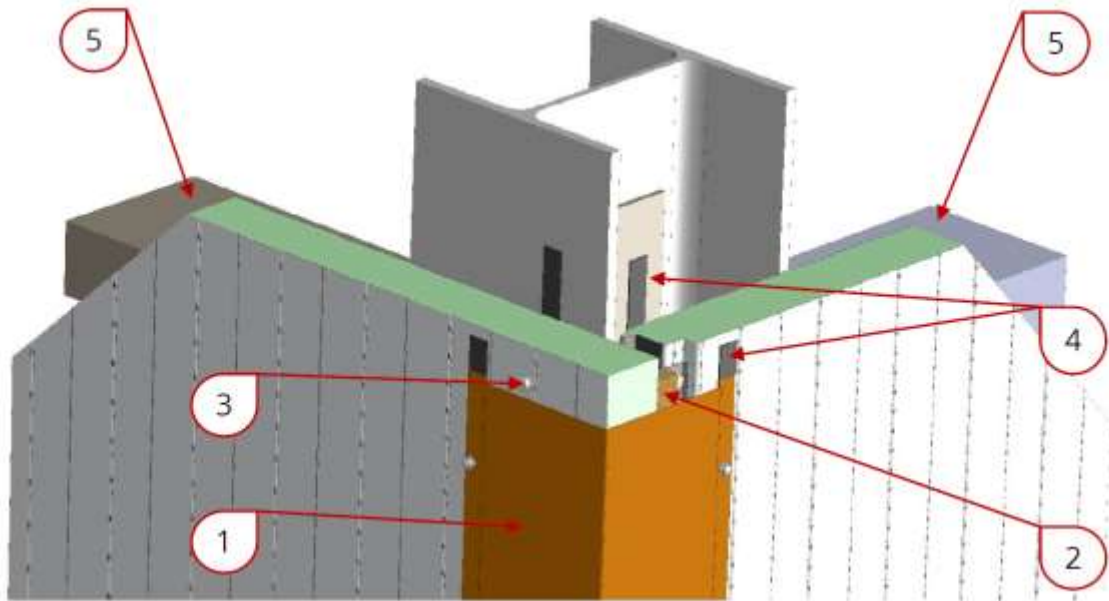


Figure 16 - Angle sortant pose verticale



1	Angle sortant
2	Isolation thermique complémentaire
3	Fixation traversante
4	Joint d'étanchéité
5	Lisses de bardage

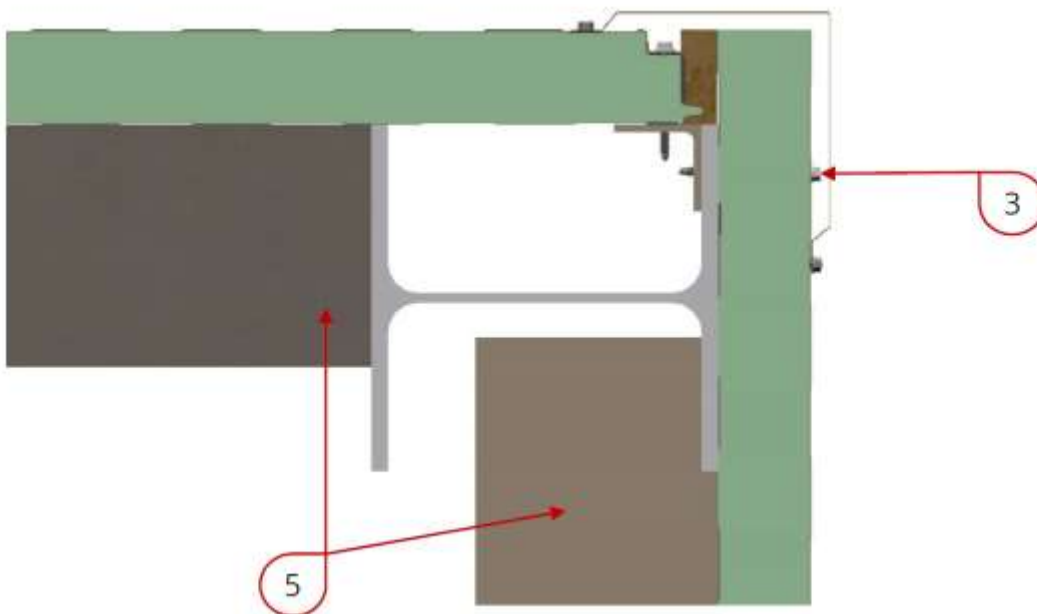
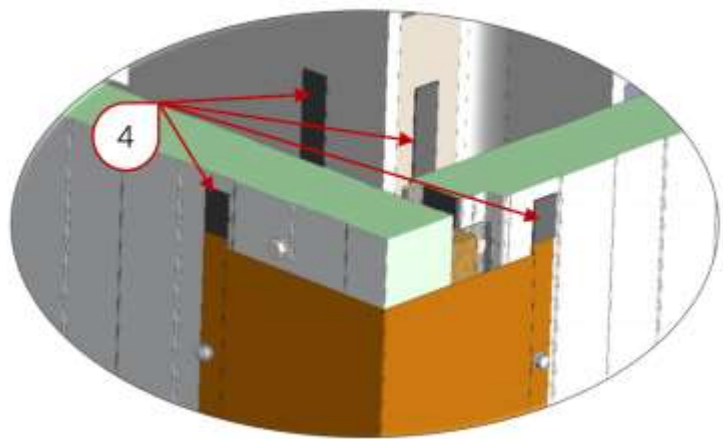
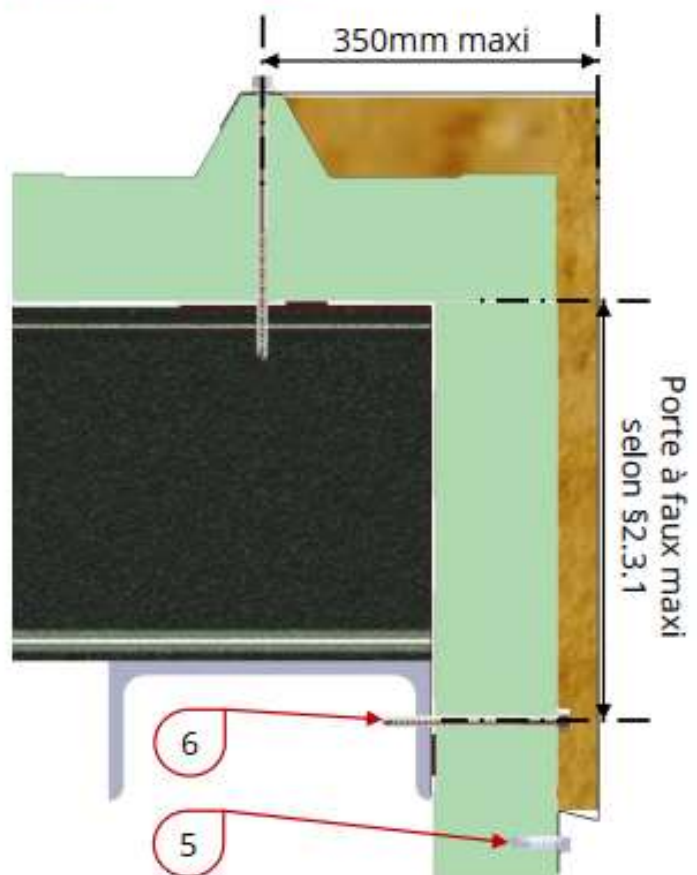
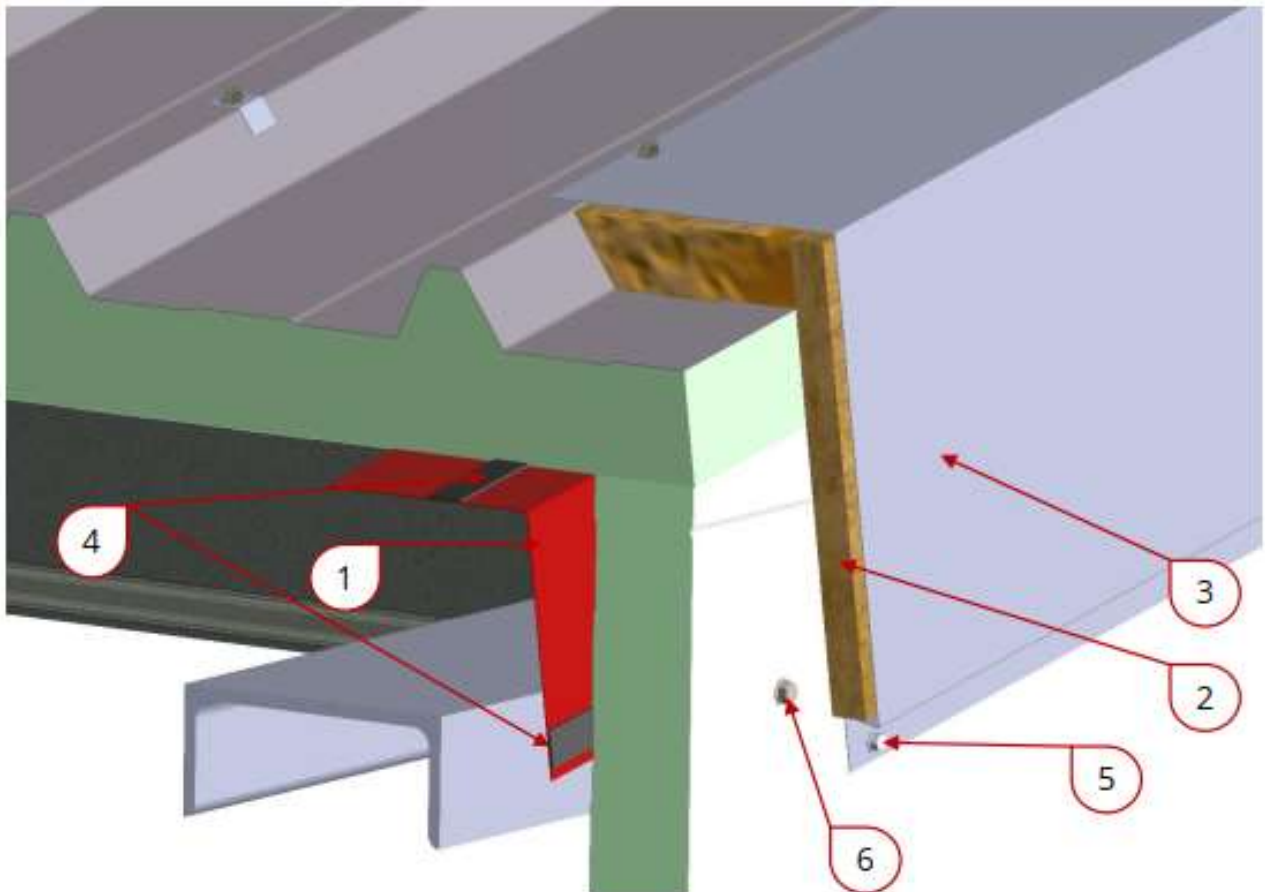
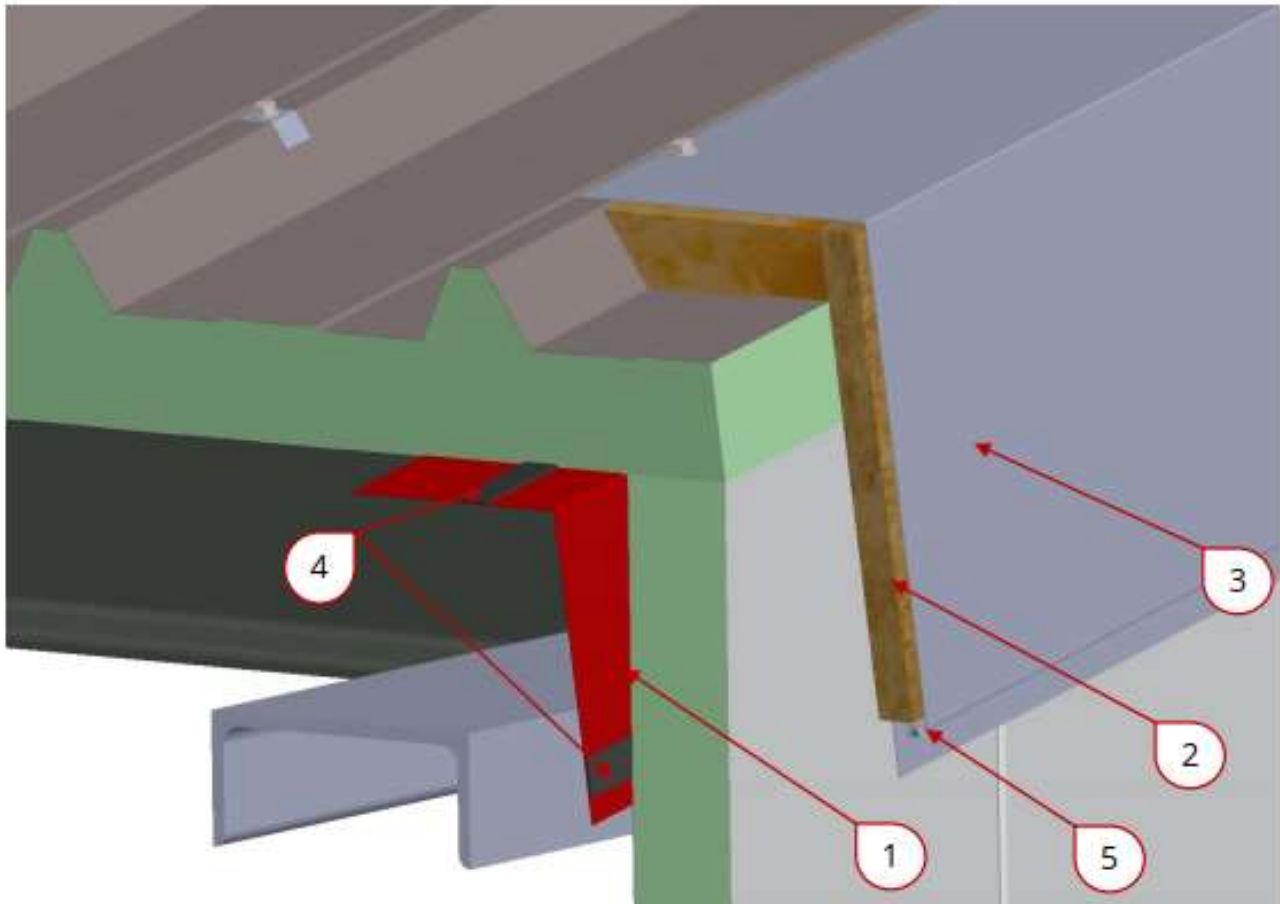


Figure 17 - Haut de bardage pose horizontale



1	Calfeutrement de rive
2	Isolation thermique complémentaire
3	Bande de rive
4	Joint d'étanchéité
5	Fixation Bande de rive
6	Fixation traversante

Figure 18 - Haut de bardage pose verticale

1	Calfeutrement de rive
2	Isolation thermique complémentaire
3	Bande de rive
4	Joint d'étanchéité
5	Fixation Bande de rive

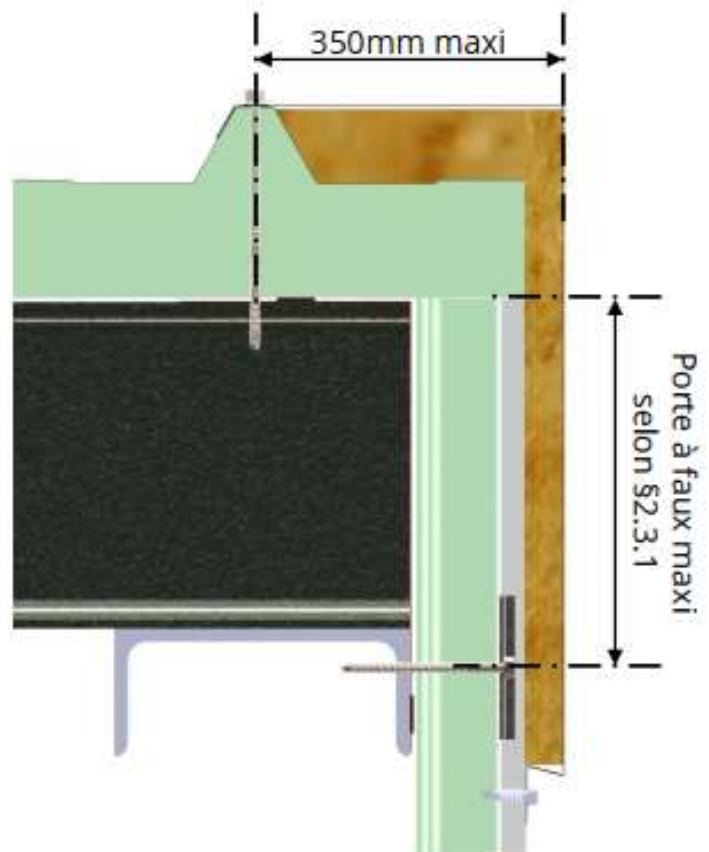
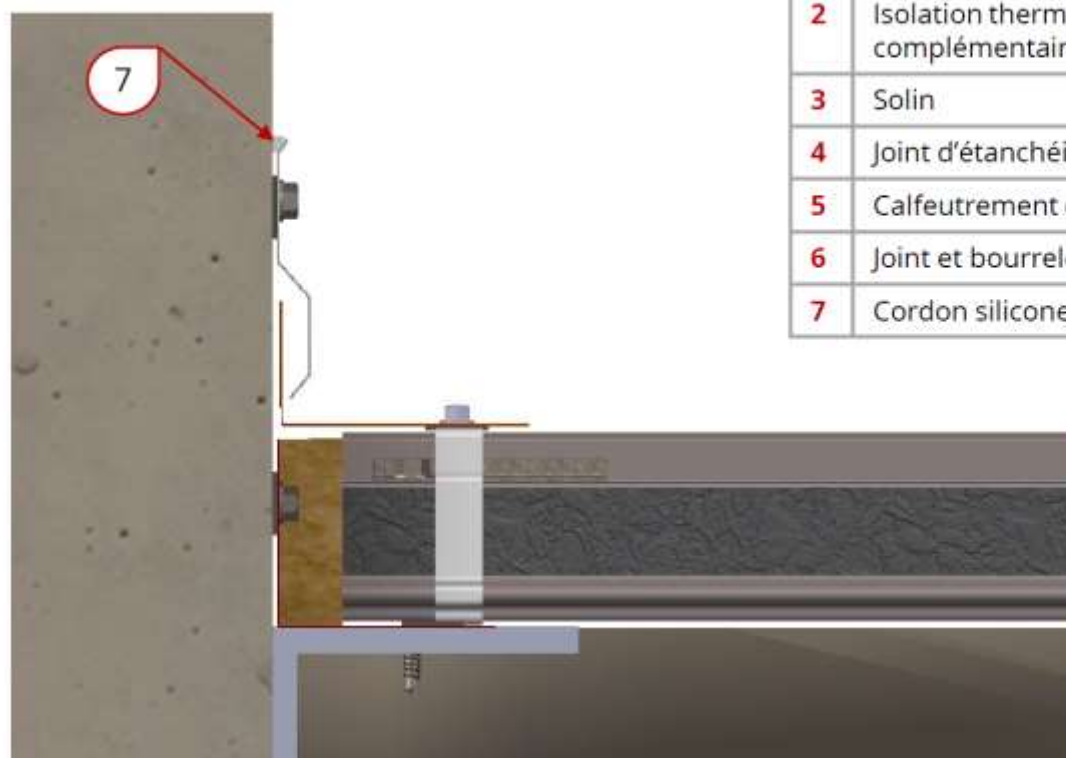
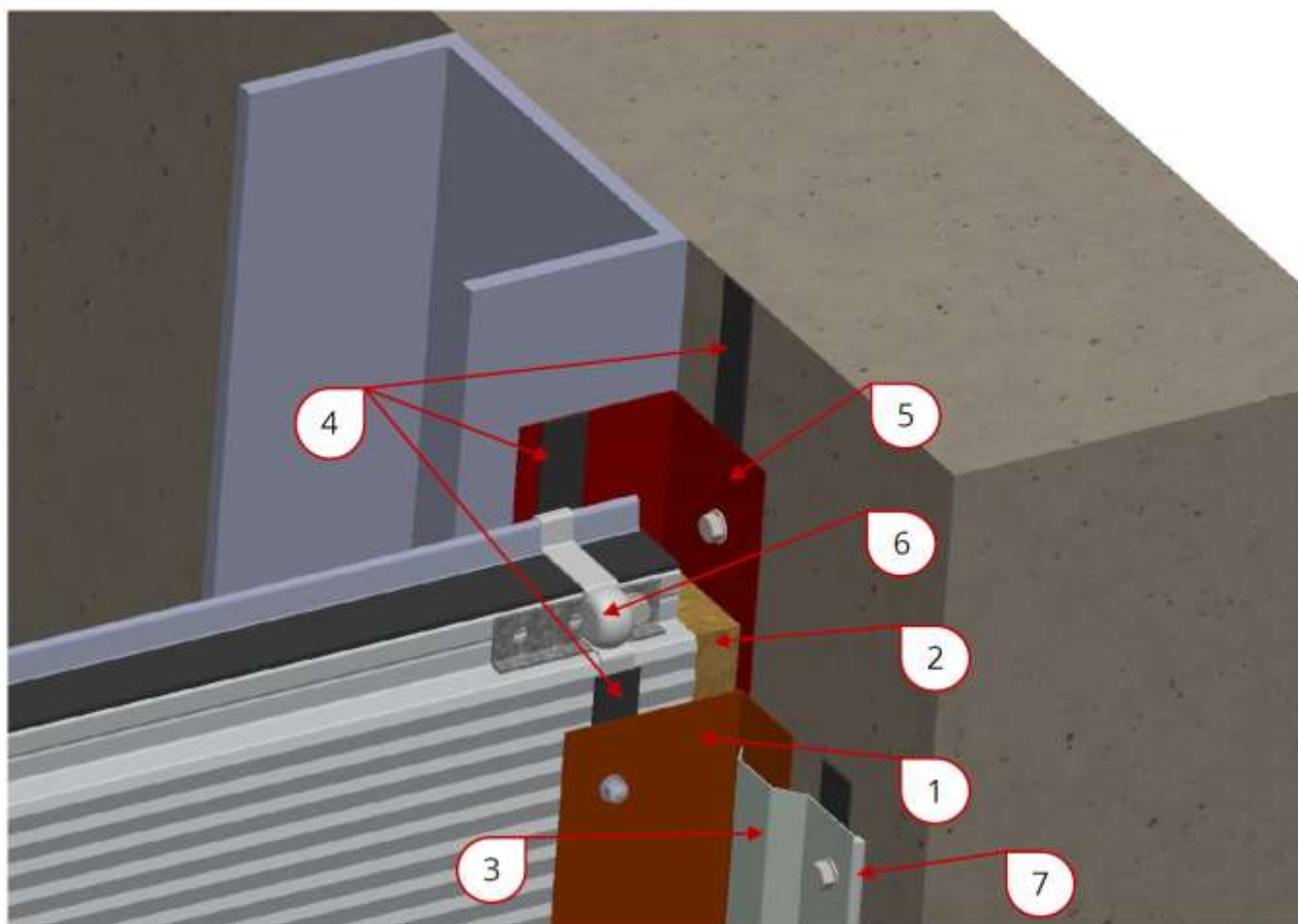
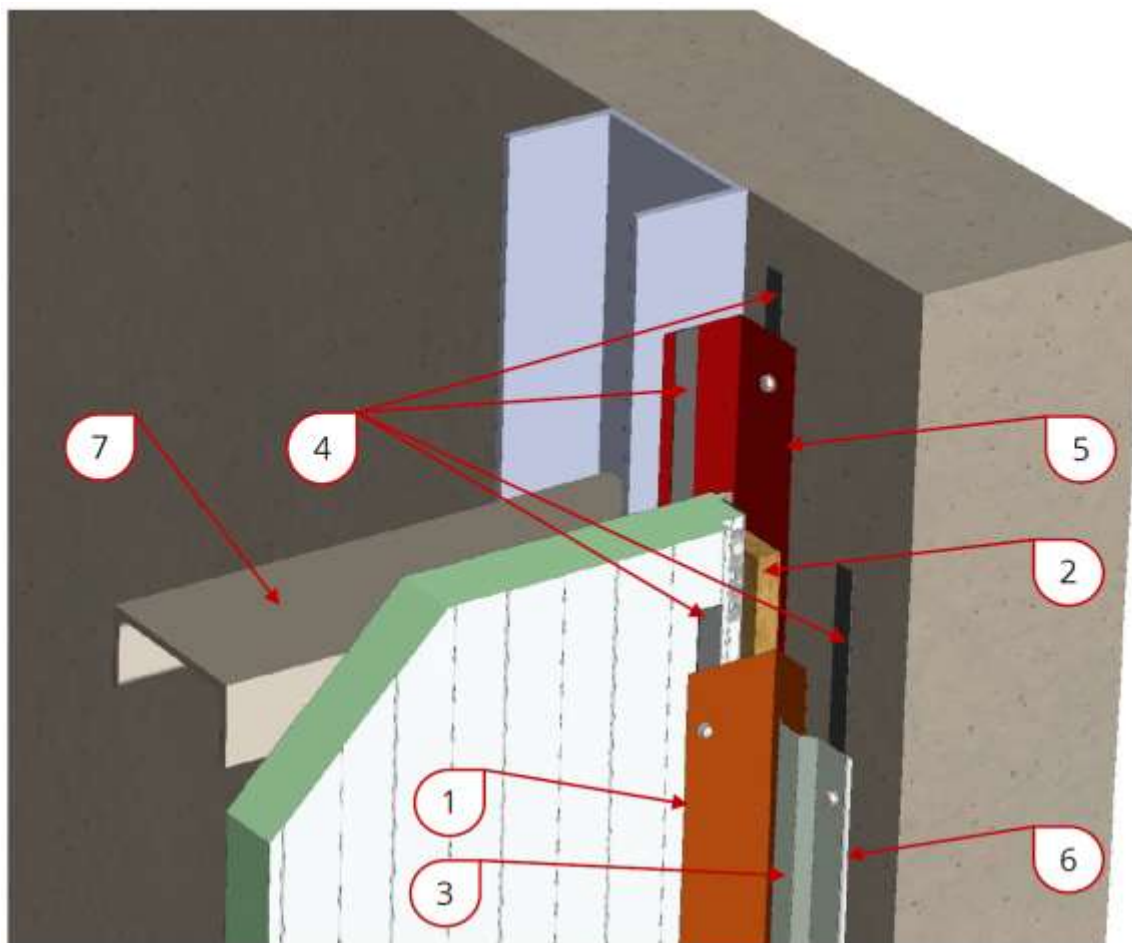


Figure 19 - Contre mur pose horizontale

1	Angle rentrant
2	Isolation thermique complémentaire
3	Solin
4	Joint d'étanchéité
5	Calfeutrement d'angle
6	Joint et bourrelet silicone
7	Cordon silicone

Figure 20 - Contre mur pose verticale



1	Angle rentrant
2	Isolation thermique complémentaire
3	Solin
4	Joint d'étanchéité
5	Calfeutrement d'angle
6	Cordon silicone
7	Lisse de bardage (appui intermédiaire)

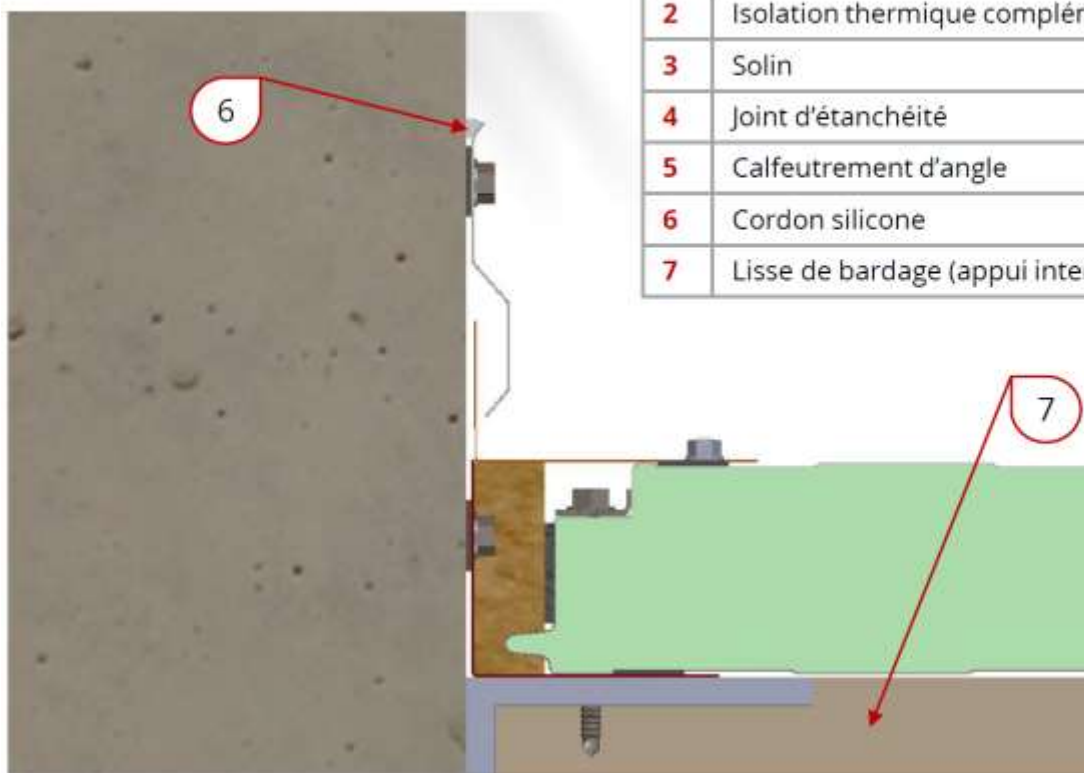
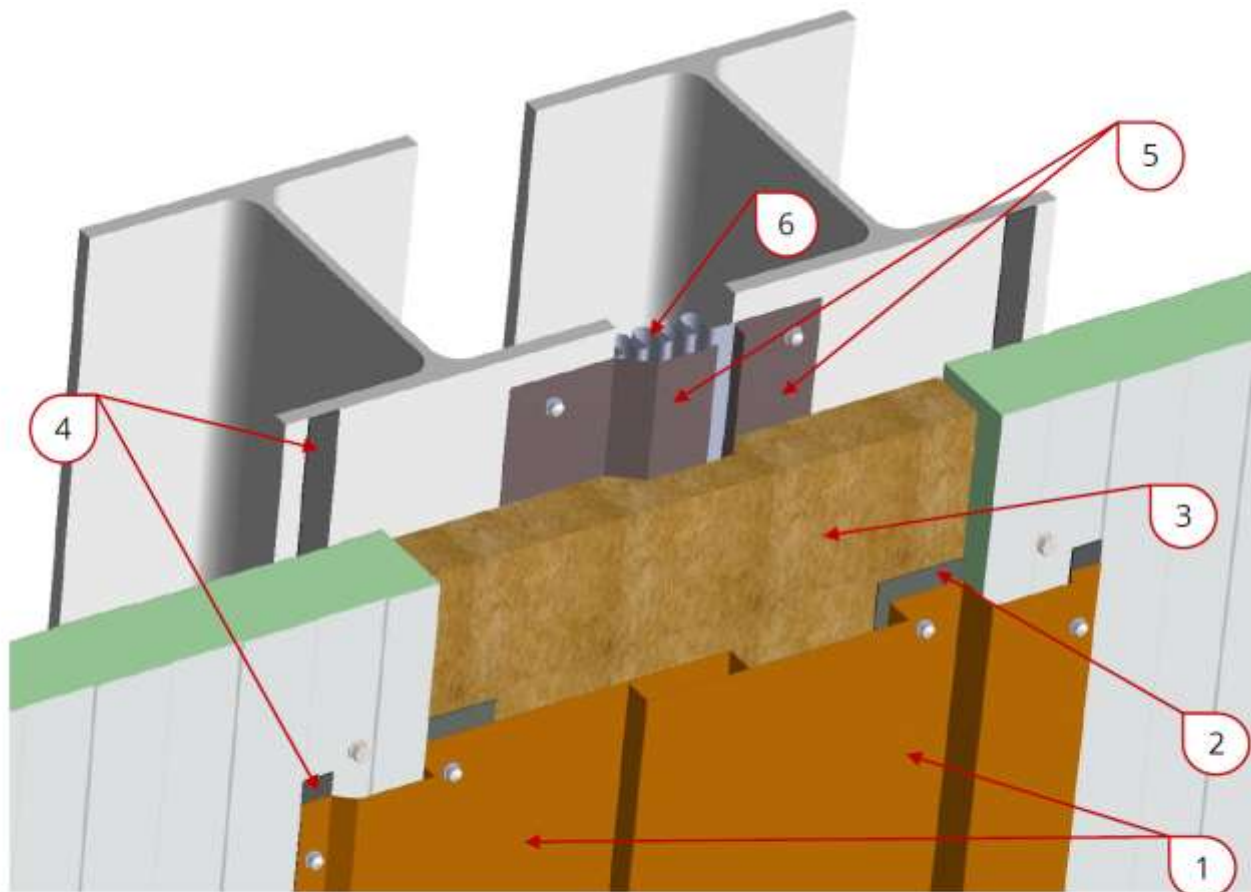
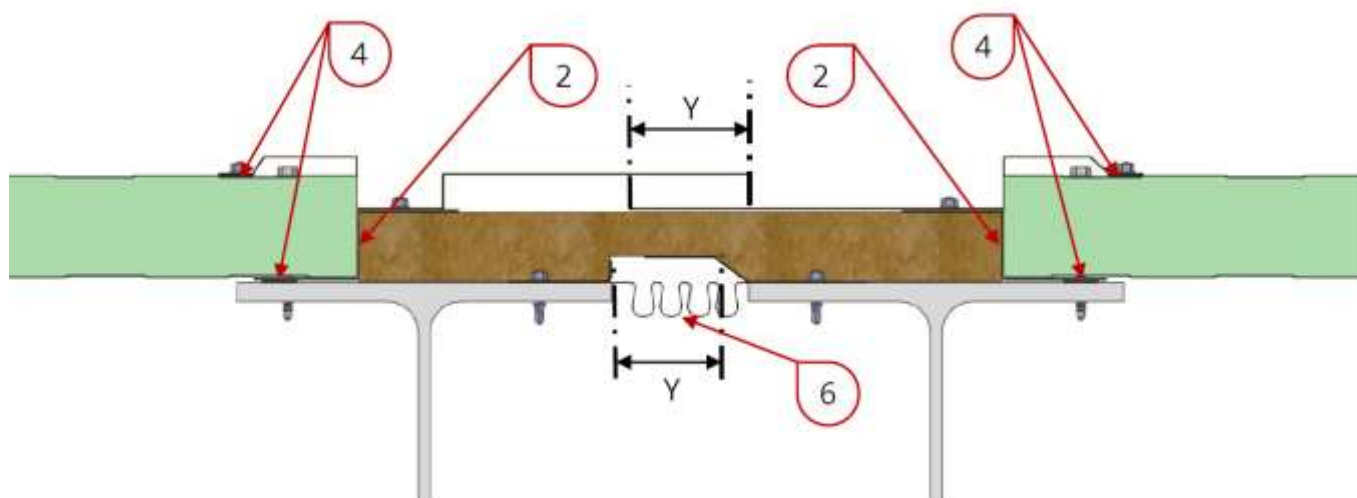


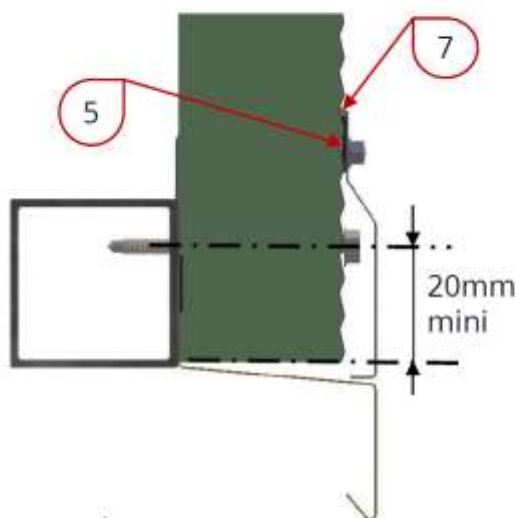
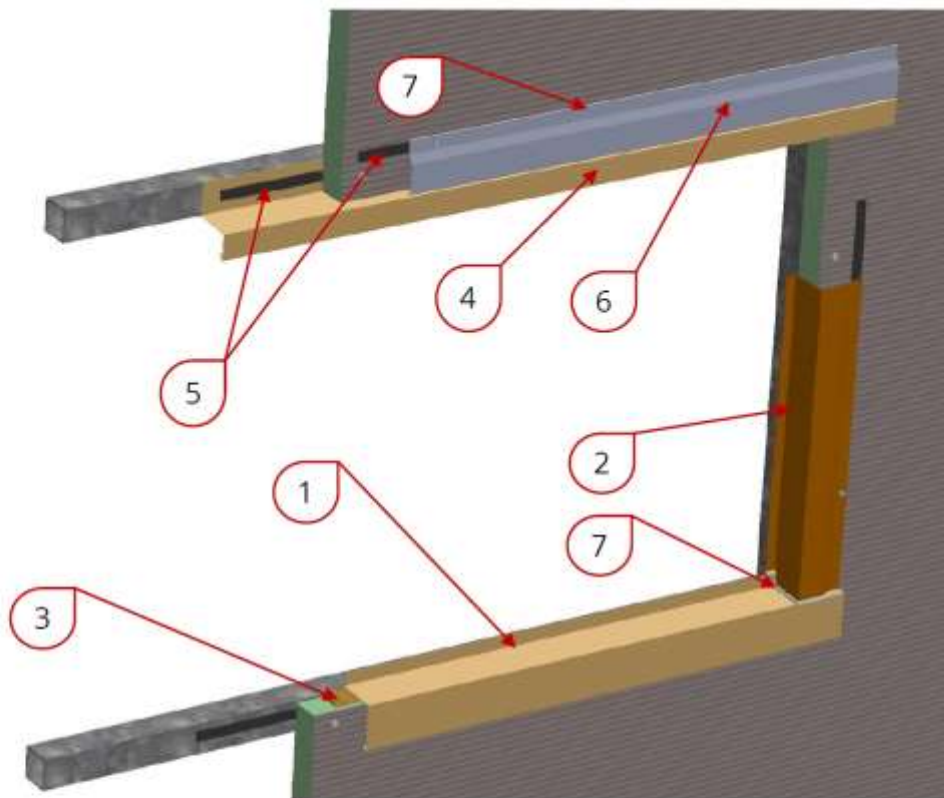
Figure 21 - joint de dilatation avec panneaux posés verticalement – déplacement maxi 50 mm

1	Façonné extérieur ép 0,75mm mini
2	Support façonné extérieur ép 1,5mm mini
3	Isolation thermique complémentaire
4	Joint d'étanchéité
5	Façonné intérieur ép 1,5mm mini
6	Membrane



Y : cote du joint de dilatation (dimension maximale 150 mm).
L'ensemble des façonnés et supports de façonnés sont à fixer tous les 0,50 m.

Figure 22 - Traitement de baies pose horizontale



1	Bavette inférieure de fenêtre
2	Jambage
3	Isolation thermique complémentaire
4	Bavette à rejet d'eau
5	Joint d'étanchéité
6	Bavette supérieure
7	Cordon silicone

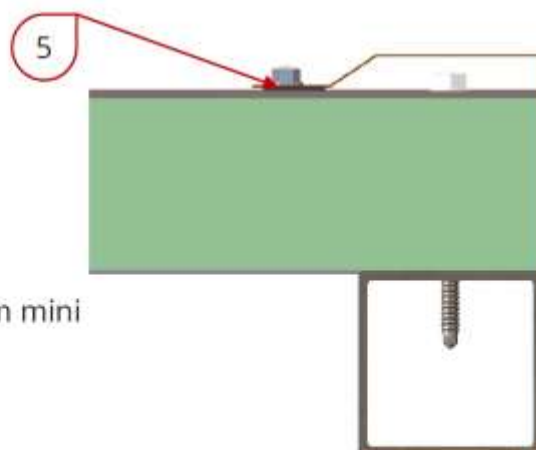
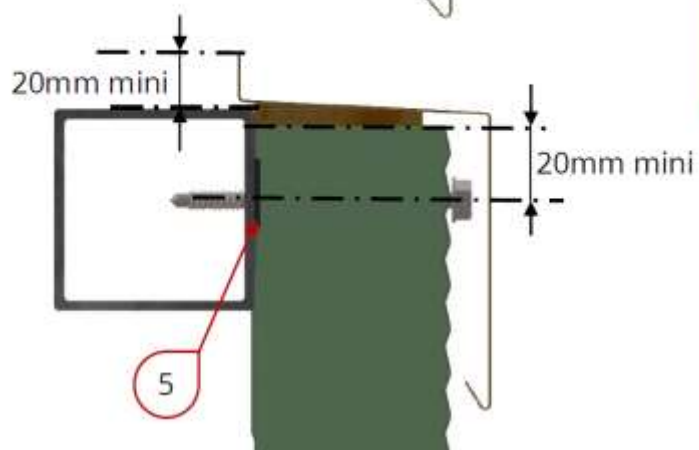


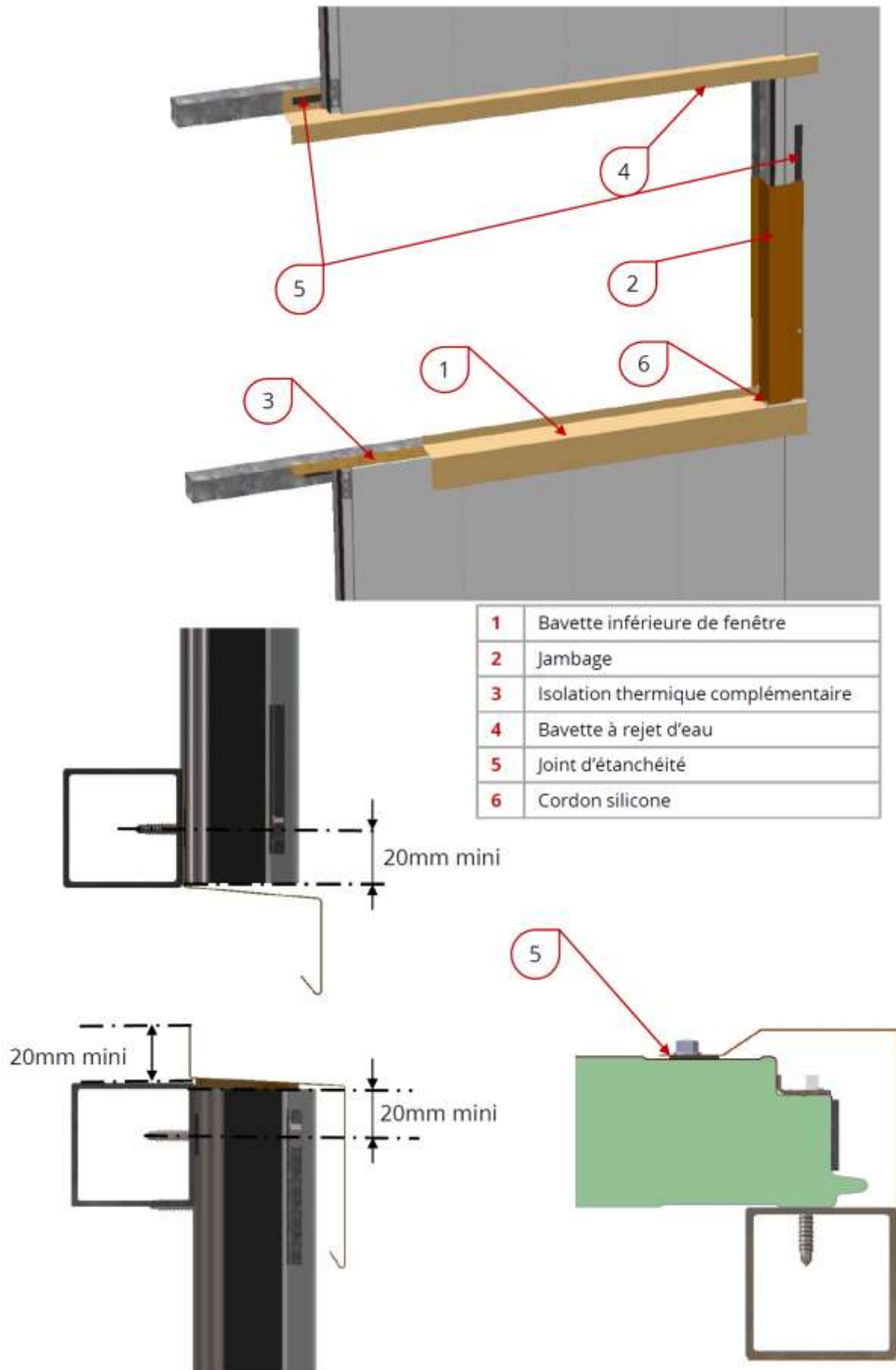
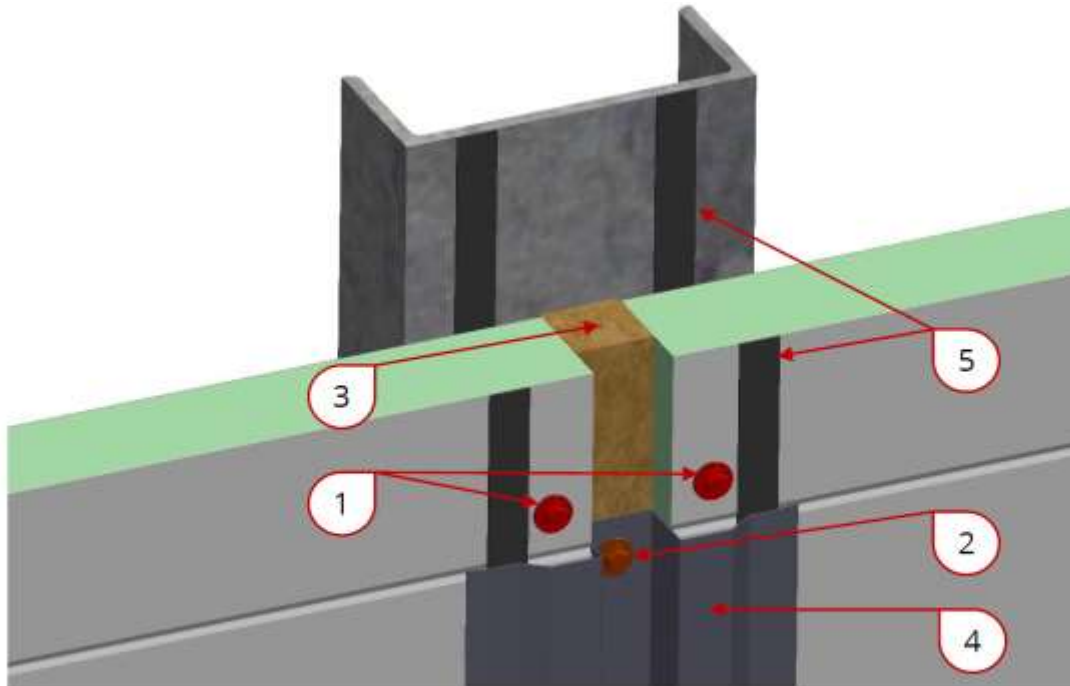
Figure 23 - Traitement de baies pose verticale baies et couvertures

Figure 24 - Jonction en pose horizontale avec fixations traversantes (en complément de celles prévues dans l'emboîtement)



1	Fixations traversantes du panneau
2	Fixation du couvre-joint
3	Isolation thermique complémentaire
4	Couvre joint
5	joint d'étanchéité

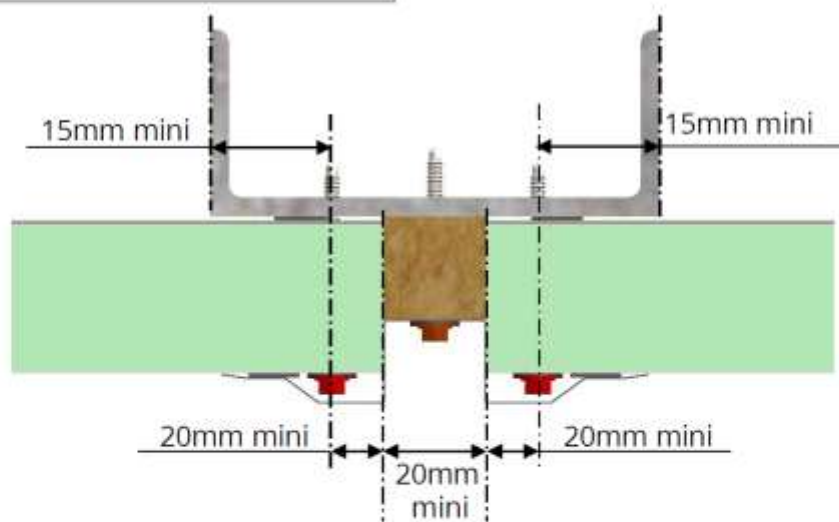


Figure 25 - Répartition des fixations traversantes - Cas spécifiques d'une jonction verticale en pose horizontale avec panneaux posés sur 2 appuis et/ou en extrémité de panneau au droit d'un angle

