

Sur le procédé

JI VULCASTEEL ROOF

Famille de procédé : Panneau sandwich métallique en couverture

Titulaire : **JORIS IDE NV**
Internet : www.jorisode.be

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, présentée au Groupe Spécialisé 2.3 du 20 avril 2022 et remplace l'Avis Technique 2.1/15-1676_V2.</p> <p>Les modifications apportées dans le cadre de la 2^{ème} révision du DTA sont les suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Diminution de la nuance d'acier du parement intérieur : S 250 GD au S 280 GD ; • Mise en application de la nouvelle trame de l'Avis Technique. 	Youcef MOKRANI	Frédéric VALEM
V2	<p>Cette nouvelle version intègre les modifications suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Changement du nom du procédé : « VULCASTEEL ROOF JI » qui s'intitule désormais « JI VULCASTEEL ROOF » ; il se décline en deux références commerciales : <ul style="list-style-type: none"> - JI VULCASTEEL ROOF RW (avec laine de roche Rockwool et épaisseur de parement extérieur minimale 0,60 mm ou 0,63 mm) ; - JI VULCASTEEL ROOF KI (avec laine de roche Knauf et épaisseur de parement extérieur minimale 0,60 mm). • Ajout de la nouvelle épaisseur nominale minimale du parement extérieur de 0,60 mm ; • Ajout des tableaux de charges pour les panneaux du procédé JI VULCASTEEL ROOF d'épaisseur minimale de parement extérieur 0,60 mm ; • Ajout d'une nouvelle laine de roche : Knauf PBE Board Premium (référence MW_EN 13162-T4-WL(P) ; • Changement de la référence commerciale de la colle : ISOLEMFI 50061X au lieu de ISOLEMFI 50061T ; • Mise à jour du dossier graphique. 	Aurélie BAREILLE	Frédéric VALEM

Descripteur :

Système de couverture en grands éléments isolants du type panneau sandwich à parements en tôle d'acier galvanisé prélaqué et à âme isolante reconstituée à base de lamellas de laine de roche redressées.

Les panneaux ont les dimensions suivantes :

- Epaisseur : 50 à 200 mm.
- Largeur utile : 1000 mm.
- Longueur maximale : 14 m.

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

Le dimensionnement des panneaux sandwich isolants est défini aux paragraphes 2.3.3 et 2.3.4 et les dispositions relatives vis-à-vis de l'étanchéité sont définies au paragraphe 2.4.4.

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
1.2.1.	Aptitude à l'emploi du procédé	4
1.2.2.	Durabilité - Entretien	5
1.2.3.	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, déchargement, manutention et stockage	7
2.2.	Description.....	8
2.2.1.	Principe.....	8
2.2.2.	Caractéristiques des composants.....	8
2.2.3.	Éléments.....	9
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	13
2.4.1.	Conditions de mise en œuvre.....	13
2.4.2.	Conditions générales de pose.....	13
2.4.3.	Dispositions particulières.....	13
2.4.4.	Dispositions vis-à-vis de l'étanchéité.....	13
2.4.5.	Fixation.....	15
2.4.6.	Ouvrages particuliers de couverture.....	15
2.4.7.	Précautions particulières	17
2.5.	Entretien, rénovation et remplacement	18
2.5.1.	Entretien	18
2.5.2.	Rénovation	18
2.5.3.	Remplacement.....	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.....	18
2.8.1.	Procédé de fabrication.....	18
2.8.2.	Contrôles de fabrication	19
2.9.	Mention des justificatifs	19
2.9.1.	Résultats expérimentaux	19
2.9.2.	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 par le Groupe Spécialisé qui a conclu favorablement à son aptitude à l'emploi dans les conditions définies ci-après :

1.1. Domaine d'emploi accepté

1.1.1. Zone géographique

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

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

1.1.2. Ouvrage visé

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

Les bâtiments sont situés à une altitude inférieure à 900 m.

La longueur des rampants est limitée à 40 m.

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

1.2. Appréciation

1.2.1. Aptitude à l'emploi du procédé

1.2.1.1. Stabilité

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

1.2.1.2. Sécurité en cas d'incendie

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

Du point de vue du feu intérieur, l'emploi des panneaux à âme isolante en laine de roche n'apporte pas de limitation d'emploi particulière.

Les panneaux sandwich du procédé JI VULCASTEEL ROOF font l'objet, suivant la NF EN 13501-1, d'un classement de réaction au feu en cours de validité (cf. §2.2.3.1.8 et §2.9.1 du Dossier Technique).

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

1.2.1.3. Sécurité en cas de séisme

Selon la réglementation sismique définie par :

- Le décret n° 2010-1254 relatif à la prévention du risque sismique ;
- Le décret n° 2010-1255 portant délimitation des zones de sismicité du territoire français ;
- Les arrêtés du 15 septembre 2014 et du 8 septembre 2021 modifiant l'arrêté du 22 octobre 2010 relatif à la classification et aux règles de construction parasismique applicables aux bâtiments de la classe dite « à risque normal ».

Le procédé JI VULCASTEEL ROOF 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.

1.2.1.4. 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), permettant de déterminer le coefficient de transmission surfacique global de couverture (Up).

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

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

1.2.1.5. Isolation acoustique

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

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

1.2.1.6. Etanchéité à l'eau

On peut considérer que cette couverture est étanche à l'eau dans les conditions de pose définies au Dossier Technique pour des hauteurs d'ouvrages limitées à 50 m.

1.2.1.7. Risque de condensation

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

Cependant, les condensations sous les plaques d'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 10 mm Hg « 1333 Pa ») doit être précisée dans les DPM.

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 JI VULCASTEEL ROOF 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. La fabrication est réalisée, dans l'usine JORIS IDE NV de Manhay (Belgique) 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 des panneaux fait l'objet d'un suivi par le CSTB.

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

1.2.2. Durabilité - Entretien

Durabilité

Ce procédé, lorsqu'il comporte des parements 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 prélaquées NF P 34-205-1 (réf DTU 40.35).

L'emploi du parement couverture en épaisseur 0,60 mm n'est pas de nature à modifier l'appréciation précédente si, toutefois, des précautions particulières sont prises pour éviter les déformations ou chocs des panneaux, lors du montage, de l'exploitation, ou à l'occasion des opérations d'entretiens.

Entretien

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

1.2.3. Impacts environnementaux

1.2.3.1. Données environnementales²

Le procédé JI VULCASTEEL ROOF fait l'objet d'une Déclaration Environnementale (DE) collective.

Cette DE a été établie le 15 mai 2017 et a fait l'objet d'une vérification par tierce partie indépendante selon l'arrêté du 31 août 2015 et est déposée sur le site www.inies.fr.

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

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

1.2.3.2. Aspects sanitaires

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

1.3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

Comme tous les procédés de cette famille :

- La hauteur des bâtiments est limitée à 50 mètres ;
- l'accrochage d'équipement de protection (lignes de vie, crochet, garde-corps, boîter, luminaire ...) fixé directement sur le panneau sandwich isolant du procédé JI VULCASTEEL ROOF ou l'un de ses parements est exclu. Seule, la fixation des accessoires de finitions définis au § 2.2.3.3 du Dossier Technique est possible. Si des équipements de protection sont prévus, ils devront être ancrés dans la charpente.

2. Dossier Technique

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

2.1. Mode de commercialisation

Le procédé JI VULCASTEEL ROOF est commercialisé par le titulaire.

Titulaire : JORIS IDE NV
Internet : www.joriside.be

Les panneaux « JI VULCASTEEL ROOF RW » avec parement extérieur d'épaisseur minimale 0,63 mm du procédé « JI VULCASTEEL ROOF » est également commercialisé sous la dénomination KS 1000 RF (cf. Extension commerciale n° 2.3/15-1676_V3-E2) par la société Kingspan France Sarl.

2.1.1. Mise sur le marché

En application du Règlement (UE) n° 305/2011, les panneaux sandwich du procédé JI VULCASTEEL ROOF 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 JI VULCASTEEL ROOF 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, déchargement, manutention et stockage

2.1.3.1. Marquage

Une fiche d'identification et de marquage CE est apposée sur chaque colis et mentionne les renseignements suivants :

- Le nom du client,
- La référence de la commande,
- Le nom du panneau,
- Le nombre et longueurs des panneaux,
- L'épaisseur de l'isolant, épaisseur et teinte des parements,
- La référence de la colle,
- La date de fabrication,
- L'identité du client,
- Le marquage CE conformément à la NF EN 14509,
- Le code isolant (Spanrock M ou BPE Board Premium),
- Le marquage COV,
- La référence de la commande.

2.1.3.2. Emballage

Les panneaux sont empilés et protégés sur toutes leurs longueurs ; les colis sont recouverts en dessous et au-dessus par des plaques de polystyrène expansé.

Des cales en polystyrène expansé permettent de gerber les palettes. L'ensemble du colis est protégé par un film polyéthylène.

Les panneaux sont cerclés sur les palettes par un film étirable.

2.1.3.3. Transport

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

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

2.1.3.4. Déchargement et manutention

Le déchargement et la manipulation des colis sont effectués soit par chariot élévateur dont l'écartement, la largeur et la longueur des fourches doivent être adaptés aux dimensions de poids des colis, soit par grue au moyen d'un palonnier.

Sur chantier, la manipulation se fera en évitant absolument la prise par l'onde libre du panneau.

Du fait du poids important des panneaux, il est conseillé d'utiliser des moyens de levage appropriés. L'utilisation d'un palonnier à ventouse est l'outil conseillé.

2.1.3.5. Stockage

Les colis sont protégés par un film polyéthylène, les panneaux sont ainsi protégés de la pluie. La durée de stockage sur chantier doit être réduite au minimum.

Le stockage se fera dans un emplacement à l'abri du soleil, de la pluie et de toute projection.

Les colis doivent être stockés inclinés dans le sens de la longueur pour faciliter l'évacuation d'eau.

2.2. Description

2.2.1. Principe

Le panneau JI VULCASTEEL ROOF est un système de couverture métallique à base de panneaux sandwich en laine de roche et des parements en acier assemblés par collage.

Dans le cadre du procédé, les références commerciales des panneaux sandwich isolants sont :

- JI VULCASTEEL ROOF RW (avec laine Rockwool et d'épaisseur de parement extérieur minimale 0,60 mm ou 0,63 mm) ;
- JI VULCASTEEL ROOF KI (avec laine knauf et d'épaisseur de parement extérieur minimale 0,60 mm).

2.2.2. Caractéristiques des composants

2.2.2.1. Parements

Parement extérieur

Tôle d'acier S 280 GD d'épaisseur nominale minimale 0,60 mm, galvanisée à chaud en continu selon la norme NF EN 10346, de classe Z225 ou Z275 avec prélaquage selon la norme NF EN 10169 et NF P 34-301.

Tableau 24 – Épaisseur nominale minimale de parement extérieur

Référence	Laine de roche	Épaisseur nominale minimale (mm)	Tableaux de charges (n°)
JI VULCASTEEL ROOF RW	Rockwool	0,63	16 à 23
		0,60	8 à 15
JI VULCASTEEL ROOF KI	Knauf ou Rockwool	0,60	8 à 15

Parement intérieur

Tôle d'acier S 250 GD d'épaisseur nominale minimale 0,50 mm, galvanisée à chaud en continu selon la norme NF EN 10346, de classe Z100 pour le revêtement polyester 15µ et Z225 ou Z275 avec prélaquage selon la norme NF EN 10169 et NF P 34-301.

Prélaquage

Les revêtements prélaqués sont :

- Polyester 15 µm : Estetic® Access, Access A ;
- Polyester 25 µm : Estetic® Standard (seulement en intérieur), Granite® Standard, Granite® HD ;
- Polyester 35 µm : Granite® HDS ;
- PVDF 25 µm : Granite® PVDF 25 ;
- PVDF 35 µm : Granite® PVDF 35 ;
- PUR 55 µm : Granite® HDX.

L'envers de bande est une peinture époxy.

Les revêtements prélaqués sont recouverts d'un film pelable de protection qui est à retirer à la pose.

En référence aux expositions définies dans la norme NF P 34-301 ; le choix des parements et de leurs finitions, qui est fonction de l'ambiance intérieure et atmosphère extérieure au bâtiment, est déterminé conformément aux Tableaux 1 et 2 en fin de dossier technique.

2.2.2.2. Isolants

L'isolant est constitué de laine de roche découpée en lamelles puis basculée de 90° afin d'obtenir des fibres perpendiculaires au plan du panneau. Le matelas d'isolant est composé de 8 lamelles de 128 mm de largeur et 2400 mm de longueur, décalées les unes par rapport aux autres (cf. figure 2). Les différentes références de laine de roche utilisées sont :

- Spanrock M référence MW-EN 13162-T4-WL(P) de la société Rockwool.
- Knauf PBE Board Premium référence MW_EN 13162- T4-WL(P) de la société Knauf.

Caractéristiques des isolants :

- Masse volumique 100 (+/-10) kg/m³ ;
- Conductivité thermique $\lambda = 0.044$ W/(m.K) ;
- Performances mécaniques (cf. tableau 3a et 3b).

En complément, sont utilisés dans les nervures, des trapèzes de laine Knauf special Board de densité 90 kg/m³ (+/- 5 kg/m³).

2.2.2.3. Colle

Colle polyuréthane bi-composante de référence ISOLEMFI 50061X de la société EMFI.

Le grammage de colle est de 200 ± 20 g/m² par face.

2.2.2.4. Garniture d'étanchéité du panneau

Un joint mousse polyéthylène à cellule fermée de section 8 x 8 mm est mis en œuvre sur ligne dans la boucle profilée du parement intérieur.

2.2.2.5. Organes de fixation

Les panneaux sont fixés par des vis et des cavaliers.

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

- Vis autoperceuses avec filet d'appui sous tête de diamètre minimal 5,5 mm sur ossature acier et 6,3 mm sur ossature bois.

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

- Vis autoperceuses ou autotaraudeuses de diamètre minimal 4,8 mm et munies d'une rondelle d'appui avec étanchéité monobloc de diamètre minimal 14 mm.
- Rivet inox (corps A2 – tige 10 % Cr) pour une utilisation en intérieur uniquement.

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).

Le choix des fixations et de leurs accessoires vis-à-vis de la tenue à la corrosion, doit respecter les dispositions :

- des annexes A et K de la norme NF P 34-205-1 (référence DTU 40.35) pour les atmosphères extérieures,
- du § 5.1.1.4 de la norme NF DTU 43.3 P1-2 pour les ambiances intérieures.

2.2.3. Eléments

2.2.3.1. Panneaux sandwich

2.2.3.1.1. Références commerciales

Dans le cadre du procédé JI VULCASTEEL ROOF, les références commerciales des panneaux isolants sont :

- JI VULCASTEEL ROOF RW pour la laine référencée Spanrock M ;
- JI VULCASTEEL ROOF KI pour la laine référencée Knauf PBE Board Premium.

Les panneaux sandwich isolants du procédé JI VULCASTEEL ROOF font l'objet d'une déclaration des performances établie par le fabricant sur la base de la norme NF EN 14509 (cf. tableaux 3a et 3b).

2.2.3.1.2. Caractéristiques dimensionnelles des panneaux

- Largeur hors tout : 1080 mm ;
- Largeur utile : 1000 mm ;
- Epaisseurs nominales : 50 à 200 mm ;
- Longueurs standards : de 1600 à 14000 mm.

2.2.3.1.3. Géométrie des parements

Parement extérieur (cf. figure 1)

JI VULCASTEEL ROOF RW et JI VULCASTEEL ROOF KI (4 x 250 x 37mm) :

Un profil trapézoïdal qui présente cinq nervures principales équidistantes (250 mm) dont le sommet du trapèze est égal à 23 mm, la base 80 mm et la hauteur 37 mm.

L'épaisseur de la tôle d'acier du parement externe est de 0,60 mm ou plus sur demande.

Parement intérieur (cf. figure 1)

Un profil faiblement nervuré d'épaisseur nominale minimale 0,50 mm est réalisé en continu sur la ligne de fabrication.

D'autres épaisseurs (0.63 ou 0.75 mm) peuvent être mises en œuvre.

2.2.3.1.4. Rives longitudinales et extrémités transversales

Le panneau présente une onde libre qui permet l'emboîtement sur l'onde pleine du panneau adjacent.

Un joint mousse polyéthylène à cellule fermée de section 8 x 8 mm est collé dans l'encastrement femelle de l'emboîtement de la sous face du panneau.

En extrémité, les tranches sont à coupe droite. Un débord du parement extérieur est réalisé sur un des côtés (égout ou recouvrement). Ce débord peut être réalisé dans la plage de 80 à 100 à égout et de 150 à 300 mm au niveau des recouvrements transversaux. Lorsqu'un débord est demandé, un sens de pose doit être donné sur le bon de commande (pose de gauche à droite ou de droite à gauche) (cf. figures 4a et 4b).

2.2.3.1.5. Tolérances

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

2.2.3.1.6. Masse surfacique

Les masses surfaciques nominales des panneaux sandwich isolants du procédé JI VULCASTEEL ROOF sont indiquées dans le tableau 4 ci-dessous.

Tableau 4 – Masse surfacique en kg/m²

Epaisseurs (mm)	Masse (kg/m ²)	
	Epaisseur parement int/ext (mm)	
	0,50/0,63	0,50/0,60
	JI VULCASTEEL ROOF RW	JI VULCASTEEL ROOF RW/KI
50	15,9	15,6
60	16,9	16,6
80	18,9	18,6
100	20,9	20,6
120	22,9	22,6
150	25,9	25,6
175	28,4	28,1
200	31,0	30,7

2.2.3.1.7. Performances 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 d'emboîtement entre panneaux.
- L_p est la longueur emboîtée entre panneau.
- n est le nombre de fixations de la paroi.
- χ est le coefficient de déperdition ponctuel pour une fixation. Cette valeur est forfaitairement prise égale à 0,01 W/K.
- A est l'aire de la paroi.

Le coefficient de transmission thermique en partie courante U_c et le coefficient de déperdition linéique Ψ_j des panneaux sandwich isolants du procédé JI VULCASTEEL ROOF, en fonction de l'épaisseur, sont donnés dans le Tableau 5 ci-dessous pour un lambda forfaitaire de 0,044 W/m.K.

Tableau 5 – Caractéristiques thermiques avec des épaisseurs de parements 0,50 mm int /0,63 mm ext ($\lambda = 0,044$ W/m.K)

Epaisseur (mm)	U_c (W/m ² .K)	Ψ_j ((W/m.K)
50 mm	0.764	0.010
60 mm	0.651	0.006
80 mm	0.501	0.004
100 mm	0.408	0.004
120 mm	0.345	0.002
150 mm	0.281	0.002
175 mm	0.241	0.001
200 mm	0.210	0.001

2.2.3.1.8. Réaction au feu

Les panneaux sandwich isolants du procédé JI VULCASTEEL ROOF 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 : A2-s1,d0.

2.2.3.2. Produits d'étanchéité et d'isolation

Les compléments d'étanchéité utilisés dans le procédé sont :

- ceux définis par la norme NF P 30-305 au niveau des recouvrements transversaux (côté extérieur local),
- Complément d'étanchéité en mousse imprégnée ou PVC ou butyl,
- Joint silicone bénéficiant d'un label SNJF façade,
- Complément d'isolation par bourrage de laine de minérale.

2.2.3.3. Accessoires de finition

2.2.3.3.1. Façonnés

Ces accessoires sont fabriqués par pliage de tôles en acier d'épaisseur 0.75 mm de même nuance, de même classe et de même revêtement que le parement intérieur définie au § 2.2.2.1. Toutefois, lorsqu'une continuité d'aspect ou de teinte est recherchée pour une commande donnée, il peut être préférable de prévoir les façonnés dans la même référence que celle de la tôle utilisée pour le parement.

Les pièces de maintien du joint de dilatation sont en 1,5 mm d'épaisseur (cf. § 2.4.6.7).

2.2.3.3.2. Accessoires courants en tôle d'acier pliée (fournis sur demande)

Ces accessoires permettent de traiter les différents points singuliers couramment rencontrés en couverture.

Ils sont réalisés par pliage en matériaux identiques à ceux décrits dans le paragraphe 2.2.2.1, d'épaisseur 0,75 mm minimum.

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

- Faitière simple ou double,
- Faitière ou demi faitière à boudin,
- Faitière en solin,
- Sous-faitière,
- Closoir cranté,
- Bande de rive,
- Bande d'égout.

2.3. Dispositions de conception

2.3.1. Généralités

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

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

Pour les vérifications 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 doit être inférieur à la plus petite des valeurs suivantes :

- 6 fois l'épaisseur « e »,
- 1/10 de la portée « L », avec L : portée adjacente en m,
- 0,60 m.

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 verticales sont celles de la ligne « Toiture en général » du tableau 1 de la clause 7.2.1 (1) B de la NF EN 1993-1-1/NA. Les classes de tolérances fonctionnelles de montage doivent être de classe 1 ou 2 selon la norme NF EN 1090-2.
- en bois, conformément aux normes NF EN 1995-1-1 et NF EN 1995-1-1/NA. Dans ce cas, et pour les pannes supportant l'ossature des panneaux de plafond, les valeurs limites à prendre en compte pour les flèches sont celles figurant à l'intersection de la colonne « Bâtiments courants » et de la ligne « Éléments structuraux » du tableau 7.2 de la clause 7.2 (2) de la NF EN 1995-1-1/NA. Les classes de tolérances fonctionnelles de montage doivent être conformes à la NF DTU 31-1.
- en béton avec insert métallique de 60 mm minimum de largeur par panneau et 3 mm minimum d'épaisseur, conformément aux normes NF EN 1992-1-1 et NF EN 1992-1-1/NA. Les classes de tolérances fonctionnelles de montage doivent être de classe 1 selon la NF EN 13670.

2.3.3. Critères de dimensionnement

Les portées d'utilisation des panneaux sous l'effet de la neige, du vent et du gradient thermique sont indiquées dans les tableaux:

- 8 à 15 pour les panneaux JI VULCASTEEL ROOF RW et JI VULCASTEEL ROOF KI avec parement extérieur d'épaisseur 0,60 mm ;
- 16 à 23 pour les panneaux JI VULCASTEEL ROOF RW avec parement extérieur d'épaisseur 0,63 mm.

Sous charges ascendantes, ces tableaux indiquent les portées d'utilisation sur 2 et 3 appuis en prenant en compte la fixation complète et la fixation réduite (la fixation réduite concerne uniquement le cas sur appuis intermédiaires). Ces tableaux sont valables pour des fixations dont la résistance caractéristique à l'arrachement $P_k/\gamma_m \geq 360$ daN.

Dans le cas de résistance caractéristique à l'arrachement P_k/γ_m inférieure, la charge du vent ELS peut être obtenue à partir des formules suivantes :

Panneau posé sur 2 appuis :

$$L = \left(2 \times 4 \times \frac{P_k}{\gamma_m} \right) / (1,50 \times (W' - g))$$

Panneau posé sur 2 appuis avec recouvrement transversal :

$$L = \left(n \times \frac{P_k}{\gamma_m} \right) / (1,50 \times (W' - g))$$

Panneau posé sur 3 appuis :

$$L = \left(n \times \frac{P_k}{\gamma_m} \right) / [1,25 \times (1,50 \times (W' - g))]$$

Où :

- L : est la portée en m,
- W' : est la dépression aérodynamique du vent ELS en daN/m². Elle est calculée en prenant la valeur C_{pnet} de la colonne fixation du tableau 4 du cahier du CSTB (n°3732) correspondant à la configuration de la couverture,
- g : est le poids propre du panneau en daN/m²,
- n : est le nombre de fixations par mètre linéaire d'appui : n = 4 en fixation complète 1N/1 et n = 2 en fixation réduite 2N/4 (cf. §2.4.5) ;
- P_k : est la résistance caractéristique à l'arrachement de l'assemblage en daN (cf. norme NF P 30-310),
- γ_m : est le coefficient matériau (voir §2.3.1).

2.3.4. Dimensionnement de l'ouvrage

Les portées d'utilisation des panneaux sandwich en 2 et 3 appuis sous charges ascendantes et descendantes sont données dans les tableaux :

- 8 à 15 pour les panneaux JI VULCASTEEL ROOF RW et JI VULCASTEEL ROOF KI avec parement extérieur d'épaisseur 0,60 mm ;
- 16 à 23 pour les panneaux JI VULCASTEEL ROOF RW avec parement extérieur d'épaisseur 0,63 mm.

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

Les tableaux de portées intègrent le gradient thermique et les groupes de couleur conformément à la norme NF EN 14509. Les tableaux sont valables quel que soit le coloris utilisé.

Les hypothèses de température retenues sont conformes à l'annexe E de la norme NF EN 14509 et au complément national XP P 34-900/CN.

Les charges réparties à considérer sont les charges climatiques de neige et/ou de vent définies par référence aux Eurocodes neige et vent. On peut se référer au cahier CSTB 3732 pour la détermination simplifiée des charges de vent. Seules les charges ELS sont retenues pour la vérification des panneaux.

En ce qui concerne les effets de la neige, on peut considérer que la notion de charge exceptionnelle est implicitement vérifiée lorsque la charge 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 zone de neige donnée, lorsque la charge de neige s_k est inférieure à la valeur indiquée ci-dessus, il y a lieu de remplacer la valeur s_k par la valeur indiquée pour la vérification des panneaux.

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

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

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

2.4. Dispositions de mise en œuvre

2.4.1. Conditions de mise en œuvre

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

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.

2.4.2. Conditions générales de pose

Les panneaux JI VULCASTEEL ROOF sont mis en œuvre à l'avancement, avec leurs nervures parallèles à la ligne de plus grande pente.

La nervure libre de l'élément à poser vient recouvrir la nervure pleine de l'élément déjà posé. Le sens de progression du montage des panneaux est choisi de façon contraire à celui des vents de pluie dominants.

Cette condition implique l'emploi de panneaux type « gauche » ou type « droit ».

Afin de permettre l'emboîtement des panneaux, il est nécessaire d'incliner le panneau à poser conformément au principe de pose illustré en figure 1.

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

2.4.3. Dispositions particulières

2.4.3.1. Dispositions relatives à l'ossature

2.4.3.1.1. Pentés minimales

La pente de la couverture est donnée par l'ossature. Elles sont précisées dans le tableau 6 en fin de Dossier Technique.

Des dispositions constructives sont à considérer en fonction de la pente pour la réalisation des faîtages (cf. § 2.4.6.3), des recouvrements transversaux et longitudinaux (cf. § 2.4.4 et § 2.4.4.2).

La longueur maximale de rampant est de 40 m.

2.4.3.1.2. Largeur minimale des appuis (cf. figures 5,6 et 7)

Les panneaux JI VULCASTEEL ROOF peuvent être posés sur des appuis en bois, métal, béton (avec inserts métalliques), murs porteurs en maçonnerie avec chaînage et profil d'ancrage.

La face supérieure des appuis est toujours parallèle au plan de toiture.

Les appuis doivent être continus et sans saillie.

La largeur de repos minimale aux extrémités de chaque panneau est de 30 mm effectifs en tous points des pannes d'appuis et compte tenu des tolérances sur charpentes et des flèches des pannes sous leur propre poids.

La mise en œuvre et la bonne tenue des fixations aux appuis imposent le respect d'une pince d'au moins 15 mm en général par rapport au bord des appuis métalliques et de 20 mm au moins par rapport aux extrémités de panneau.

Dans le cas d'appuis en bois, la pince minimale de la fixation par rapport à l'appui est de $4*d$, avec d le diamètre de la fixation. L'ancrage minimal de la fixation est de 50mm.

Tableau 7 – Dimensions minimales des appuis

Nature du support	Appui d'extrémité	Appui Intermédiaire	Recouvrement transversal
Acier (ép mini 1.5 mm)	40 mm	40 mm	65 mm
Bois (ép mini 80 mm)	60 mm	60 mm	90 mm
Béton avec insert acier (ép mini 2.5 mm)	60 mm	60 mm	65 mm

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

2.4.4.1. Vis-à-vis de l'étanchéité à l'air et à la vapeur d'eau

En fonction des conditions hygrométriques intérieures, et dans le but de réduire les transferts de vapeur, le risque de condensation et la perméabilité aux niveaux des jonctions transversales de panneaux et des ouvrages particuliers de couverture, ceux-ci devront être équipés de compléments d'étanchéité. (cf. figure 7).

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

Dispositions applicables aux appuis (cf. figures 8 à 11)

En fonction des conditions hygrométriques intérieures du local, les différentes typologies des compléments d'étanchéité à mettre en œuvre sont indiquées dans le tableau 26 ci-après :

Tableau 26 - Conditions de choix des garnitures d'étanchéité sur appuis

Conditions hygrométriques intérieures du local		Typologie
Locaux avec renouvellement d'air et humidité non fixée	Faible et moyenne hygrométrie	Joint mousse*
Locaux avec température et humidité fixées et régulées	Compris entre 5 et 10 mm Hg	Joint Silicone**

(*) De section 20 x 10 mm à chaque extrémité de panneau ou 40 x 10 mm axé au droit d'un recouvrement transversal.
(**) Un fond de joint cellulaire PVC est appliqué sur la tranche du panneau aval déjà en place.

Les joints d'étanchéités sont à poser sur les pannes sablières, faitières, recevant un recouvrement transversal entre panneaux et celles constituant un chevêtre.

Dispositions applicables aux panneaux (cf. figures 9 et 11)

En fonction des conditions hygrométriques intérieures, les jonctions entre panneaux devront être équipées de compléments d'étanchéité selon la typologie indiquée dans le tableau 27 ci-après :

Tableau 27 - Conditions de choix des garnitures d'étanchéité sur les panneaux

Caractéristiques climatiques du local		Face intérieure local	Face extérieure local
Locaux avec renouvellement d'air et humidité non fixée	Faible et moyenne hygrométrie	—	—
Locaux avec température et humidité fixées et régulées	Compris entre 5 et 10 mm Hg	—	Joint silicone ou polyuréthane*

* Dans le cas d'une mise en place de compléments d'étanchéité au droit d'un recouvrement transversal (CE selon § 2.4.4), le joint silicone ou polyuréthane n'est pas nécessaire.

L'emboîtement longitudinal des panneaux est à couturé tous les 0,50 m lorsqu'un complément d'étanchéité est disposé en sommet de nervure.

Dispositions applicables aux ouvrages particuliers de couverture

En fonction des conditions hygrométriques intérieures, les ouvrages particuliers de couverture doivent être équipés de compléments d'étanchéité selon la typologie indiquée dans le tableau 28 ci-dessous.

Tableau 28 - Conditions de choix des garnitures d'étanchéité

Caractéristiques climatiques du local		Face intérieure local	Face extérieure local
Locaux avec renouvellement d'air et humidité non fixée	Faible et moyenne hygrométrie	Joint mousse	—
Locaux avec température et humidité fixées et régulées	Compris entre 5 et 10 mm Hg	Joint silicone ou polyuréthane	Joint silicone ou Polyuréthane (*)

(*) dans le cas d'une mise en place des compléments d'étanchéité, le joint silicone ou polyuréthane doit être remplacé par des compléments d'étanchéité conformes à la NF P30-305.

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

En partie courante, l'étanchéité à l'eau est assurée par les panneaux sandwich du procédé JI VULCASTEEL ROOF moyennant le respect des dispositions indiquées dans le tableau 6.

Au niveau des recouvrements transversaux (cf. figures 7, 9 et 11)

La longueur des recouvrements transversaux entre panneaux est fonction de la pente de la toiture, et de la zone climatique (voir tableau 25 ci-dessous).

La présence de compléments d'étanchéité (CE) au niveau du recouvrement transversal extérieur permet de réduire dans certains cas la longueur de ce dernier à 150 ou 200 mm (cf. tableau 25 ci-après).

Tableau 25 – Recouvrement transversal (mm) avec ou sans complément d'étanchéité (suivant NF P 34-205-1 référence DTU 40.35.)

Pente p en %	Zones climatiques ⁽¹⁾	
	Zone I et zone II	Zone III
$7 \leq p < 10$	300 mm ou 150 mm à 200 mm + CE	150 mm à 200 mm+ CE
$10 \leq p < 15$	200 mm ou 150 mm + CE	300 mm ou 150 mm à 200 mm + CE
$p \geq 15$	150 mm	200 mm ou 150 mm + CE

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

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 20).

2.4.5. Fixation**2.4.5.1. Fixation des panneaux à l'ossature**

Les fixations et les cavaliers sont placés en sommet des nervures principales.

Répartition des fixations :

On disposera une fixation par panne et par nervure sur :

- chaque panne faisant l'objet d'un recouvrement transversal.
- la dernière et avant dernière panne avant l'égoût.
- la dernière et avant dernière panne avant un faitage simple couronnant une façade.
- Chaque panne pour les panneaux couronnant un mur pignon sur une largeur de 2 m 00.

Pour les autres pannes et si les efforts dus aux charges ascendantes le permettent, il est possible de limiter la répartition sur appui intermédiaire à raison d'une fixation toutes les deux nervures, tout en respectant les dispositions prévues au paragraphe 6.1.4.3.1 du DTU 40.35.

2.4.5.2. Fixation de couture

Afin d'assurer une étanchéité correcte, il est nécessaire d'utiliser des fixations de couture pour parfaire l'assemblage des recouvrements longitudinaux entre panneaux adjacents.

La répartition et l'espacement sont indiqués dans le tableau 20 ci-dessous.

Tableau 20 – Répartition des fixations de couture (suivant NF P 34-205-1 référence DTU 40.35.)

Portée L (m)	Sans complément d'étanchéité (CE)		Avec complément d'étanchéité (CE)
	Pente $\geq 10\%$ Situation normale ⁽¹⁾	Autres cas	Tous cas
$L \leq 2$	L	L/2	0 m 50
$2 < L \leq 3,5$	L/2	1 m	0 m 50
$L > 3,5$	1 m	1 m	0 m 50

⁽¹⁾ Les zones considérées sont définies par l'Annexe E de la NF P 34-205-1 (référence DTU 40.35.)
les fixations de couture sont régulièrement réparties. La fixation sur panne des nervures de recouvrement longitudinal des panneaux est également considérée comme une fixation de couture.

2.4.6. Ouvrages particuliers de couverture**2.4.6.1. Dispositions générales**

Un contre-closoir est nécessaire selon les pentes (§ 2.4.6.3).

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

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

Pour les locaux d'hygrométrie faible à moyenne :

Il convient en outre d'assurer aux différentes jonctions la mise en place de pièces de calfeutrement nécessaires, d'un complément d'isolation thermique et la pose des garnitures d'étanchéité conformément au paragraphe 2.4.4.

Pour les locaux climatisés :

Il convient en outre d'assurer aux différentes jonctions la mise en place de pièces de calfeutrement intérieures, de complément d'isolation thermique, de pièces de fermeture extérieures lorsque possible et la pose des garnitures d'étanchéité, conformément au paragraphe 2.4.4 en évitant autant que possible les ponts thermiques.

Les panneaux comporteront, lorsque le parement intérieur est en contact avec l'extérieur, un trait de scie (discontinuité thermique, cf. figure 21).

2.4.6.2. Egout

Les panneaux présentent une tranche avec un débord du parement supérieur d'au moins 80 mm (débord préparé en usine).

La pose d'une bande d'égout sur la panne est nécessaire pour assurer l'étanchéité sur le bord du chéneau. Elle possède une retombée de 50 mm dans le cas de chéneau posé en berceau. Une garniture d'étanchéité est posée entre la bande d'égout et le panneau.

a) Les chéneaux

La conception et la réalisation de chéneaux ne font pas partie du présent document. Les prescriptions énoncées ci-dessous doivent être considérées à titre de suggestions.

Gouttières pendantes (cf. figure 22) : Elles ne sont en aucun cas fixées sur le panneau de couverture.

Chéneaux isolés (cf. figure 23) : Pour permettre un entretien des chéneaux, la largeur libre doit être supérieure ou égale à 80 mm.

Chéneaux contre acrotère (cf. figure 24) : Le panneau sandwich doit présenter un débord du parement supérieur de 80 mm minimum et une largeur libre (espacement entre le panneau et l'acrotère) doit être de 80 mm minimum.

b) Débord libre sans chéneau (cf. figure 21)

- Pose d'une tôle de fermeture intérieure sur la panne sablière avec alignement au nu du bardage.
- Pose des garnitures d'étanchéité conformément aux prescriptions du paragraphe 2.4.4 côté couverture et côté bardage.
- Mise en place d'un complément d'isolation thermique.
- Pose d'une tôle de fermeture extérieure fixée sur le bardage et sous le parement intérieur du panneau après interposition des garnitures d'étanchéité conformément aux prescriptions du paragraphe 2.4.4 à raison d'une fixation tous les 0.20 m.
- Pose d'un closoir « cache isolant ».

2.4.6.3. Faîtage (cf. figures 13 à 20)

Le recouvrement des faitages sur les panneaux est de 120 mm minimum.

Les faitages sont de type :

- Articulé (cf. figure 14),
- Double cranté (cf. figure 15),
- Simple sans dépassement de toiture (cf. figure 16),
- Simple avec débord de toiture (cf. figure 17),
- Contre bardage en dépassement (cf. figure 18),
- Faitage sur mur (cf. figure 19),
- Faitage en solin (cf. figure 20).

Lorsque le faitage est réalisé par l'intermédiaire de tôles faitières à bords crantés, il y aura lieu de prévoir :

- Pour des pentes \geq à 5 % et $<$ à 7%, un bord relevé du parement extérieur à réaliser sur chantier sur les panneaux situés au faitage et un contre closoir à disposer entre la tôle faitière et le panneau.
- Pour des pentes \geq à 7 % et $<$ à 10%, un bord relevé à réaliser sur chantier sur les panneaux situés au faitage.

En partie haute pour les panneaux sandwich de couverture posées à moins de 10% de pente, les parements du panneau sandwich doivent être relevés d'une hauteur au moins égale à la nervure. Etant donnée que la hauteur de nervure de parements est supérieure à 30 mm, un relevé de hauteur 30 mm est possible (cf. DTU 40.35). Ce relevé doit être obtenu par pliage sans cisailage du parement, la continuité des panneaux devant être assurée.

La fixation des faitières est réalisée au droit de chaque nervure du parement extérieur du panneau.

Les panneaux comporteront, lorsque le parement intérieur est en contact avec l'extérieur, un trait de scie (rupture thermique, cf. figure 21).

2.4.6.4. Rives

La fixation des bandes de rive au panneau est réalisée sur les nervures du panneau avec des fixations espacées longitudinalement de 0,50 m dans le cas de mise en place d'une garniture d'étanchéité extérieure, et 1,00m en l'absence de garniture d'étanchéité extérieure.**Rives contre acrotère (cf. figure 26) :**

- Pose d'un calfeutrement intérieur avec alignement au nu intérieur du bardage,
- Pose des garnitures d'étanchéité,
- Pose du complément d'isolation thermique,
- Pose de la bande de rive.

La pose du complément d'isolation thermique et de la bande de rive sera effectuée après la pose du bardage.

Rives contre pignon (cf. figure 25)

On procédera comme pour une rive contre acrotère.

La mise en place du complément d'isolation thermique et de la bande de rive sera effectuée après la pose du bardage.

2.4.6.5. Pénétrations de toiture

Section inférieure à 400 x 400 mm :

Solution plaque à douille, châssis à viser ou avec un manchon pour sortie de toiture (cf. figure 3).

Section supérieure à 400 x 400 mm et inférieure à 1000 x 1000 mm (cf. figures 29 et 30) :

- L'ossature comportera un chevêtre pour appui des tranches de panneaux.
- Les pénétrations seront traitées par l'intermédiaire de pièces chaudronnées réalisées en atelier (costières, châssis) ou d'embase polyester isolée adaptée à la géométrie du parement extérieur des panneaux.
- La trémie est découpée à la scie sauteuse avec découpe des nervures en amont pour le passage de la besace.
- Pose de plaque châssis par-dessus le panneau.
- Les recouvrements seront de 200 mm avec compléments d'étanchéité, avec une fixation par nervure et avec pentes minimales telles qu'indiquées au paragraphe 2.4.3.1.1. (cf. NF DTU 40.35).

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.

La société JORIS IDE NV est tenue d'apporter son assistance technique, aux entreprises qui en font la demande, pour la réalisation des pénétrations de grandes dimensions intéressant plusieurs largeurs de panneaux.

Un chevêtre doit être prévu autour des pénétrations intéressant une dimension (largeur ou longueur) supérieure à 400 mm.

2.4.6.6. Parties éclairantes

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

- Par lanterneau ponctuel sur plaque châssis ou sur embases isolées en polyester.
- Des plaques simple-peau (cf. NF P 34-205-1 - réf DTU 40.35).

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

2.4.6.7. Joint de dilatation (cf. figures 27 et 28)

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 en figure 27 un exemple de traitement pour une possibilité de déplacement faible (jusqu'à environ 50 mm), et en figure 28 un exemple de traitement pour une possibilité de déplacement plus important (jusqu'à 150 mm environ).

La figure 27 présente un exemple comportant un pare-vapeur épais de largeur mini 200 mm (2 X 50 mm de repos sur appuis + 100 mm de jeu de joint de dilatation) et un Sd mini de 18 m, fixé à l'ossature par vissage ou clouage tous les 200 mm après avoir intercalé un feuillard continu. L'accessoire de finition repère 1 est couturé en quinconce tous les 500 mm et le recouvrement entre accessoire présente la même valeur que le recouvrement entre panneau du procédé JI VULCASTEEL ROOF.

Sur la figure 28, les pièces 1 et 3 (épaisseur 1,5 mm) sont fixées à l'ossature tous les mètres. La liaison entre les 2 pièces constituant la référence 4 est réalisée après la mise en place de la pièce 2. Les accessoires de finition 2 et 5 sont couturés tous les 500 mm, et les recouvrements transversaux entre ces pièces ont la même valeur que celle des panneaux. Un joint mousse adhésif est mis en œuvre sur l'accessoire 2 pour éviter les arrachements de revêtements organiques et métalliques lors des déplacements entre 2 et 4. La pièce 7 (épaisseur 0,75 mm) est fixée d'un côté à l'ossature par vissage ou clouage tous les 500 mm, l'autre côté de la pièce 7 muni d'une lumière de longueur 2Y est boulonné à la structure. Deux joints mousse adhésifs sont mis en œuvre entre la pièce 7 et l'ossature sur chaque côté du joint de dilatation.

2.4.7. Précautions particulières

2.4.7.1. Circulation sur les panneaux

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

2.4.7.2. Découpes

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

L'utilisation de tronçonneuse est interdite (meule à disque abrasif).

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

2.4.7.3. Perçage et vissage

On devra éviter un écrasement du parement extérieur des panneaux.

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

2.5. Entretien, rénovation et remplacement

2.5.1. Entretien

L'entretien devra comporter :

- L'élimination des diverses végétations, notamment des mousses et toutes autres matières incompatibles qui seraient venues se déposer sur la surface de la couverture.
- La protection, dès qu'elles sont décelées, des éventuelles amorces de corrosion.
- Le nettoyage périodique des gouttières et chéneaux, ainsi que la surveillance du bon état des descentes d'eaux pluviales.
- La surveillance de la bonne tenue de la structure porteuse dont tous les désordres pourraient se répercuter sur la couverture.
- Un nettoyage périodique avec lessivage (lessive ménagère, non javellisée, sans aucun usage d'abrasif ou de solvant et en évitant les lavages excessifs), rinçage à l'eau claire et séchage.

2.5.2. Rénovation

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

- Un nettoyage.
- Reprises avec des systèmes de peinture bâtiment classiques, qualité extérieure.

La nature des laques ainsi que le processus de rénovation doivent être définis en accord avec la société JORIS IDE NV.

2.5.3. Remplacement

Le remplacement d'un panneau s'effectue de la manière suivante :

- Enlever les fixations du panneau à remplacer ainsi que celle des panneaux l'encadrant ;
- Enlever les accessoires qui pourraient entraver le remplacement du panneau défectueux ;
- A l'aide du palonnier à ventouse, faire pivoter deux panneaux vers l'extérieur ;
- A l'aide du palonnier à ventouse, soulever les panneaux à remplacer par un effet de pivotement ;
- Repositionner le nouveau panneau et le panneau adjacent par un effet de pivotement au niveau des emboitements ;
- Remplacer les fixations et accessoires.

2.6. Traitement en fin de vie

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

2.7. Assistance technique

La société JORIS IDE NV n'effectue pas la pose mais elle est en mesure d'assurer à la demande des entreprises de pose son assistance technique.

2.8. Principes de fabrication et de contrôle de cette fabrication

Les panneaux sandwich du procédé JI VULCASTEEL ROOF sont fabriqués par la société JORIS IDE NV dans ses ateliers de Manhay – Belgique conformément au e-cahier CSTB 3501 « Panneaux sandwich isolants à parements métalliques – Conditions générales de conception et fabrication ». La laine de roche est produite par Rockwool ou Knauf, et par Knauf pour la laine de roche dans les trapèzes.

2.8.1. Procédé de fabrication

La fabrication du panneau se fait en continu par un collage d'une âme en laine de roche préalablement reconstituée (réorientation des fibres) entre des parements en acier décrits dans le § 2.2.2.1 profilés en amont dans la ligne de production.

Le collage se fait au moyen d'une colle polyuréthane bi composants. Cette colle est pulvérisée sur les bacs acier.

Les différentes étapes de la fabrication sont les suivantes :

- Introduction des bobines dans les dérouleurs,
- Mise en place des films de protection,
- Profilage des parements,
- Découpe automatique des trapèzes,
- Dépôt de colle dans les nervures,
- Insertion automatique des trapèzes,
- Préchauffage des parements acier,
- Découpe, basculement, formation du matelas d'isolation,

- Fraisage de l'isolant aux exigences des finitions latérales du profilage acier,
- Pulvérisation de colle PU (température régulée) sur toute la surface des parements acier,
- Centrage des composants et introduction dans le conformateur,
- Maintien de l'ensemble durant la période de polymérisation de la colle,
- Mise en place du joint d'étanchéité de la sous face,
- Découpe des panneaux à longueur,
- Empilage et emballage automatique des panneaux.

2.8.2. Contrôles de fabrication

Les contrôles et leur fréquence sont réalisés selon la norme NF EN 14509 :2013.

2.9. Mention des justificatifs

2.9.1. Résultats expérimentaux

- Essais de vieillissement CSTB N° CL05-015
- Essais DUR 2 (rapport d'essai CSTB N° CLC13-26046094 et n° FaCet 17-26070364/B,D et E).
- Essais de détermination des caractéristiques thermiques CSTB N° DER/HTO 2007-051-RB/LS
- Essais suivant la NF EN 14509 IMA Dresden N° B344/09,A2
- Essais suivant la NF EN 14509 TU Darmstadt N° 17-15p Annex I
- Essais suivant la NF EN 14509 TU Darmstadt N° 17-31p Annex II
- Expertise marquage CE rapport N° Z-1103 du 25/05/2011 : Origine Prof.Dr.-ing K.Berner ; Réponse de l'institut Sandwichtechnik du 10/10/2017
- Expertise marquage CE rapport N° Z-1707.2a du 09/08/2018 : Origine iS-engineering GmbH ;
- Expertise marquage CE rapport N° Z-1707.1a du 06/10/2017 : Origine iS-engineering GmbH ;
- Essais de réaction au feu suivant EN 13501-1 : CSTB RA21-0099.
- Rapport de calcul des performances des panneaux aux états limites conformément à la norme NF EN 14509 : Rapport d'étude CSTB DEIS/FACET-19-589-B.

2.9.2. Références chantiers

Le procédé de toiture JI VULCASTEEL ROOF a donné lieu à plus de 1 800 000 m² de panneaux sandwich posés dont 1 300 000 m² en France depuis 2014.

La Laine de roche Knauf PBE Board Premium est utilisée depuis l'année 2000.

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

Tableau 1 – Guide de choix des revêtements en fonction des ambiances intérieures

Support	Revêtements	Catégorie selon la NF P34-301	Ambiances saines	
			Hygrométrie faible	Hygrométrie moyenne
Z225 mini	Estetic® Access, Access A (Polyester 15 µ)	II	■	■
	Estetic® Standard, Granite® Standard, Granite® HD (Polyester 25 µ)	IIIa	■	■
	Granite® HDS (Polyester 35 µ)	IIIa	■	■
	Granite® PVDF 25 (PVDF 25 µ)	IIIa	■	■
	Granite® PVDF 35 (PVDF 35 µ)	IIIa	■	■
	Granite® HDX (PUR 55 µ)	IIIa	■	■
■ : adapté à l'exposition				

Tableau 2 – Guide de choix des revêtements en fonction des atmosphères extérieures

support	Revêtements	Catégorie selon la NF P34-301	Rurale non polluée	Urbaine et industrielle		Marine				Spéciale
				Normale	Sévère	20 à 10 km	10 à 3 km	Bord de mer *	Mixte	Particulière
Z 225 mini	Granite® Standard, Granite® HD (Polyester 25 µ)	III	■	■	–	■	–	–	–	○
	Granite® PVDF 25 (PVDF 25 µ)	III	■	■	–	■	–	–	–	○
	Granite®HDS (Polyester 35 µ)	IV	■	■	○	■	■	–	–	○
	Granite® PVDF 35 (PVDF 35 µ)	IV	■	■	○	■	■	–	–	○
	Granite® HDX (PUR 55 µ)	VI	■	■	○	■	■	■	○	○

■ = adapté à l'exposition.

○ = Revêtement dont le choix définitif ainsi que les caractéristiques particulières doivent être arrêtés après consultation et accord de la société JORIS IDE NV.

– = non adapté à l'exposition.

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

Tableau 3a – Caractéristiques déclarées pour JI VULCASTEEL ROOF RW d'épaisseur minimale de parement extérieur de 0,63 mm dans le cadre du marquage CE selon la norme NF EN 14509

		Epaisseurs (mm)							
		50	60	80	100	120	150	175	200
Isolant		Spanrock M							
Masse volumique (kg/m³)		100 kg/m ³							
Résistance en traction (MPa)		0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
Résistance en cisaillement (MPa)		0,06	0,06	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Module d'élasticité en cisaillement (MPa)		4,6	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6
Résistance en compression (MPa)		0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
Contrainte de plissement (MPa) Parement extérieur	En travée	280	271	254	236	219	203	190	177
	En travée - température élevée	280	271	254	236	219	203	190	177
	Sur appui intérieur	280	271	254	236	219	203	190	177
	Sur appui intérieur - température élevée	280	271	254	236	219	203	190	177
Contrainte de plissement (MPa) Parement intérieur	En travée	156	150	138	127	115	120	125	129
	Sur appui intérieur	125	120	111	101	92	96	100	103
Moment de flexion (kN.m/m) Parement extérieur	En travée	3,85	4,88	6,93	8,99	11,04	12,83	14,33	15,82
	En travée - température élevée	3,85	4,88	6,93	8,99	11,04	12,83	14,33	15,82
	Sur appui intérieur	3,86	4,29	5,14	6,00	6,85	8,97	10,73	12,49
	Sur appui intérieur - température élevée	3,78	4,20	5,04	5,87	6,71	8,78	10,51	12,24
Moment de flexion (kN.m/m) Parement intérieur	En travée	3,08	3,90	5,54	7,19	8,83	10,27	11,46	12,66
	Sur appui intérieur	2,70	3,00	3,60	4,19	4,79	6,27	7,51	8,74
Résistance aux charges ponctuelles		1,2 kN pour 5 m			1,5 kN pour 6 m			1,5 kN pour 7 m	
Coefficient de fluage	t = 2000 h	0,6							
	t = 100 000 h	1							
Réaction au feu		A2-s1,d0*							
Durabilité		Réussie-toutes teintes							
Performance au feu extérieur		B _{roof} (t3)							
* : cf. §2.2.3.1.8 du Dossier Technique									

Tableau 3b – Caractéristiques déclarées pour JI VULCASTEEL ROOF KI et JI VULCASTEEL ROOF RW d'épaisseur minimale de parement extérieur de 0,60 mm dans le cadre du marquage CE selon la norme NF EN 14509

		Epaisseurs (mm)							
		50	60	80	100	120	150	175	200
Isolant		Spanrock M et Knauf PBE Board Premium							
Masse volumique (kg/m³)		100 kg/m ³							
Résistance en traction (MPa)		0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,05	0,03
Résistance en cisaillement (MPa)		0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Module d'élasticité en cisaillement (MPa)		3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9
Résistance en compression (MPa)		0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,05	0,05	0,05
Contrainte de plissement (MPa) Parement extérieur	En travée	203	194	176	158	158	158	131	103
	En travée - température élevée	203	194	176	158	158	158	131	103
	Sur appui intérieur	203	194	176	158	158	158	131	103
	Sur appui intérieur - température élevée	203	194	176	158	158	158	131	103
Contrainte de plissement (MPa) Parement intérieur	En travée	83	83	83	83	78	71	60	49
	Sur appui intérieur	75	75	75	75	69	60	50	39
Moment de flexion (kN.m/m) Parement extérieur	En travée	3,47	3,96	4,95	5,93	7,14	10,21	9,48	8,14
	En travée - température élevée	3,47	3,96	4,95	5,93	7,14	10,21	9,48	8,14
	Sur appui intérieur	3,37	3,85	4,80	5,76	6,95	9,93	9,21	7,92
	Sur appui intérieur - température élevée	3,37	3,85	4,80	5,76	6,95	9,93	9,21	7,92
Moment de flexion (kN.m/m) Parement intérieur	En travée	2,57	2,90	3,57	4,24	4,65	5,31	4,92	4,54
	Sur appui intérieur	2,34	2,64	3,24	3,84	4,09	4,49	4,06	3,62
Résistance aux charges ponctuelles		1,2 kN pour 5 m			1,5 kN pour 6 m				1,5 kN pour 7 m
Coefficient de fluage	t = 2000 h	0,6							
	t = 100 000 h	1							
Réaction au feu		A2-s1,d0*							
Durabilité		Réussie-toutes teintes							
Performance au feu extérieur		B _{roof} (t3)							
* : cf. §2.2.3.1.8 du Dossier Technique									

Tableau 6 – Pentés minimales selon la norme NF P 34-205-1 référence DTU 40-35

Pentes minimales					
Sans recouvrement transversal entre panneaux, sans pénétrations et sans plaques nervurées issues de matériaux de synthèse (panneaux de la longueur du rampant) : 5%					
Dans tous les autres cas suivant les zones et situations définies par l'annexe E de la NF P 34-205-1 (DTU 40.35)					
Zone I		Zone II		Zone III	
Situation climatique		Situation climatique		Situation climatique (toutes situations)	
Protégée ou normale	Exposée	Protégée	Normale ou exposée	H ≤ 500 m	500 ≤ H < 900 m
7%	10% ⁽¹⁾	7%	10% ⁽¹⁾	10% ⁽¹⁾	15% ⁽¹⁾
⁽¹⁾ Lorsque la couverture ne comprend pas de plaques nervurées issues de matériaux de synthèse, la pente minimale peut être ramenée à 7 % en utilisant des compléments d'étanchéité (CE).					

Tableau 8 – Portées d'utilisation – JI VULCASTEEL ROOF RW et JI VULCASTEEL ROOF KI d'épaisseur 50 mm et épaisseur minimale de parement extérieur 0,60 mm – Référentiels NF EN 1991-1-4 et NF EN 1991-1-3 et leurs annexes nationales.

Charges descendantes		Actions de services (daN/m ²)	Charges ascendantes *		
2 appuis	3 appuis		2 appuis	3 appuis	
				Fixation 1/1	Fixation 1/2
3,60	1,10	50	3,70	3,60	3,50
2,80	1,00	75	3,40	2,20	2,10
2,30	-	100	2,80	1,50	1,50
2,00	-	125	2,30	1,20	1,20
1,80	-	150	2,00	1,00	1,00
1,60	-	175	1,70	-	-
1,50	-	200	1,60	-	-
1,40	-	225	1,50	-	-
1,30	-	250	1,40	-	-

* Si le P_k/γ_m de la fixation utilisée est inférieur à 360 daN, la portée sera recalculée avec la formule donnée au § 2.3.3.

Tableau 9 – Portées d'utilisation – JI VULCASTEEL ROOF RW et JI VULCASTEEL ROOF KI d'épaisseur 60 mm et épaisseur minimale de parement extérieur 0,60 mm – Référentiels NF EN 1991-1-4 et NF EN 1991-1-3 et leurs annexes nationales.

Charges descendantes		Actions de services (daN/m ²)	Charges ascendantes *		
2 appuis	3 appuis		2 appuis	3 appuis	
				Fixation 1/1	Fixation 1/2
4,00	1,40	50	4,20	4,20	3,40
3,10	1,20	75	3,90	2,60	2,40
2,50	1,10	100	3,10	1,90	1,90
2,10	-	125	2,50	1,40	1,40
1,90	-	150	2,10	1,20	1,20
1,70	-	175	1,90	1,00	1,00
1,60	-	200	1,70	-	-
1,40	-	225	1,60	-	-
1,30	-	250	1,40	-	-

* Si le P_k/γ_m de la fixation utilisée est inférieur à 360 daN, la portée sera recalculée avec la formule donnée au § 2.3.3.

Tableau 10 – Portées d'utilisation – JI VULCASTEEL ROOF RW et JI VULCASTEEL ROOF KI d'épaisseur 80 mm et épaisseur minimale de parement extérieur 0,60 mm – Référentiels NF EN 1991-1-4 et NF EN 1991-1-3 et leurs annexes nationales.

Charges descendantes		Actions de services (daN/m ²)	Charges ascendantes **		
2 appuis	3 appuis		2 appuis	3 appuis	
				Fixation 1/1	Fixation 1/2
4,80	2,60	50	5,00*	4,20	3,40
3,70	1,80	75	4,80	3,60	1,30
3,00	1,50	100	3,80	2,50	1,10
2,50	1,30	125	3,00	2,00	1,00
2,20	1,20	150	2,50	1,60	-
1,90	1,00	175	2,20	1,40	-
1,80	-	200	2,00	1,20	-
1,60	-	225	1,80	1,00	-
1,50	-	250	1,60	-	-

* portée limitée à 5 m 00.
 ** Si le P_k/γ_m de la fixation utilisée est inférieur à 360 daN, la portée sera recalculée avec la formule donnée au § 2.3.3.

Tableau 11 – Portées d'utilisation – JI VULCASTEEL ROOF RW et JI VULCASTEEL ROOF KI d'épaisseur 100 mm et épaisseur minimale de parement extérieur 0,60 mm – Référentiels NF EN 1991-1-4 et NF EN 1991-1-3 et leurs annexes nationales.

Charges descendantes		Actions de services (daN/m ²)	Charges ascendantes **		
2 appuis	3 appuis		2 appuis	3 appuis	
				Fixation 1/1	Fixation 1/2
5,00*	3,40	50	5,00*	4,30	1,50
4,40	2,70	75	5,00*	4,00	1,20
3,50	2,10	100	4,60	3,20	1,10
2,90	1,70	125	3,60	2,50	1,00
2,50	1,50	150	3,00	2,00	-
2,20	1,30	175	2,60	1,70	-
2,00	1,10	200	2,30	1,50	-
1,80	1,00	225	2,00	1,30	-
1,70	-	250	1,90	1,20	-

* portée limitée à 5 m 00.
 ** Si le P_k/γ_m de la fixation utilisée est inférieur à 360 daN, la portée sera recalculée avec la formule donnée au § 2.3.3.

Tableau 12 – Portées d'utilisation – JI VULCASTEEL ROOF RW et JI VULCASTEEL ROOF KI d'épaisseur 120 mm et épaisseur minimale de parement extérieur 0,60 mm – Référentiels NF EN 1991-1-4 et NF EN 1991-1-3 et leurs annexes nationales.

Charges descendantes		Actions de services (daN/m ²)	Charges ascendantes **		
2 appuis	3 appuis		2 appuis	3 appuis	
				Fixation 1/1	Fixation 1/2
5,00*	3,50	50	5,00*	4,00	1,30
4,40	2,60	75	5,00*	3,80	1,10
3,50	2,00	100	4,60	3,60	1,00
2,90	1,70	125	3,70	3,00	-
2,50	1,40	150	3,20	2,40	-
2,20	1,30	175	2,70	2,10	-
2,00	1,10	200	2,40	1,80	-
1,80	1,00	225	2,10	1,60	-
1,70	-	250	1,90	1,40	-

* portée limitée à 5 m 00.
 ** Si le P_k/γ_m de la fixation utilisée est inférieur à 360 daN, la portée sera recalculée avec la formule donnée au § 2.3.3.

Tableau 13 – Portées d'utilisation – JI VULCASTEEL ROOF RW et JI VULCASTEEL ROOF KI d'épaisseur 150 mm et épaisseur minimale de parement extérieur 0,60 mm – Référentiels NF EN 1991-1-4 et NF EN 1991-1-3 et leurs annexes nationales.

Charges descendantes		Actions de services (daN/m ²)	Charges ascendantes **		
2 appuis	3 appuis		2 appuis	3 appuis	
				Fixation 1/1	Fixation 1/2
4,80	1,80	50	5,00*	3,50	1,20
3,60	1,60	75	5,00*	3,40	1,10
2,80	1,40	100	4,50	3,30	1,00
2,40	1,30	125	3,70	2,90	-
2,10	1,20	150	3,10	2,40	-
1,80	1,00	175	2,70	2,10	-
1,70	-	200	2,40	1,80	-
1,50	-	225	2,10	1,60	-
1,40	-	250	1,90	1,40	-

* portée limitée à 5 m 00.
 ** Si le P_k/γ_m de la fixation utilisée est inférieur à 360 daN, la portée sera recalculée avec la formule donnée au § 2.3.3.

Tableau 14 – Portées d'utilisation – JI VULCASTEEL ROOF RW et JI VULCASTEEL ROOF KI d'épaisseur 175 mm et épaisseur minimale de parement extérieur 0,60 mm – Référentiels NF EN 1991-1-4 et NF EN 1991-1-3 et leurs annexes nationales.

Charges descendantes		Actions de services (daN/m ²)	Charges ascendantes **		
2 appuis	3 appuis		2 appuis	3 appuis	
				Fixation 1/1	Fixation 1/2
4,50	1,60	50	5,00*	2,00	1,20
3,40	1,40	75	5,00*	2,00	1,10
2,70	1,30	100	4,40	2,00	1,00
2,30	1,20	125	3,60	2,00	-
2,00	1,10	150	3,10	2,00	-
1,70	1,00	175	2,70	2,00	-
1,60	-	200	2,40	1,80	-
1,40	-	225	2,10	1,60	-
1,30	-	250	1,90	1,40	-

* portée limitée à 5 m 00.

** Si le P_k/γ_m de la fixation utilisée est inférieur à 360 daN, la portée sera recalculée avec la formule donnée au § 2.3.3.

Tableau 15 – Portées d'utilisation – JI VULCASTEEL ROOF RW et JI VULCASTEEL ROOF KI d'épaisseur 200 mm et épaisseur minimale de parement extérieur 0,60 mm – Référentiels NF EN 1991-1-4 et NF EN 1991-1-3 et leurs annexes nationales.

Charges descendantes		Actions de services (daN/m ²)	Charges ascendantes **		
2 appuis	3 appuis		2 appuis	3 appuis	
				Fixation 1/1	Fixation 1/2
4,30	1,50	50	5,00*	1,80	1,20
3,30	1,40	75	5,00*	1,80	1,10
2,60	1,20	100	4,40	1,80	1,00
2,20	1,20	125	3,60	1,80	-
1,90	1,10	150	3,10	1,80	-
1,70	1,00	175	2,70	1,80	-
1,50	-	200	2,40	1,80	-
1,40	-	225	2,10	1,60	-
1,30	-	250	1,90	1,40	-

* portée limitée à 5 m 00.

** Si le P_k/γ_m de la fixation utilisée est inférieur à 360 daN, la portée sera recalculée avec la formule donnée au § 2.3.3.

Tableau 16 – Portées d'utilisation – JI VULCASTEEL ROOF RW épaisseur 50 mm et épaisseur minimale de parement extérieur 0,63 mm – Référentiels NF EN 1991-1-4 et NF EN 1991-1-3 et leurs annexes nationales.

Charges descendantes		Actions de services (daN/m ²)	Charges ascendantes **		
2 appuis	3 appuis		2 appuis	3 appuis	
				Fixation 1/1	Fixation 1/2
3,75	2,55	50	5,00*	5,00*	5,00*
2,75	1,80	75	5,00*	3,70	3,70
2,20	1,50	100	3,70	2,75	2,75
1,90	-	125	3,00	-	-
1,65	-	150	2,50	-	-
1,50	-	175	2,20	-	-
-	-	200	-	-	-
-	-	225	-	-	-
-	-	250	-	-	-

* portée limitée à 5 m 00.
** Si le P_k/γ_m de la fixation utilisée est inférieur à 360 daN, la portée sera recalculée avec la formule donnée au § 2.3.3.

Tableau 17 – Portées d'utilisation – JI VULCASTEEL ROOF RW épaisseur 60 mm et épaisseur minimale de parement extérieur 0,63 mm – Référentiels NF EN 1991-1-4 et NF EN 1991-1-3 et leurs annexes nationales.

Charges descendantes		Actions de services (daN/m ²)	Charges ascendantes **		
2 appuis	3 appuis		2 appuis	3 appuis	
				Fixation 1/1	Fixation 1/2
4,15	3,00	50	5,00*	5,00*	5,00*
2,95	2,10	75	5,00*	4,05	4,05
2,35	1,60	100	4,25	3,25	3,25
2,05	1,40	125	3,45	2,65	2,65
1,80	-	150	2,90	-	-
1,60	-	175	2,50	-	-
1,50	-	200	2,25	-	-
-	-	225	-	-	-
-	-	250	-	-	-

* portée limitée à 5 m 00.
** Si le P_k/γ_m de la fixation utilisée est inférieur à 360 daN, la portée sera recalculée avec la formule donnée au § 2.3.3.

Tableau 18 – Portées d'utilisation – JI VULCASTEEL ROOF RW épaisseur 80 mm et épaisseur minimale de parement extérieur 0,63 mm – Référentiels NF EN 1991-1-4 et NF EN 1991-1-3 et leurs annexes nationales.

Charges descendantes		Actions de services (daN/m ²)	Charges ascendantes **		
2 appuis	3 appuis		2 appuis	3 appuis	
				Fixation 1/1	Fixation 1/2
5,00*	3,95	50	5,00*	5,00*	5,00*
3,55	2,70	75	5,00*	4,70	4,70
2,80	2,10	100	5,00*	3,80	3,80
2,35	1,70	125	4,45	3,25	3,25
2,05	1,50	150	3,70	3,00	3,00
1,80	-	175	3,20	-	-
1,65	-	200	2,80	-	-
1,55	-	225	2,55	-	-
-	-	250	-	-	-

* portée limitée à 5 m 00.
** Si le P_k/γ_m de la fixation utilisée est inférieur à 360 daN, la portée sera recalculée avec la formule donnée au § 2.3.3.

Tableau 19 – Portées d'utilisation – JI VULCASTEEL ROOF RW épaisseur 100 mm et épaisseur minimale de parement extérieur 0,63 mm – Référentiels NF EN 1991-1-4 et NF EN 1991-1-3 et leurs annexes nationales.

Charges descendantes		Actions de services (daN/m ²)	Charges ascendantes **		
2 appuis	3 appuis		2 appuis	3 appuis	
				Fixation 1/1	Fixation 1/2
5,00*	4,85	50	5,00*	5,00*	5,00*
4,20	3,35	75	5,00*	5,00*	5,00*
3,25	2,55	100	5,00*	4,25	4,25
2,70	2,05	125	5,00*	3,70	3,65
2,30	1,75	150	4,45	3,30	2,60
2,05	1,50	175	3,80	3,00	2,05
1,85	-	200	3,35	-	-
1,70	-	225	3,00	-	-
1,55	-	250	2,70	-	-

* portée limitée à 5 m 00.
** Si le P_k/γ_m de la fixation utilisée est inférieur à 360 daN, la portée sera recalculée avec la formule donnée au § 2.3.3.

Tableau 20 – Portées d'utilisation – JI VULCASTEEL ROOF RW épaisseur 120 mm et épaisseur minimale de parement extérieur 0,63 mm – Référentiels NF EN 1991-1-4 et NF EN 1991-1-3 et leurs annexes nationales.

Charges descendantes		Actions de services (daN/m ²)	Charges ascendantes **		
2 appuis	3 appuis		2 appuis	3 appuis	
				Fixation 1/1	Fixation 1/2
4,80	4,10	50	5,00*	5,00*	5,00*
3,35	2,80	75	5,00*	5,00*	5,00*
2,60	2,05	100	5,00*	4,65	4,65
2,20	1,65	125	4,30	3,75	3,20
1,90	1,50	150	3,55	3,10	2,40
1,70	-	175	3,05	-	-
1,55	-	200	2,70	-	-
-	-	225	-	-	-
-	-	250	-	-	-

* portée limitée à 5 m 00.
** Si le P_k/γ_m de la fixation utilisée est inférieur à 360 daN, la portée sera recalculée avec la formule donnée au § 2.3.3.

Tableau 21 – Portées d'utilisation – JI VULCASTEEL ROOF RW épaisseur 150 mm et épaisseur minimale de parement extérieur 0,63 mm – Référentiels NF EN 1991-1-4 et NF EN 1991-1-3 et leurs annexes nationales.

Charges descendantes		Actions de services (daN/m ²)	Charges ascendantes **		
2 appuis	3 appuis		2 appuis	3 appuis	
				Fixation 1/1	Fixation 1/2
5,00*	4,85	50	5,00*	5,00*	5,00*
4,00	3,50	75	5,00*	5,00*	5,00*
3,10	2,65	100	5,00*	5,00*	4,50
2,55	2,05	125	5,00*	4,55	2,75
2,20	1,70	150	4,45	3,85	2,10
1,95	-	175	3,80	-	-
1,75	-	200	3,30	-	-
1,60	-	225	2,95	-	-
1,45	-	250	2,65	-	-

* portée limitée à 5 m 00.
** Si le P_k/γ_m de la fixation utilisée est inférieur à 360 daN, la portée sera recalculée avec la formule donnée au § 2.3.3.

Tableau 22 – Portées d'utilisation – JI VULCASTEEL ROOF RW épaisseur 175 mm et épaisseur minimale de parement extérieur 0,63 mm – Référentiels NF EN 1991-1-4 et NF EN 1991-1-3 et leurs annexes nationales.

Charges descendantes		Actions de services (daN/m ²)	Charges ascendantes **		
2 appuis	3 appuis		2 appuis	3 appuis	
				Fixation 1/1	Fixation 1/2
5,00*	5,00*	50	5,00*	5,00*	5,00*
4,55	4,00	75	5,00*	5,00*	5,00*
3,50	3,10	100	5,00*	5,00*	4,10
2,85	2,45	125	5,00*	4,90	2,50
2,45	2,00	150	4,90	4,40	2,00
2,15	1,75	175	4,45	3,85	1,75
1,90	-	200	3,85	-	-
1,75	-	225	3,40	-	-
1,60	-	250	3,05	-	-

* portée limitée à 5 m 00.
** Si le P_k/γ_m de la fixation utilisée est inférieur à 360 daN, la portée sera recalculée avec la formule donnée au § 2.3.3.

Tableau 23 – Portées d'utilisation – JI VULCASTEEL ROOF RW épaisseur 200 mm et épaisseur minimale de parement extérieur 0,63 mm – Référentiels NF EN 1991-1-4 et NF EN 1991-1-3 et leurs annexes nationales.

Charges descendantes		Actions de services (daN/m ²)	Charges ascendantes **		
2 appuis	3 appuis		2 appuis	3 appuis	
				Fixation 1/1	Fixation 1/2
5,00*	5,00*	50	5,00*	5,00*	5,00*
5,00*	4,50	75	5,00*	5,00*	5,00*
3,95	3,50	100	5,00*	5,00*	3,50
3,20	2,85	125	5,00*	5,00*	2,35
2,75	2,35	150	5,00*	4,55	1,95
2,40	2,00	175	5,00*	4,00	1,70
2,15	1,75	200	4,40	3,45	1,50
1,95	1,55	225	3,85	3,05	-
1,75	1,40	250	3,45	2,70	-

* portée limitée à 5 m 00.
** Si le P_k/γ_m de la fixation utilisée est inférieur à 360 daN, la portée sera recalculée avec la formule donnée au § 2.3.3.

Figure 1 - Panneau JI VULCASTEEL ROOF

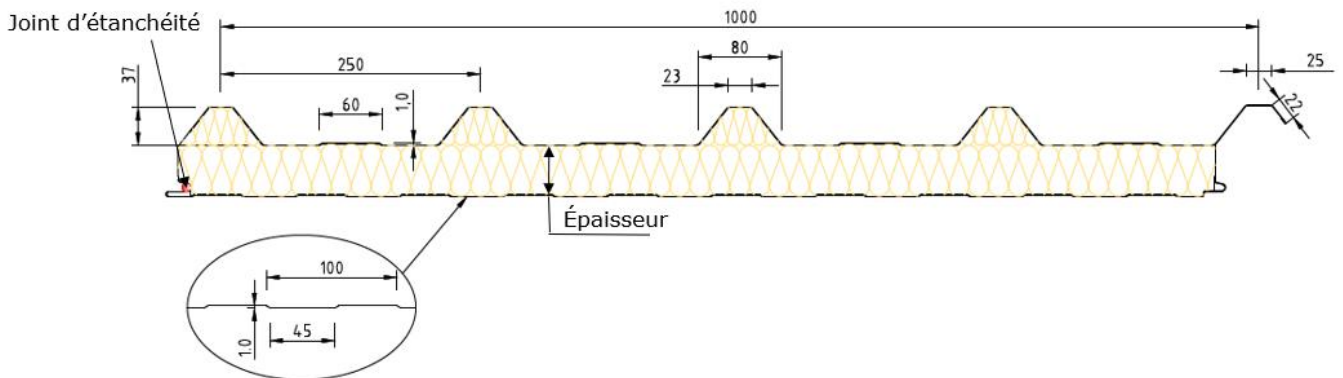
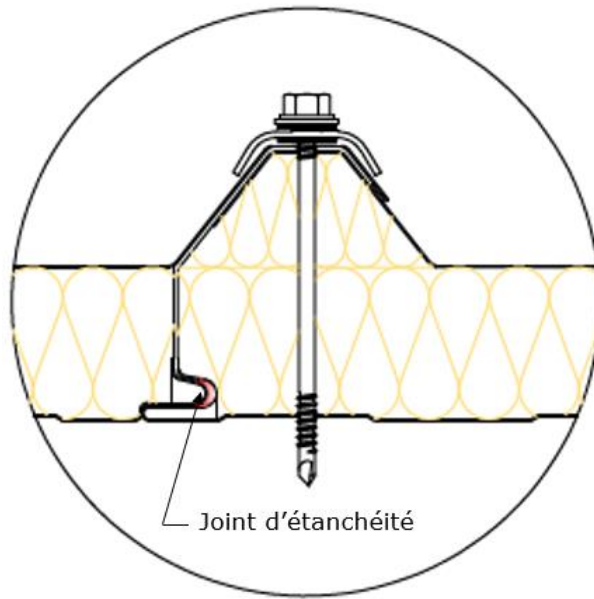
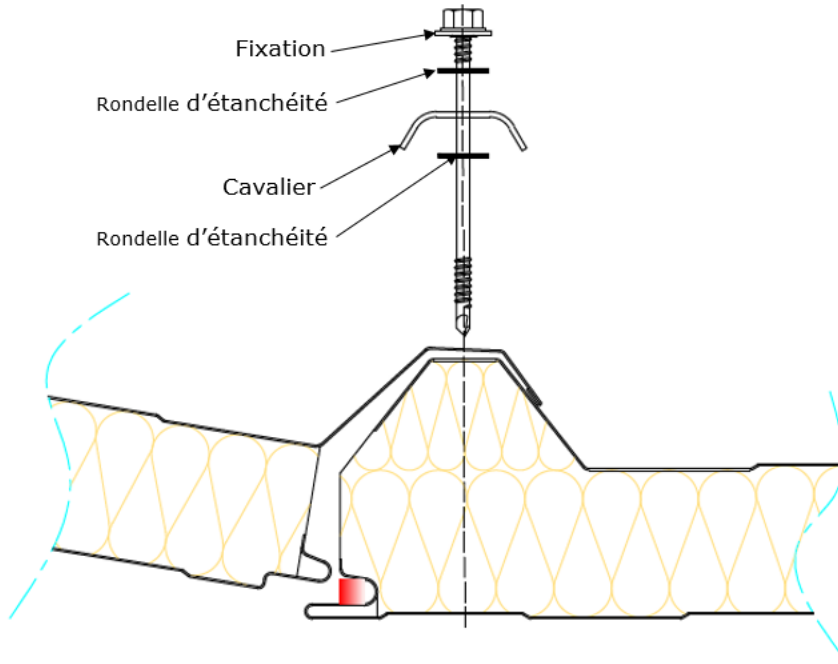


Figure 2 – Disposition des lamellas

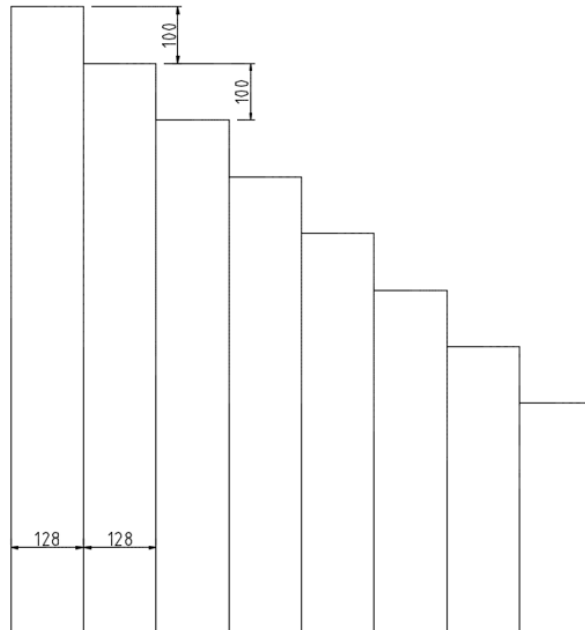


Figure 3 – Pénétration avec manchon d'étanchéité (Cf. § 2.4.6.5)

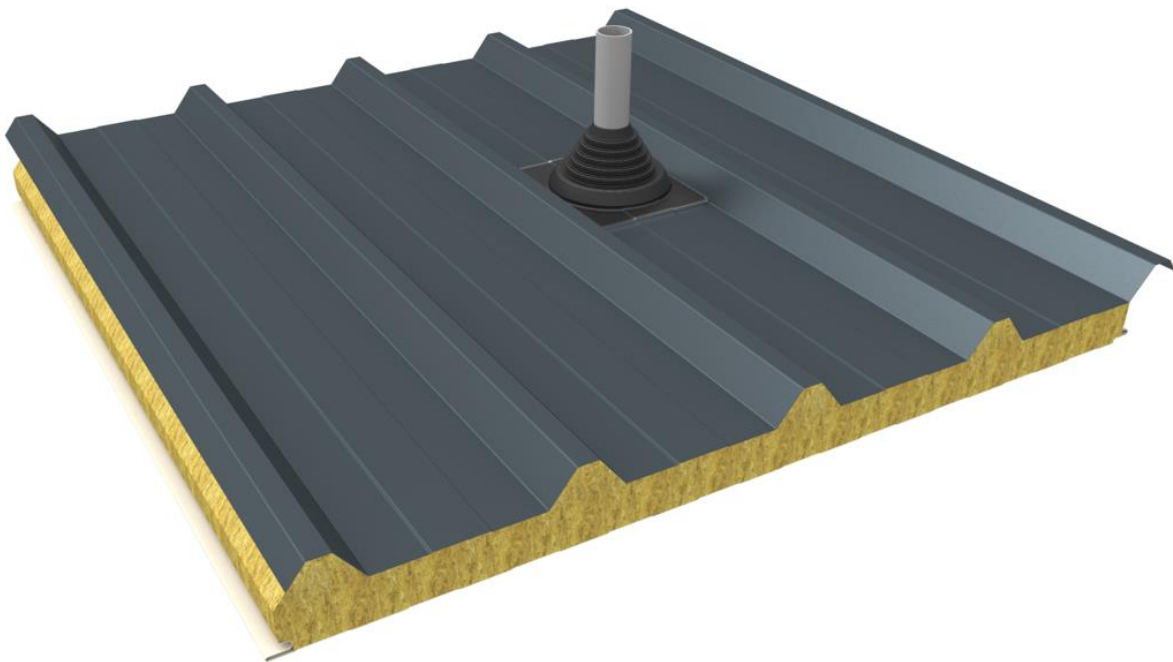


Figure 4a – Panneau de type droit

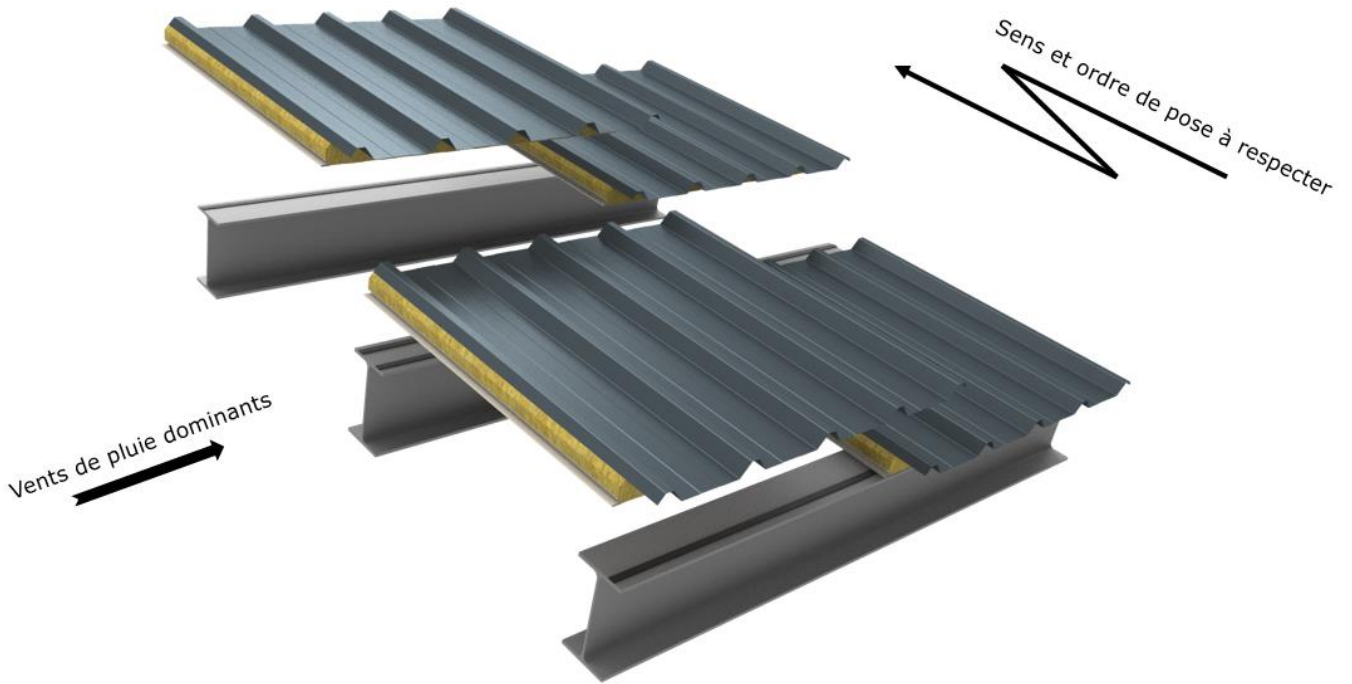


Figure 4b – Panneau de type gauche

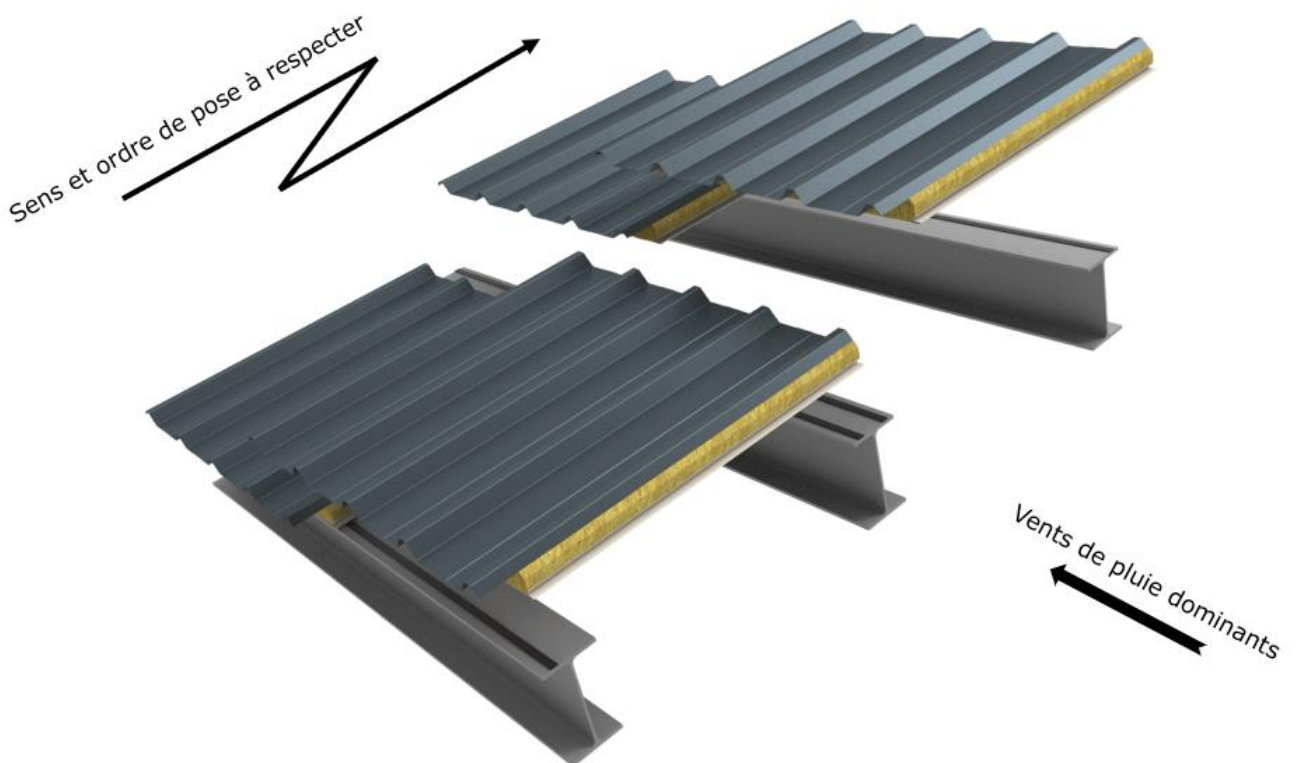


Figure 5 – Largeurs minimales des appuis intermédiaires

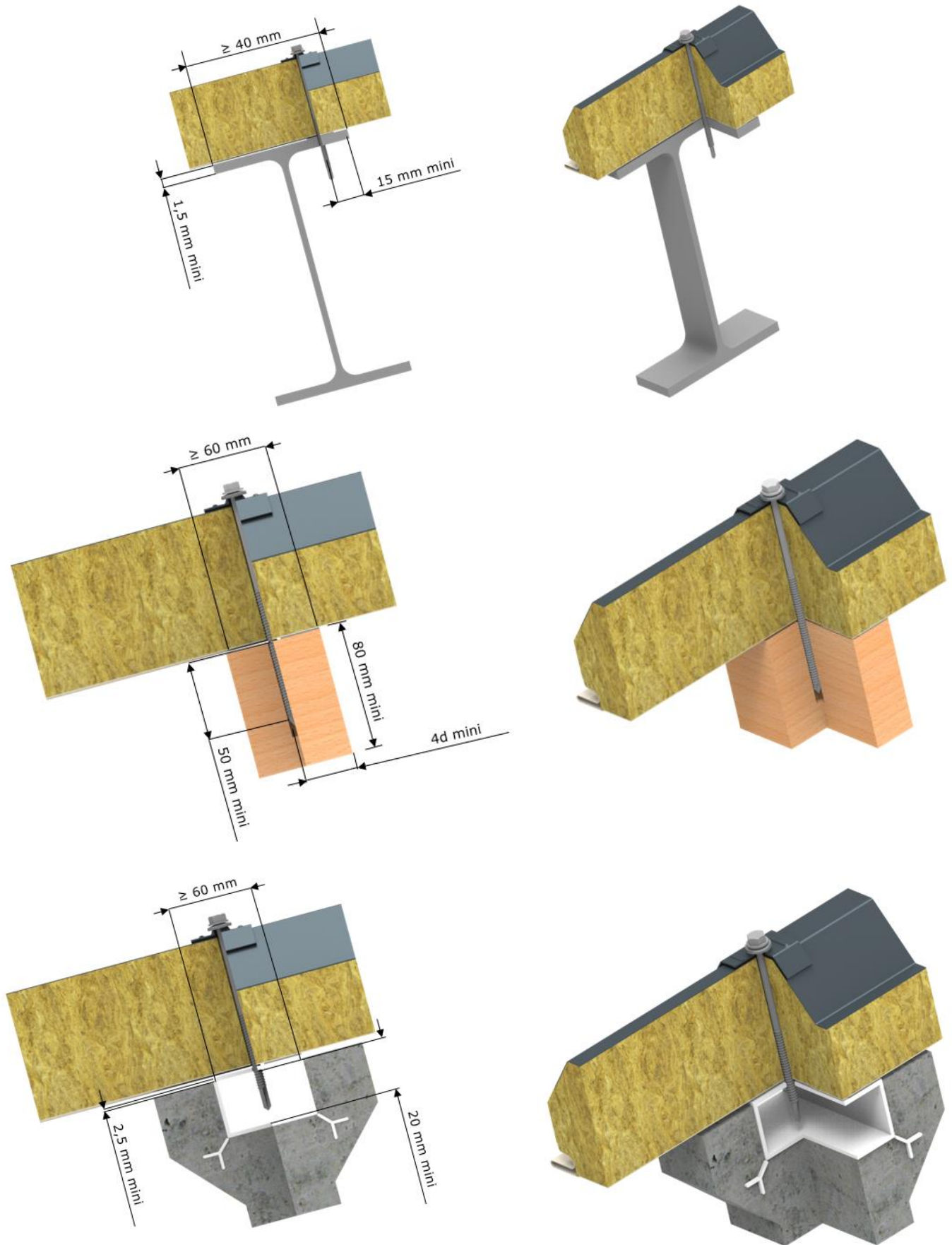


Figure 6 – Largeurs minimales des appuis d'extrémité

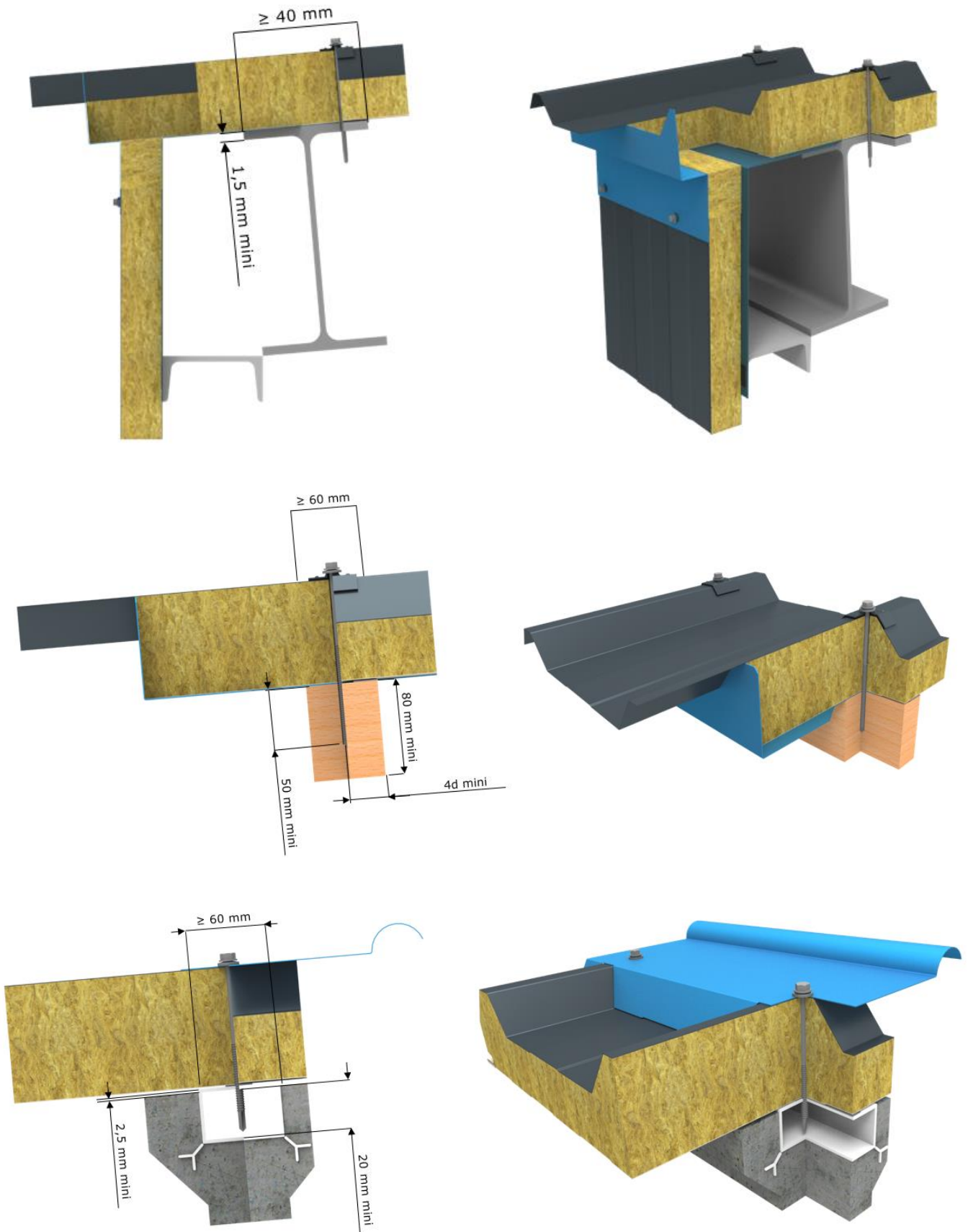


Figure 7 – jonction transversale de panneaux (support acier)

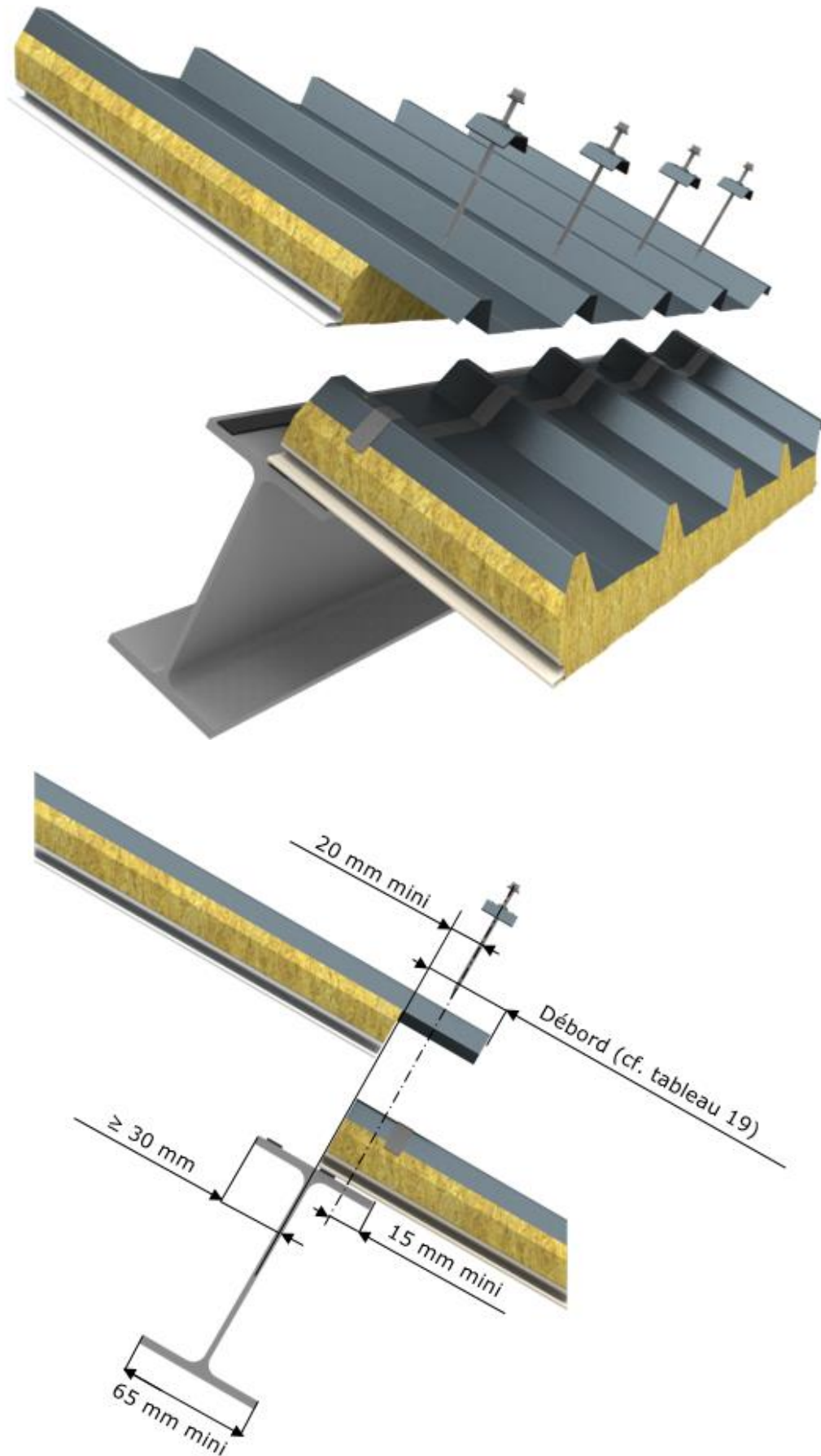


Figure 7b – jonction transversale de panneaux (support bois)

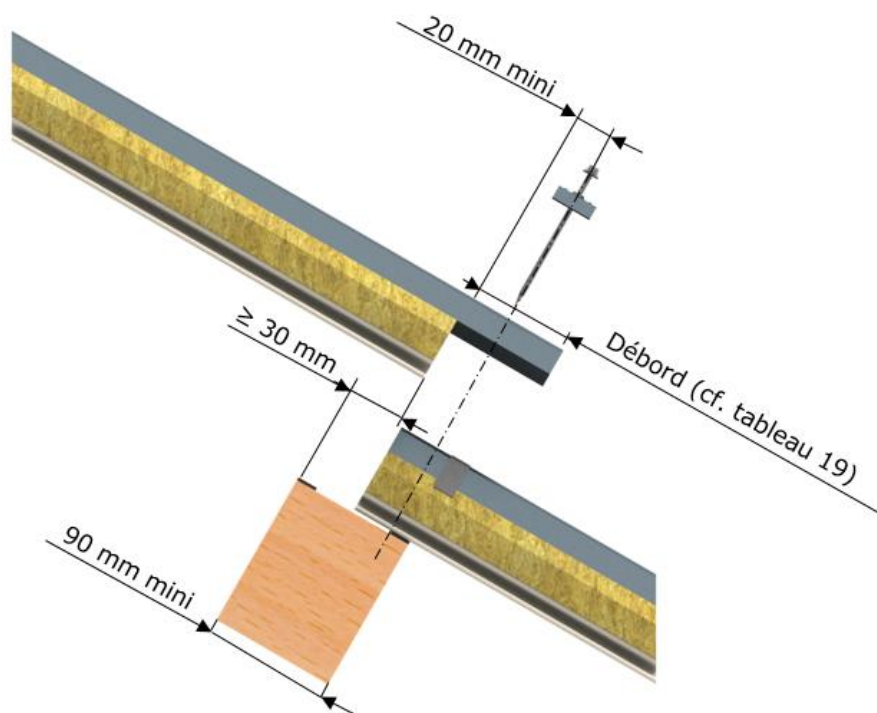
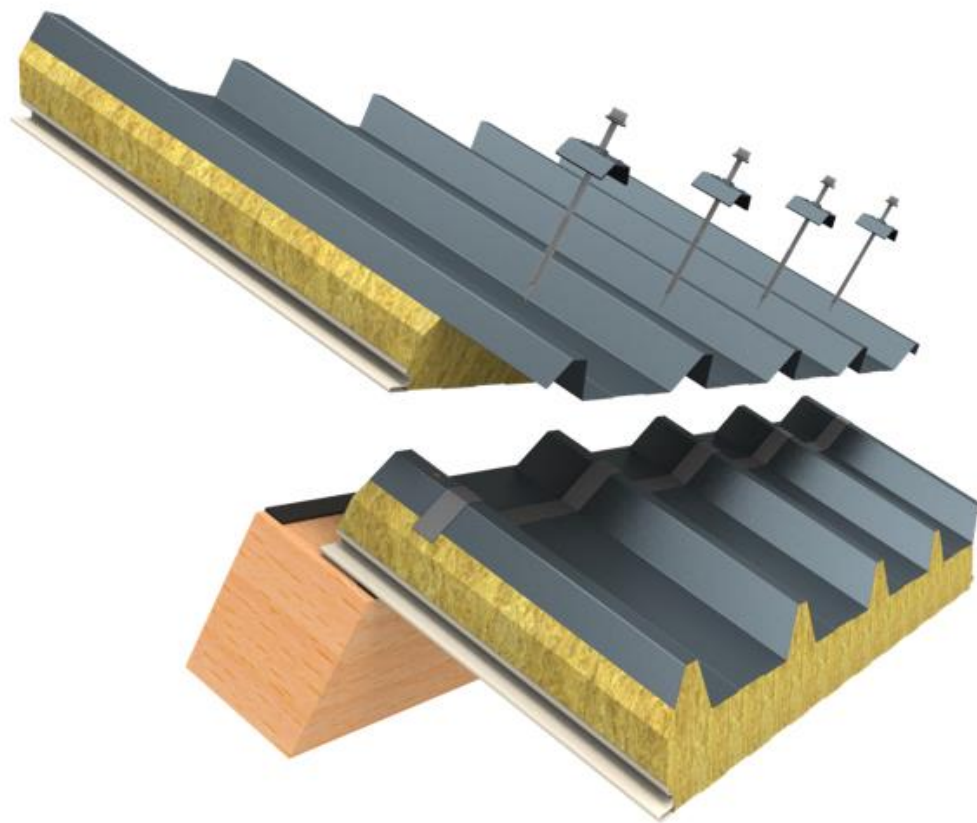


Figure 7c – jonction transversale de panneaux (support béton avec ancrage)

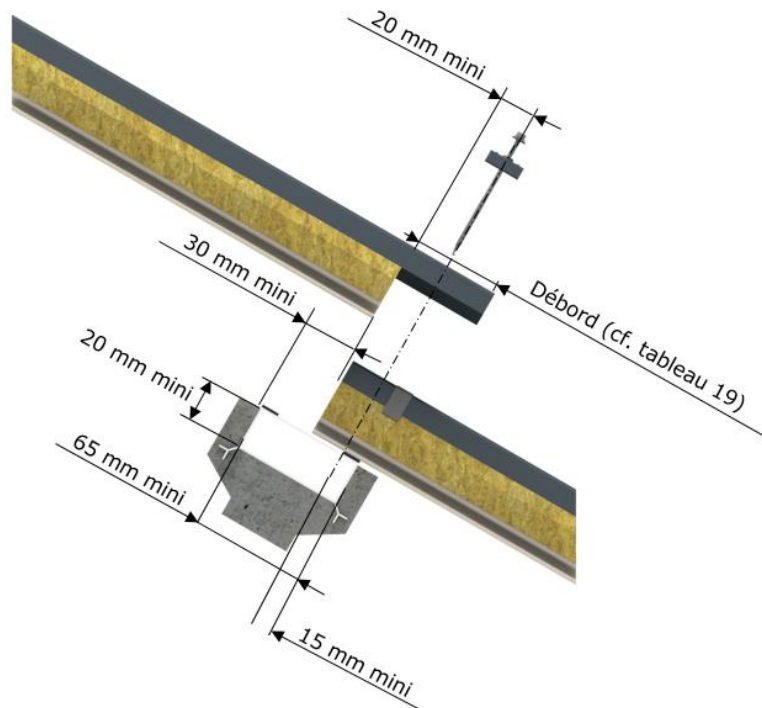
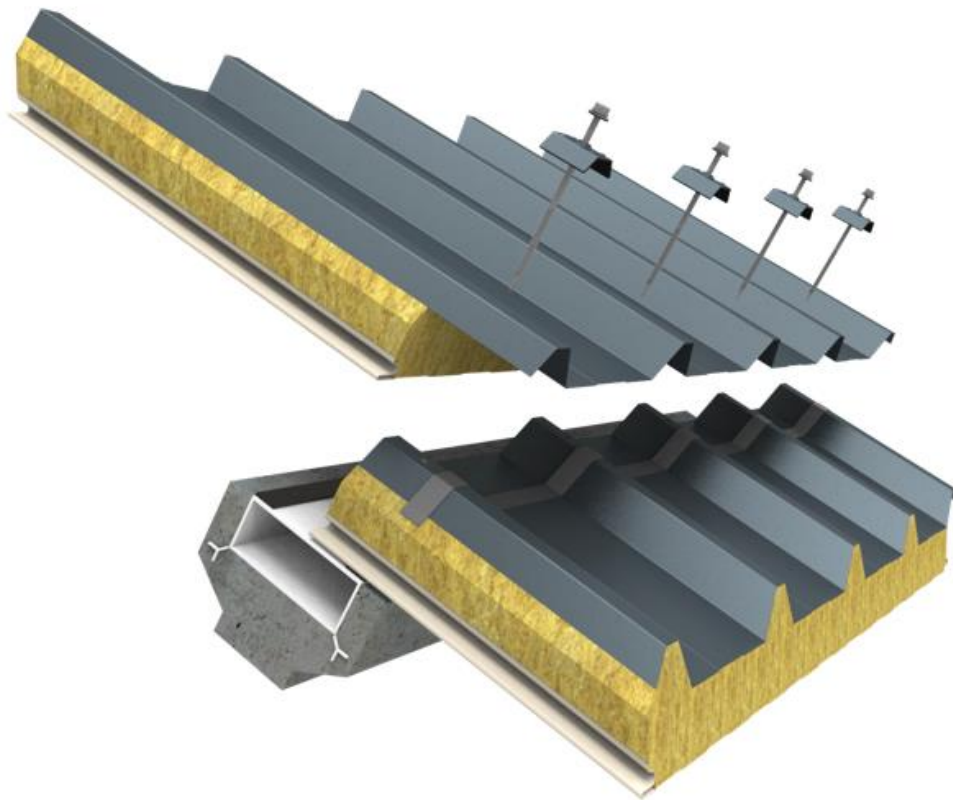
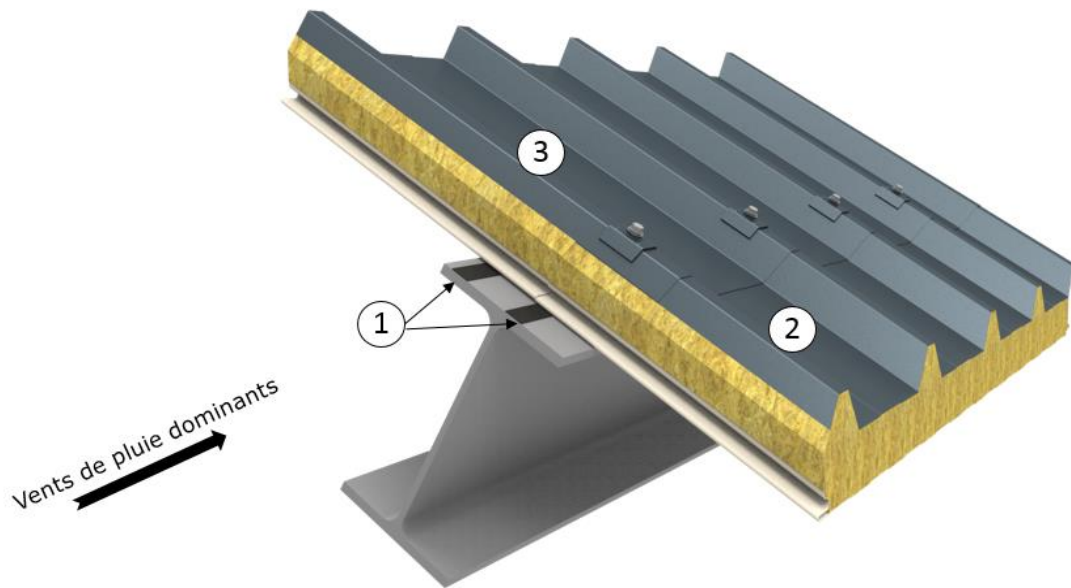
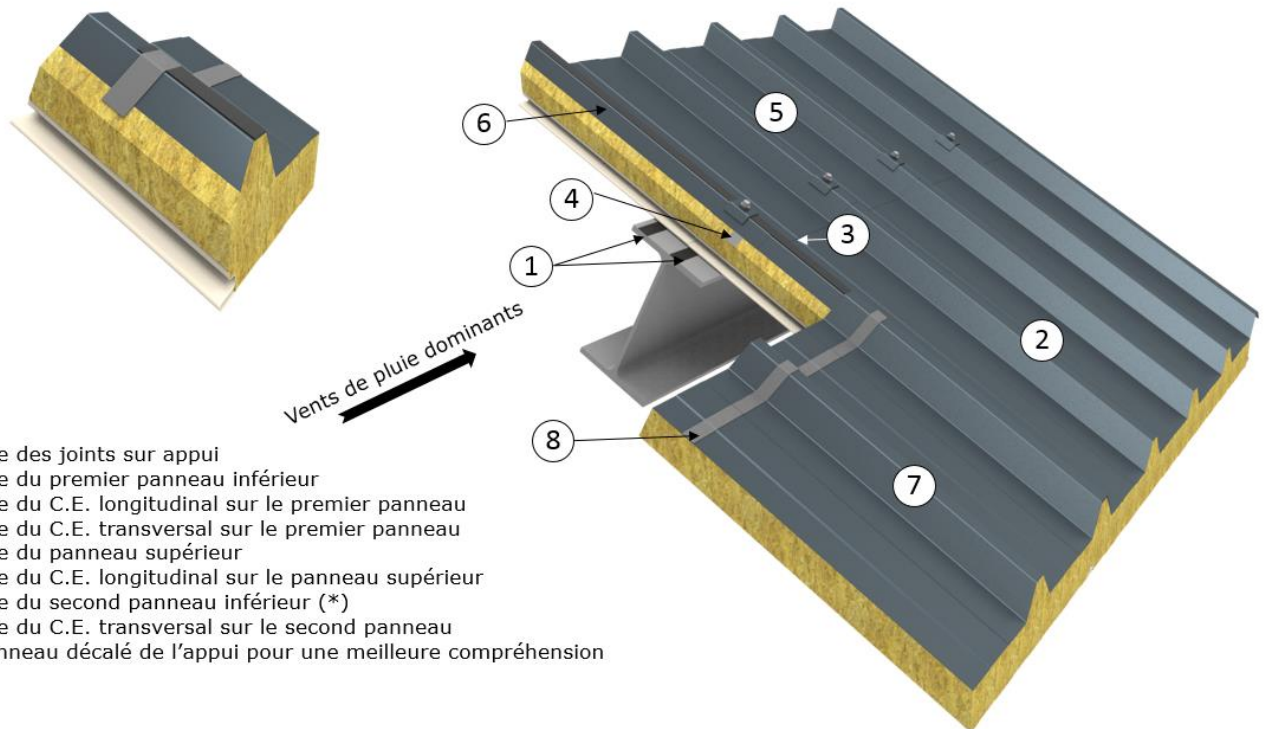


Figure 8 – Détail sur appui – Joints sur appuis au droit d'un recouvrement transversal de panneaux sans complément d'étanchéité (C.E.) – locaux à faible ou moyenne hygrométrie (cf. §2.4.4.1)



- 1: pose des joints sur appuis
- 2: pose du panneau inférieur
- 3: pose du panneau supérieur

Figure 9 – Détail sur appui – Joints sur appuis au droit d'un recouvrement transversal de panneaux avec complément d'étanchéité (C.E.) transversal et longitudinal – locaux à faible ou moyenne hygrométrie (cf. §2.4.4.1)



- 1: Pose des joints sur appui
 - 2: Pose du premier panneau inférieur
 - 3: Pose du C.E. longitudinal sur le premier panneau
 - 4: Pose du C.E. transversal sur le premier panneau
 - 5: Pose du panneau supérieur
 - 6: Pose du C.E. longitudinal sur le panneau supérieur
 - 7: Pose du second panneau inférieur (*)
 - 8: Pose du C.E. transversal sur le second panneau
- (*) Panneau décalé de l'appui pour une meilleure compréhension

Figure 10 – Détail sur appui – Joints sur appuis au droit d'un recouvrement transversal de panneaux sans complément d'étanchéité (C.E.) – locaux climatisés (cf. §2.4.4.1)

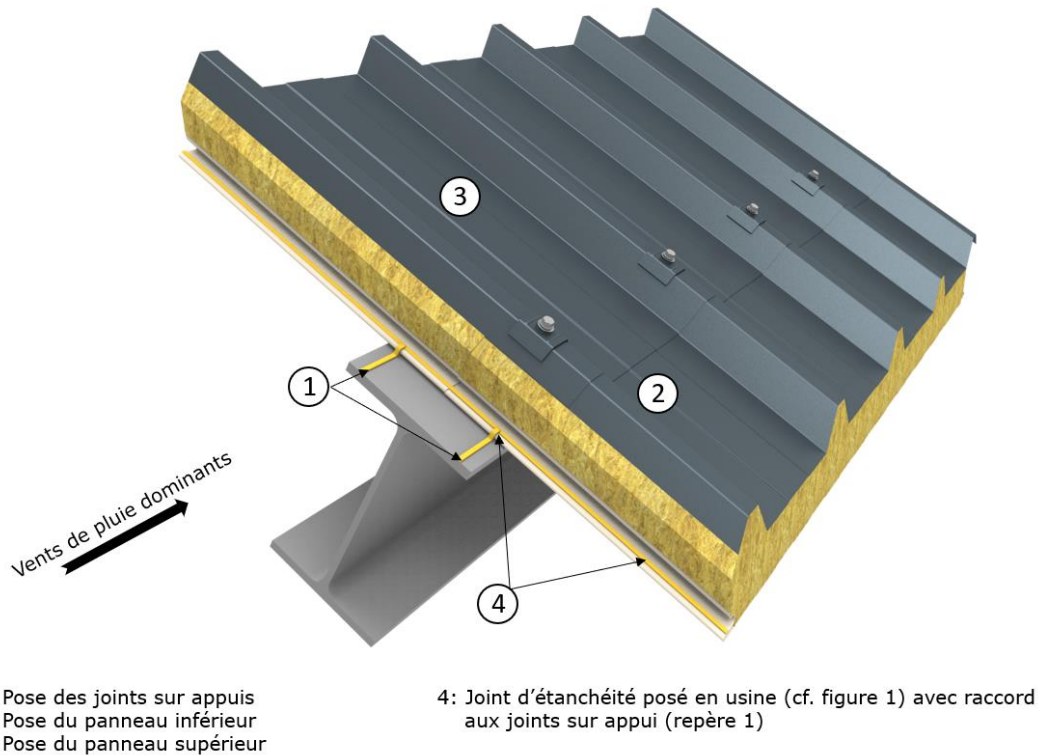


Figure 11 – Détail sur appui – Joints sur appuis au droit d'un recouvrement transversal de panneaux avec complément d'étanchéité (C.E.) transversal et longitudinal – locaux climatisés (cf. §2.4.4.1)

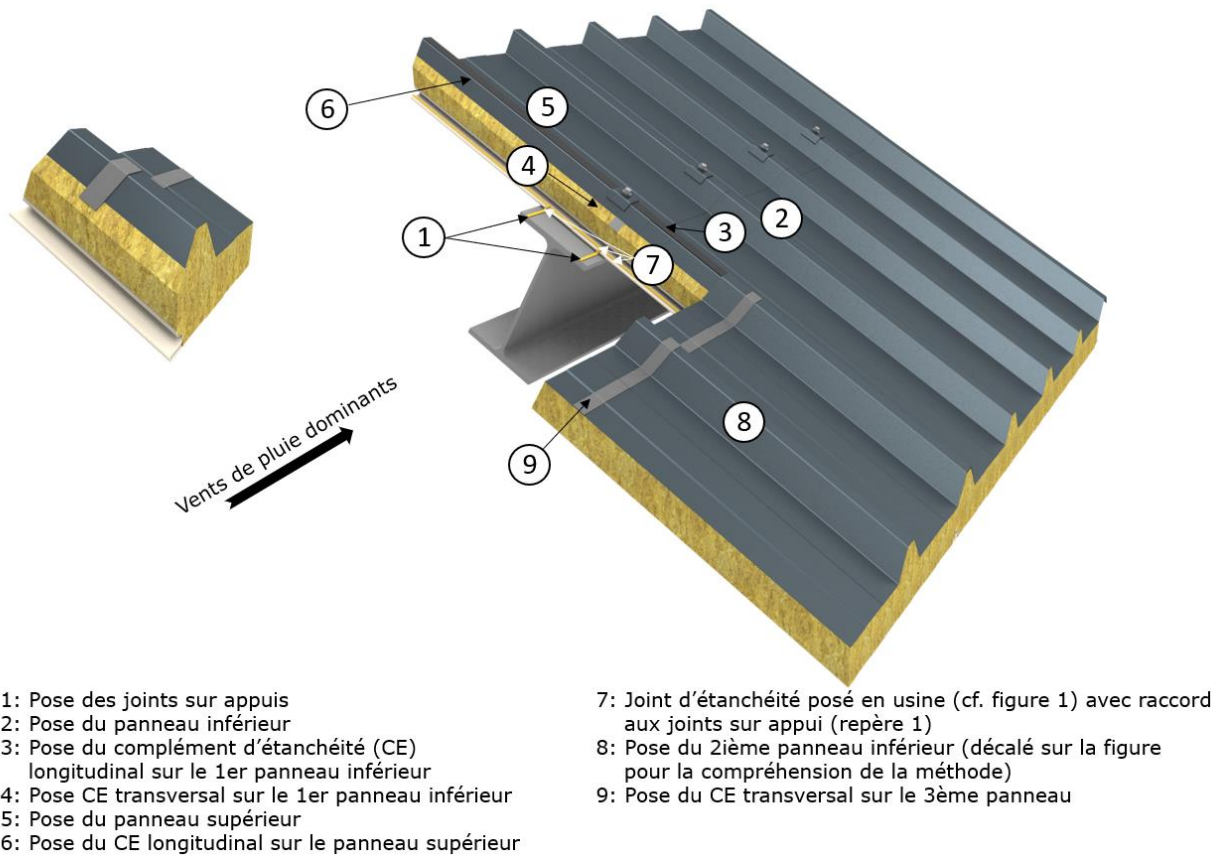


Figure 12 – Fixation complète et fixation réduite pour le panneau *JI VULCASTEEL ROOF RW/KI*

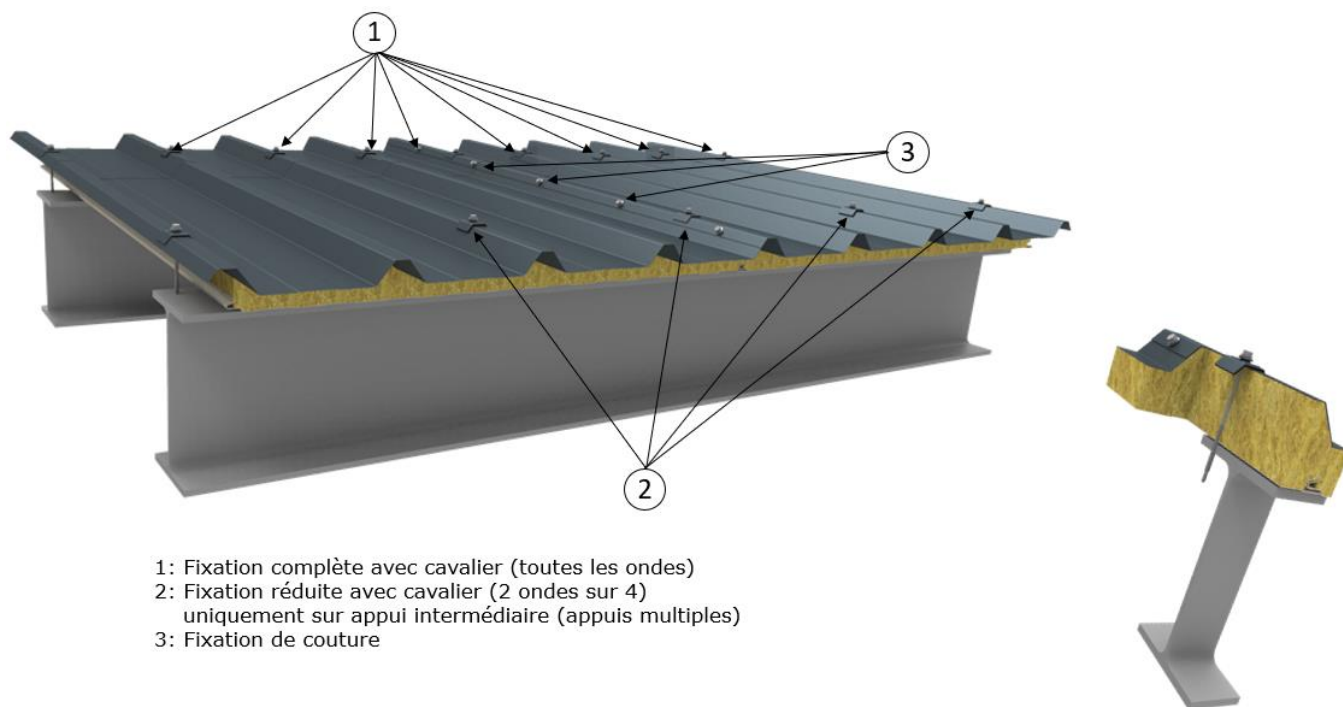
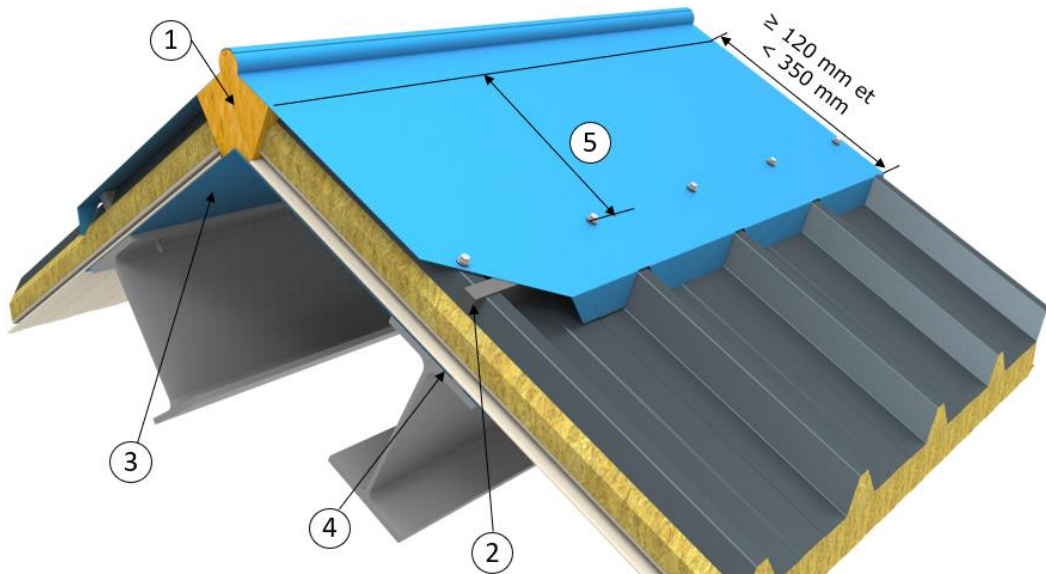


Figure 13 – Différents types d'accessoires : faitières et sous-faitière



Figure 14 – Faitage articulé avec demi-faitières à boudin

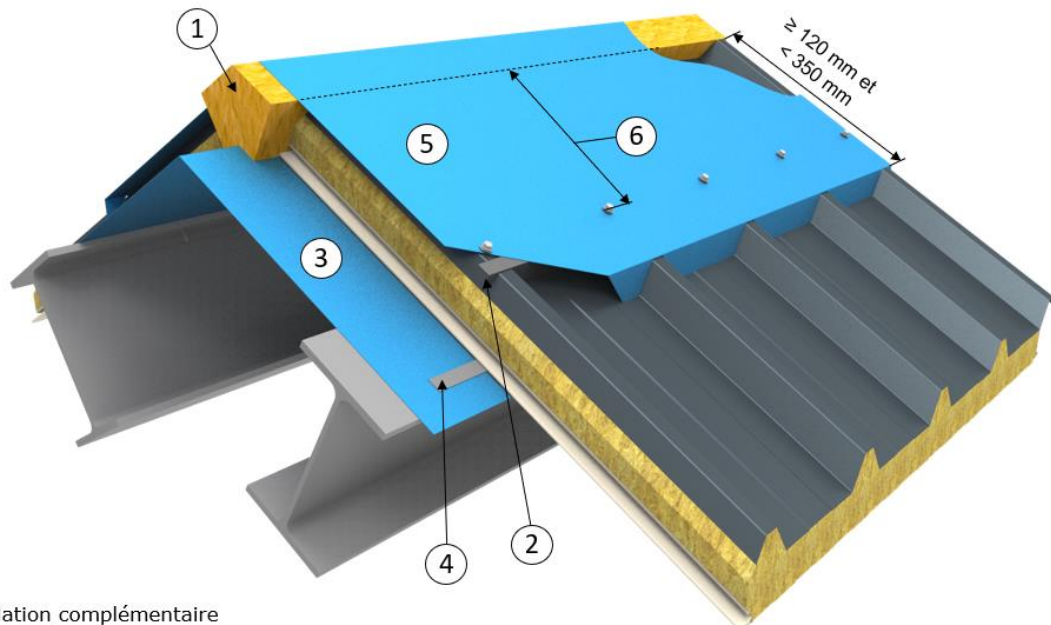
Pour pente $\geq 5\%$ et $< 7\%$: prévoir un bord relevé et un contre closoir mousse
 Pour pente $\geq 7\%$ et $\leq 10\%$: prévoir un bord relevé



- 1: Isolation complémentaire
- 2: Contre closoir selon pente
- 3: Sous-faitière
- 4: Joint d'étanchéité sur appui entre panneau et sous-faitière (cf. §2.4.4)
- 5: Porte à faux selon dossier technique (cf. §2.3.1)

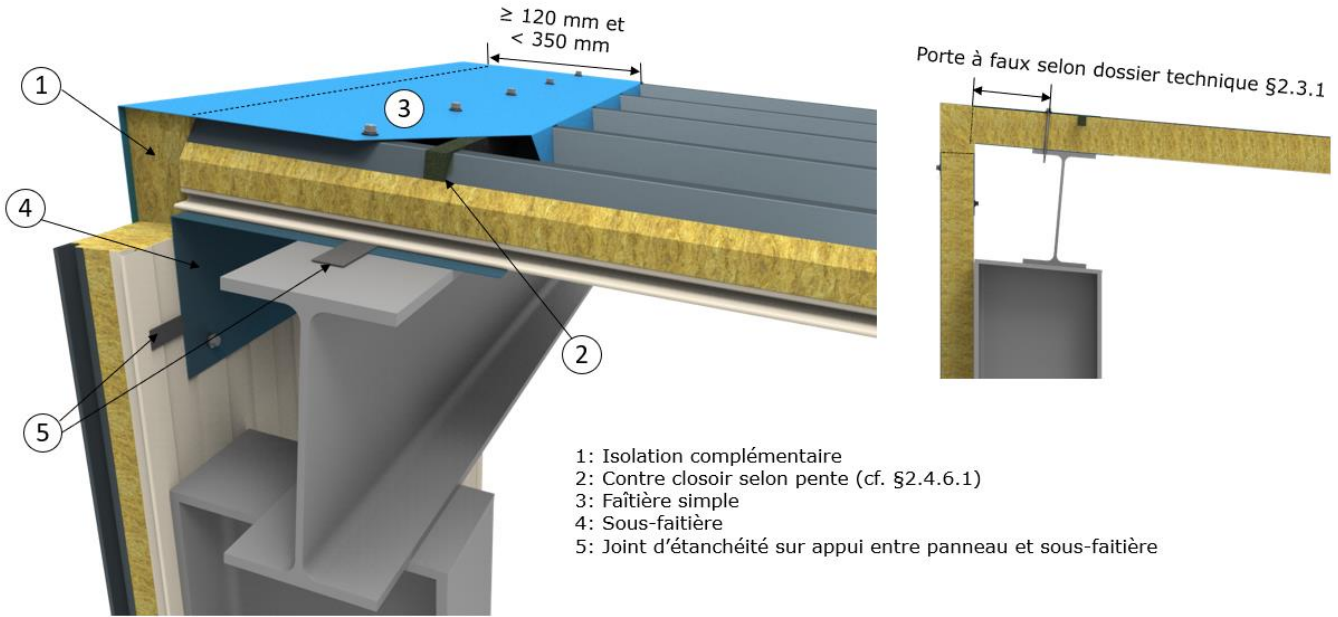
Figure 15 – Faitage double

Pour pente $\geq 5\%$ et $< 7\%$: prévoir un bord relevé et un contre closoir mousse
 Pour pente $\geq 7\%$ et $\leq 10\%$: prévoir un bord relevé



- 1: Isolation complémentaire
- 2: Contre closoir selon pente
- 3: Sous-faitière
- 4: Joint d'étanchéité sur appui entre panneau et sous-faitière (cf. §2.4.4)
- 5: Faîtière double crantée
- 6: Porte à faux selon dossier technique (cf. §2.3.1)

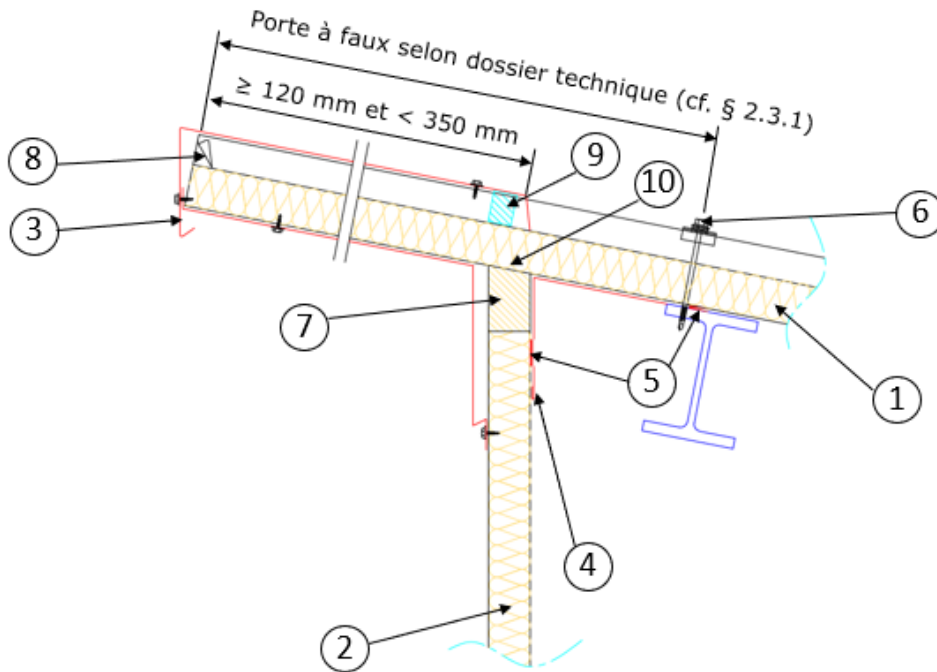
Figure 16 – Faitage simple



- 1: Isolation complémentaire
- 2: Contre closoir selon pente (cf. §2.4.6.1)
- 3: Faîtière simple
- 4: Sous-faîtière
- 5: Joint d'étanchéité sur appui entre panneau et sous-faîtière

Pour pente $\geq 5\%$ et $< 7\%$: prévoir un bord relevé et un contre closoir mousse
 Pour pente $\geq 7\%$ et $\leq 10\%$: prévoir un bord relevé

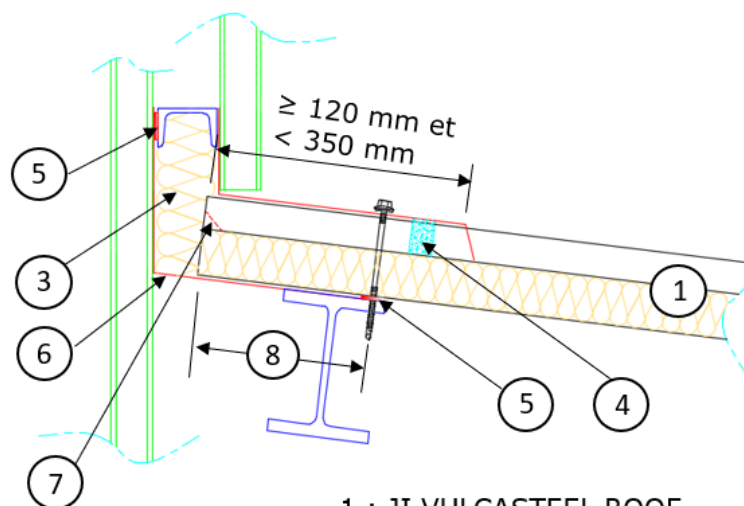
Figure 17 – Faitage simple avec débord



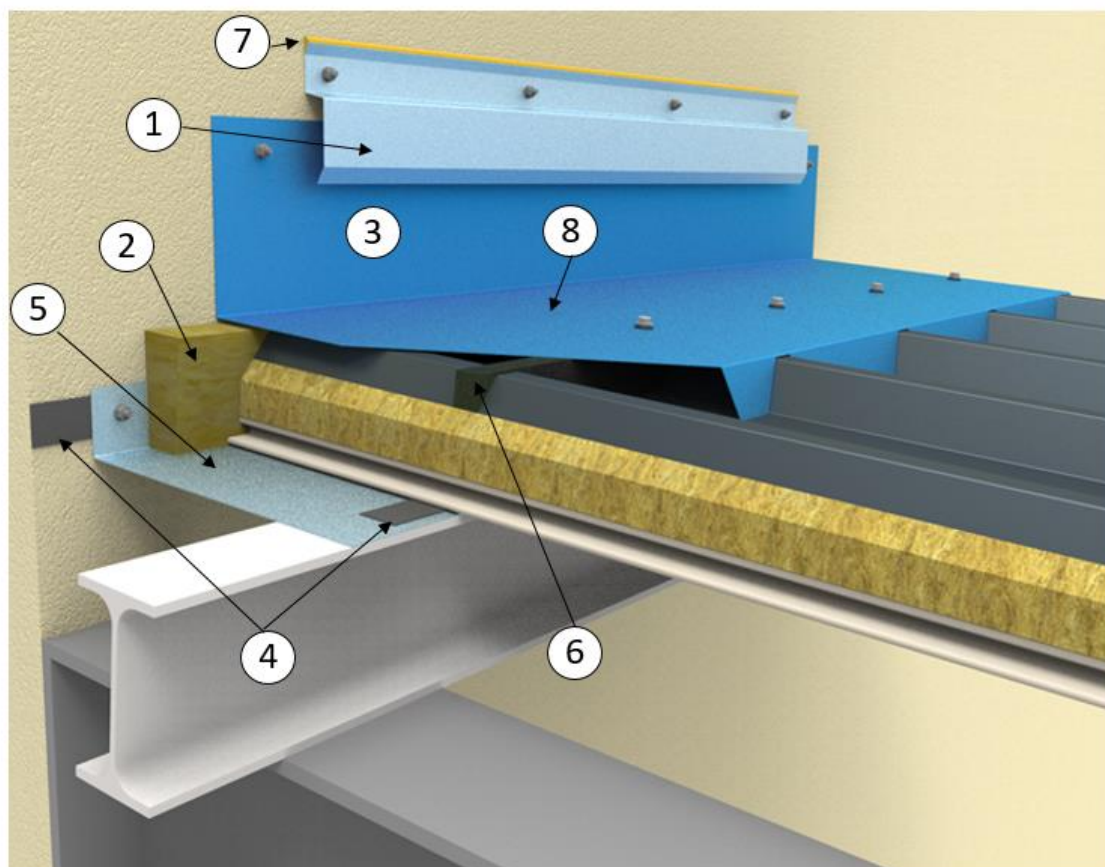
Pour pente $\geq 5\%$ et $< 7\%$: prévoir un bord relevé et un contre closoir mousse
 Pour pente $\geq 7\%$ et $\leq 10\%$: prévoir un bord relevé

- | | |
|---|-------------------------------|
| 1: JI Vulcasteel ROOF | 6: Fixation |
| 2: Panneau bénéficiant d'un Avis Technique ou DTA | 7: Complément d'isolation |
| 3: Bandeau de faitage cranté | 8: Bord relevé |
| 4: Pièce de calfeutrement | 9: Contre closoir selon pente |
| 5: Joint mousse 20 x 10mm | 10: Trait de scie |

Figure 18 – Faitage contre mur

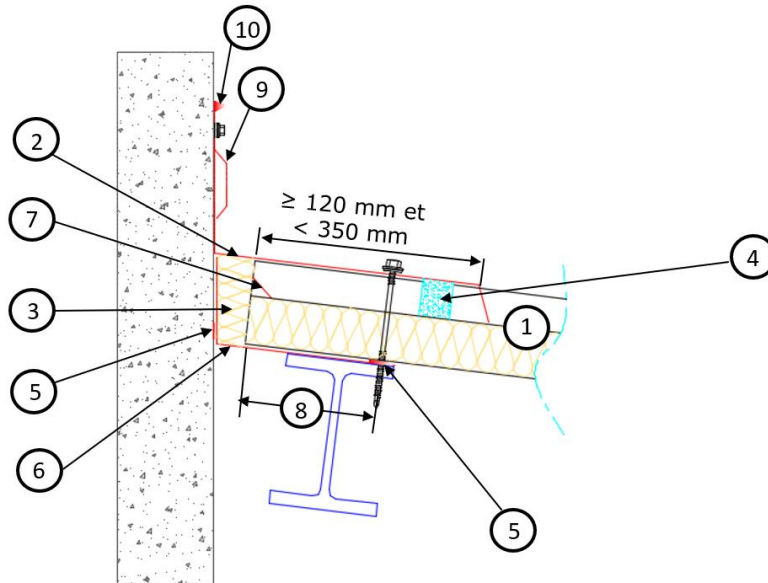


- 1 : JI VULCASTEEL ROOF
- 2 : Faîtière
- 3 : Isolation complémentaire
- 4 : Contre closoir selon pente
- 5 : Complément d'étanchéité
- 6 : Sous - faîtière
- 7 : Bord relevé
- 8 : Porte à faux selon § 2.3.1

Figure 19 – Faitage sur mur

Pour pente $\geq 5\%$ et $< 7\%$: prévoir un bord relevé et un contre cloisir mousse
 Pour pente $\geq 7\%$ et $\leq 10\%$: prévoir un bord relevé

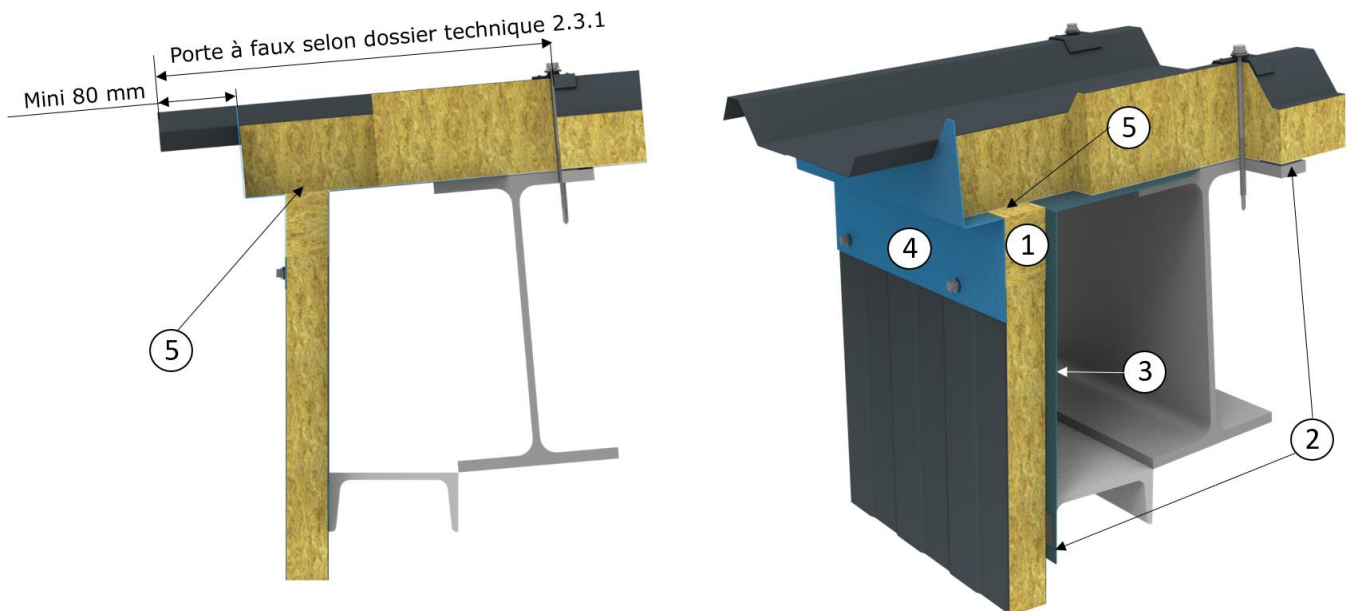
- | | |
|--|--|
| 1: Bande de solin | 5: Sous-Faîtière |
| 2: Isolation complémentaire | 6: Contre cloisir éventuel selon pente |
| 3: Faîtière simple en solin | 7: Mastic silicone |
| 4: Joints d'étanchéité sur appui entre
panneau et sous-faîtière | 8: Porte à faux selon dossier technique
(cf. § 2.3.1) |

Figure 20 – Faitage en solin

Pour pente $\geq 5\%$ et $< 7\%$: prévoir un bord relevé et un contre cloisir mousse
 Pour pente $\geq 7\%$ et $\leq 10\%$: prévoir un bord relevé

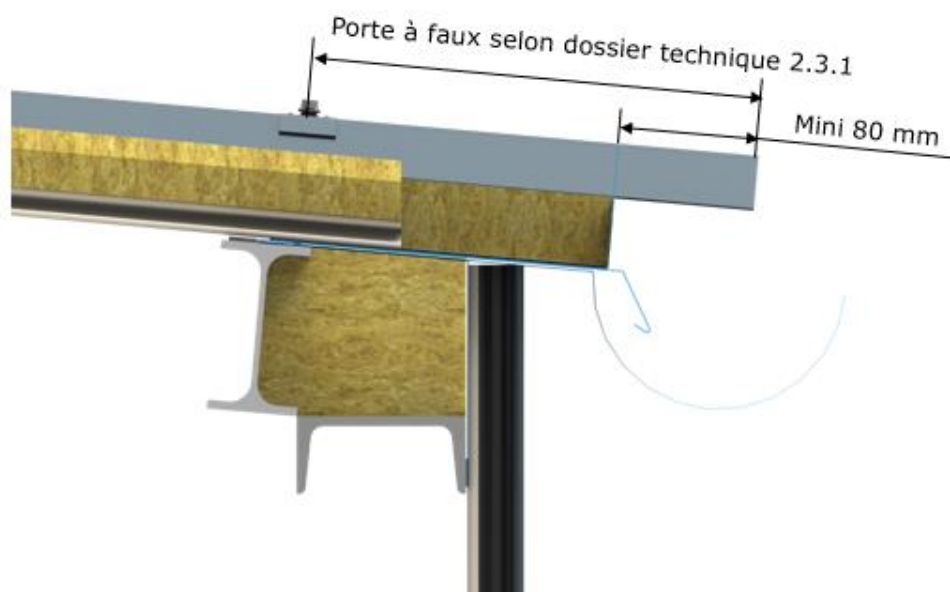
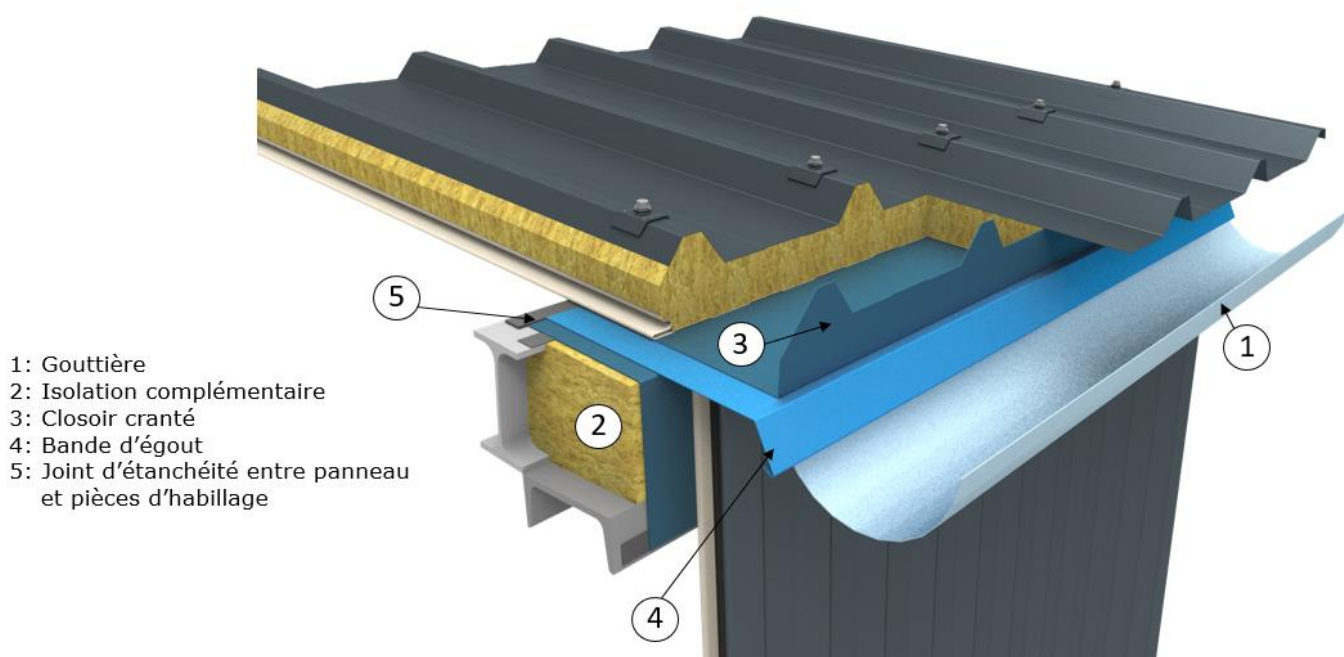
- | | |
|---|--------------------------------------|
| 1 : JI VULCASTEEL ROOF | 6 : Sous - faitière |
| 2 : Faîtière simple crantée en solin | 7 : Bord relevé (si pente $< 10\%$) |
| 3 : Isolation complémentaire | 8 : Porte à faux selon § 2.3.1 |
| 4 : Contre cloisir selon pente (cf. §2.4.6.1) | 9 : Bande de solin |
| 5 : Complément d'étanchéité | 10 : Mastic silicone |

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

Figure 21 – Egout simple

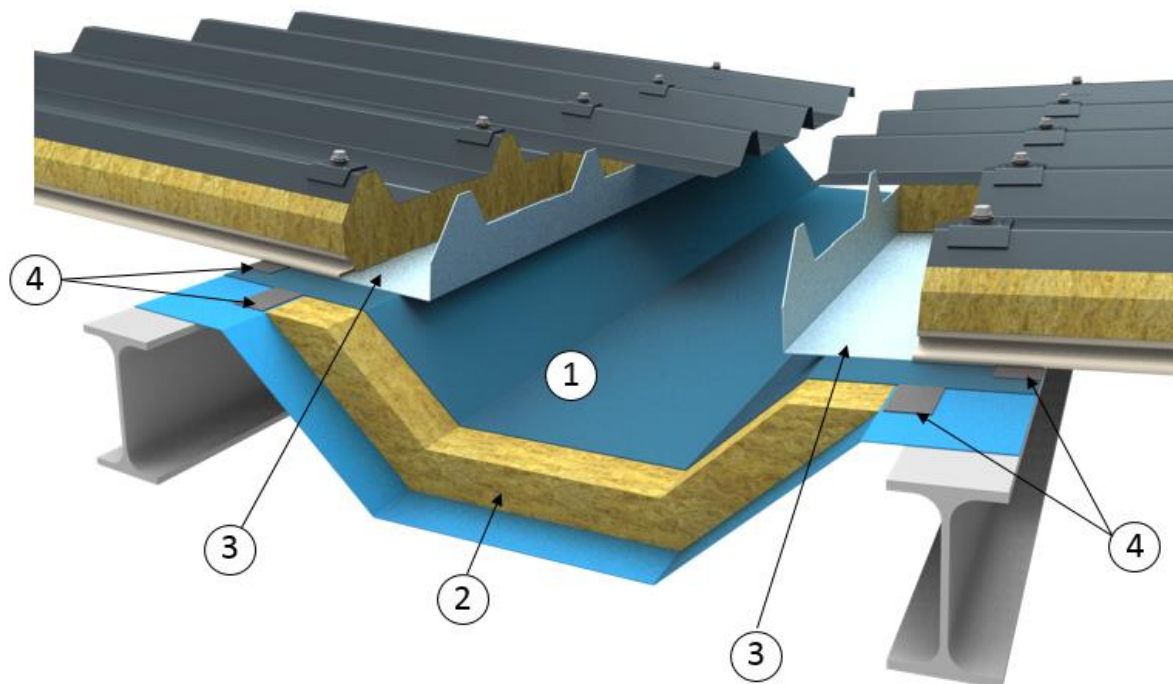
- | | |
|---|---------------------------------------|
| 1: Isolation complémentaire | 3: Pièce d'habillage |
| 2: Joints d'étanchéité entre panneau et pièce d'habillage et entre pièce d'habillage et appui | 4: Pièce de finition (cloisir cranté) |
| | 5: Trait de scie |

Figure 22 – Gouttière pendante

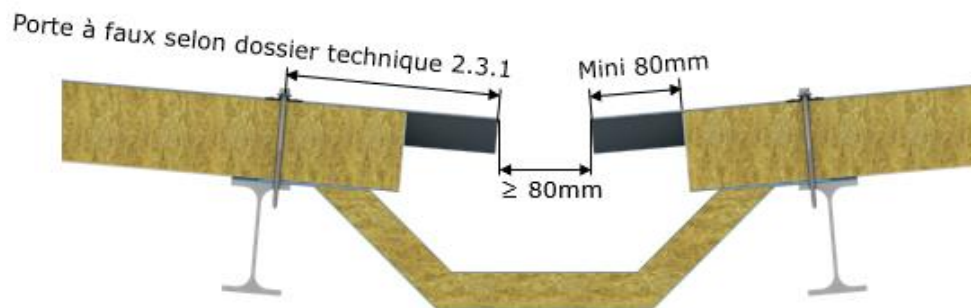


Le profil de gouttière et les descentes d'eaux doivent être réalisés en conformité avec la NF DTU 60.11 P3 et la NF P 36-201 Compil 1 (référence DTU 40.5).

Figure 23 – Chéneau central

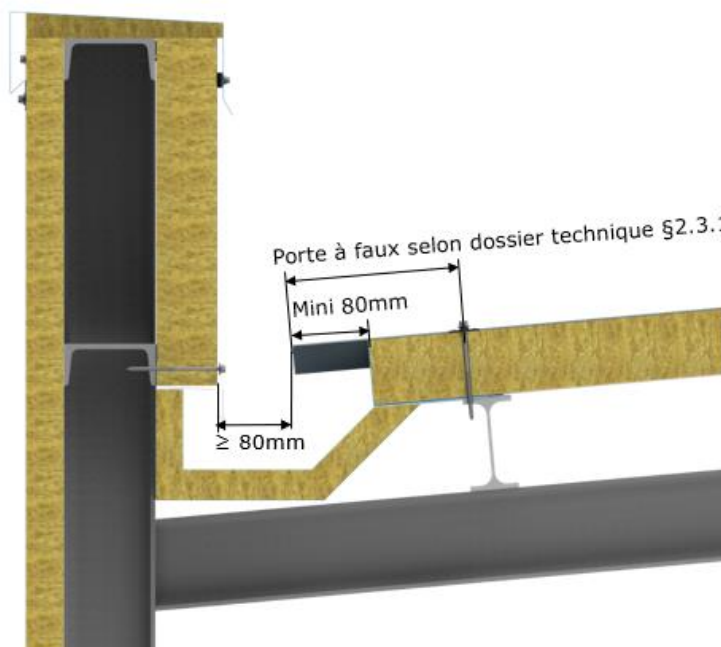
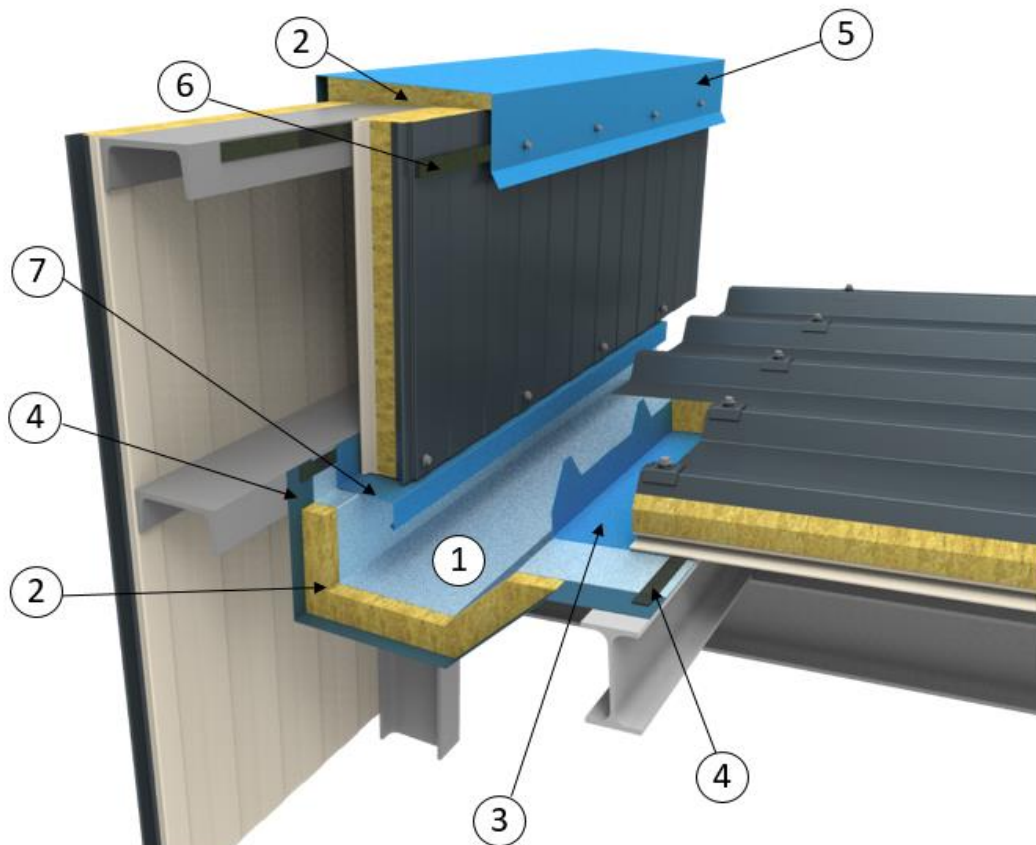


- 1: Chéneau central (dimensionné selon NF DTU 60-11 P3)
- 2: Isolation complémentaire
- 3: Closoir cranté
- 4: Joint d'étanchéité entre panneaux et pièces d'habillage



Les chéneaux ne sont pas visés par ce document.

Figure 24 – Chéneau contre acrotère

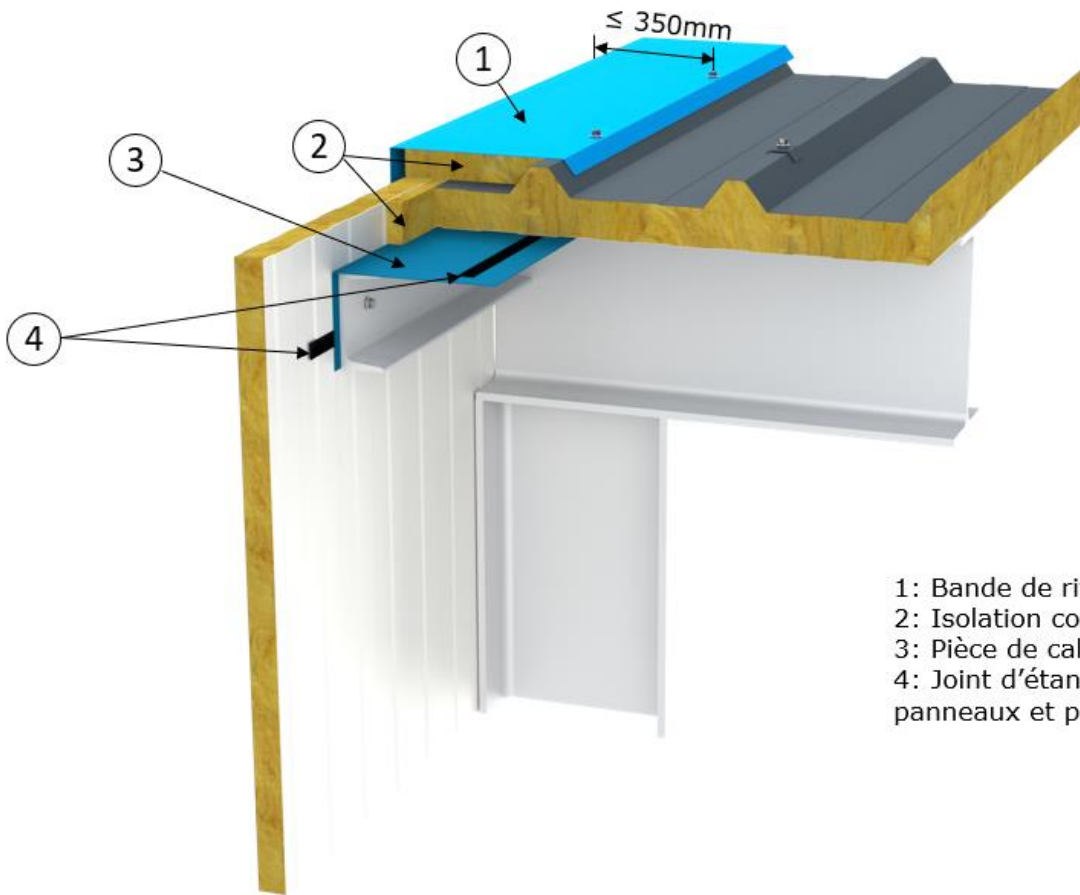


- 1: Chéneau
- 2: Isolation complémentaire
- 3: Closoir cranté
- 4: Joint d'étanchéité entre panneaux et pièces d'habillage
- 5: Coiffe d'acrotère
- 6: Contre closoir
- 7: Bavette rejet d'eau

Les chéneaux ne sont pas visés par ce document.

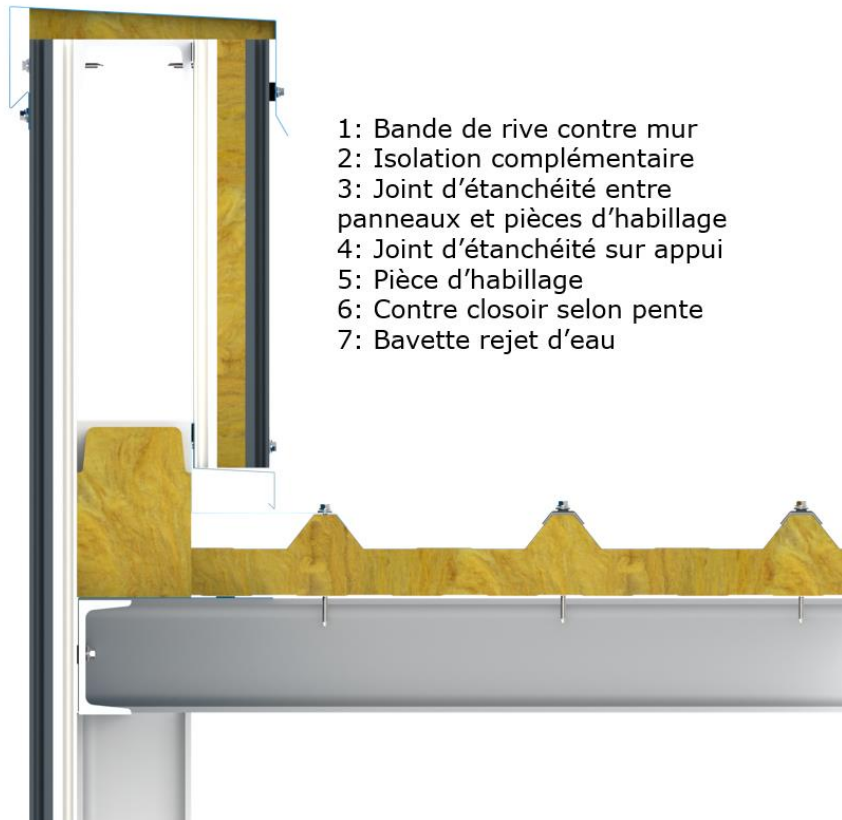
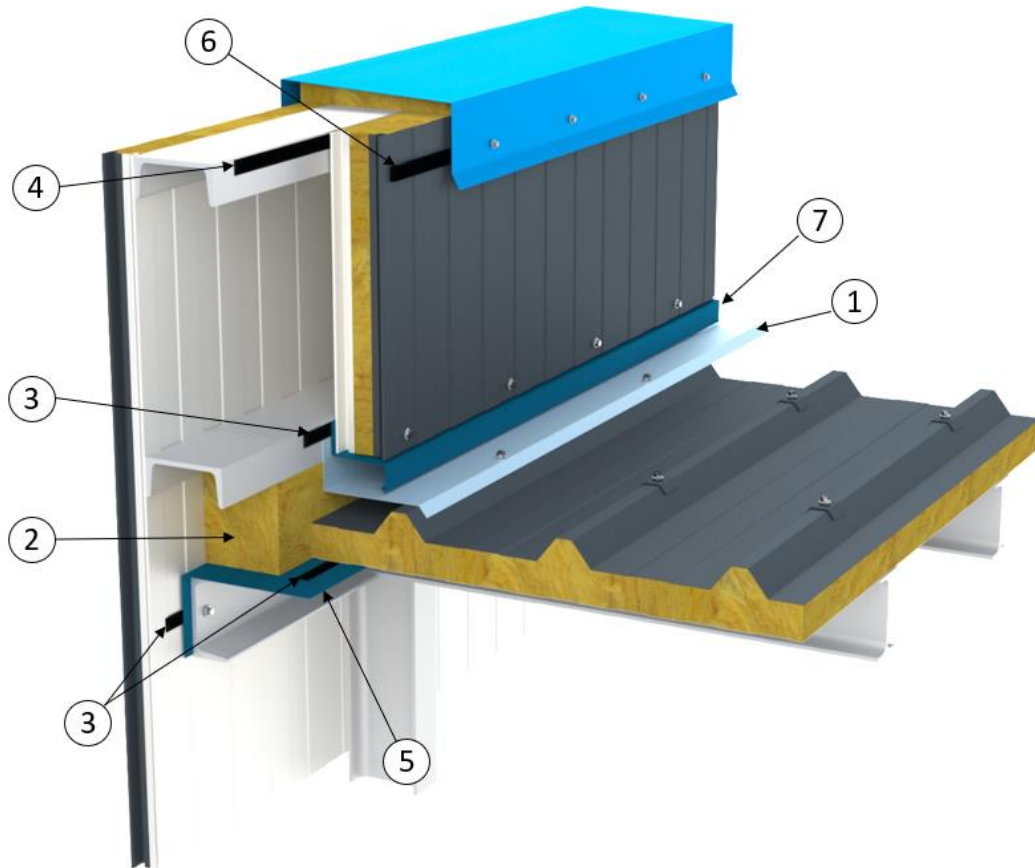
Tout élément de façade en surplomb de la couverture ne peut être considéré comme garde-corps, que s'il est conforme à la NF E 85-015.

Figure 25 – Rive contre pignon



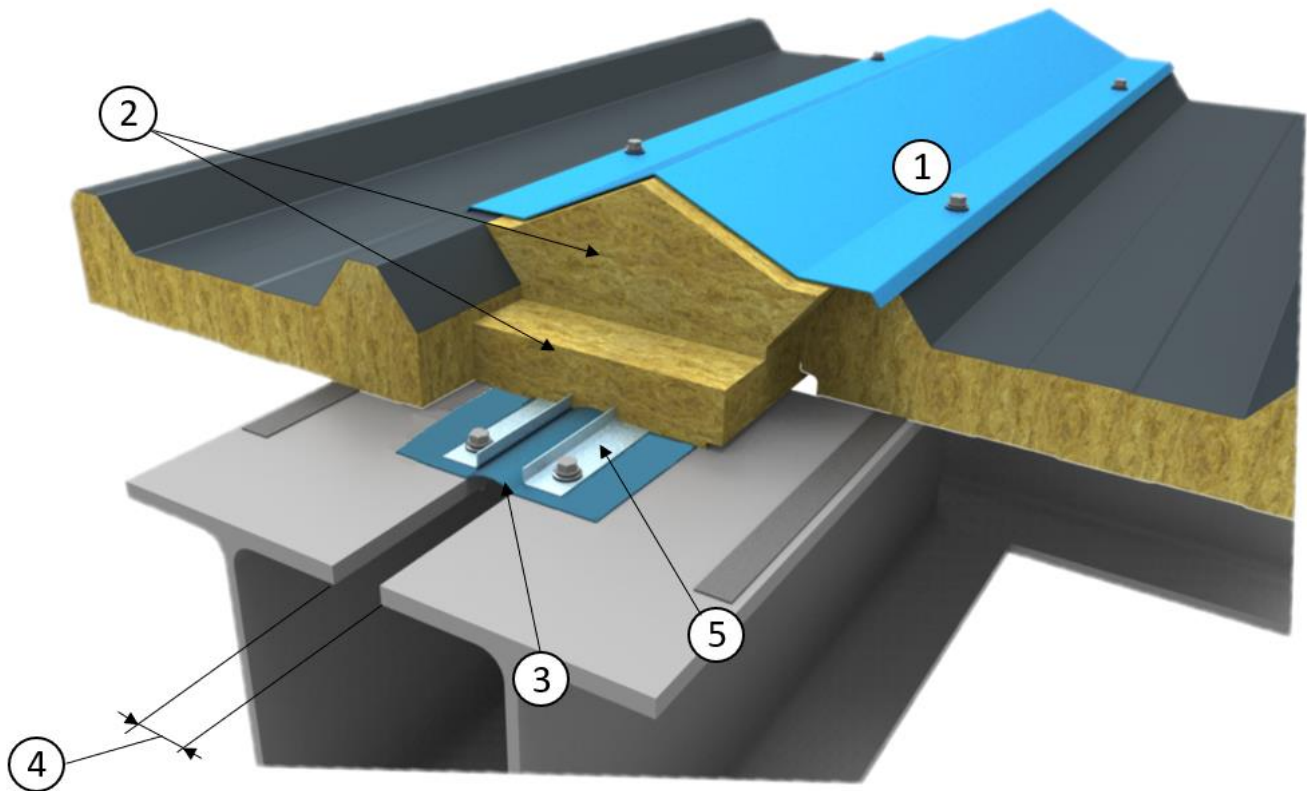
- 1: Bande de rive
- 2: Isolation complémentaire
- 3: Pièce de calfeutrement
- 4: Joint d'étanchéité entre panneaux et pièces d'habillage

Figure 26 – Rive contre acrotère



- 1: Bande de rive contre mur
- 2: Isolation complémentaire
- 3: Joint d'étanchéité entre panneaux et pièces d'habillage
- 4: Joint d'étanchéité sur appui
- 5: Pièce d'habillage
- 6: Contre cloisir selon pente
- 7: Bavette rejet d'eau

Figure 27 – Exemple de joint de dilatation (déplacement maximale de 50 mm)



- 1: Accessoire de finition ép. mini 0,75mm
- 2: Isolation complémentaire
- 3: Joint pare-vapeur épais (Cf. § 2.4.6.7)
- 4: Côté du joint de dilatation (déplacement maximal de 50mm)
- 5: Feuillard métallique filant

Figure 28 – Exemple de joint de dilatation (déplacement maximale de 150 mm)

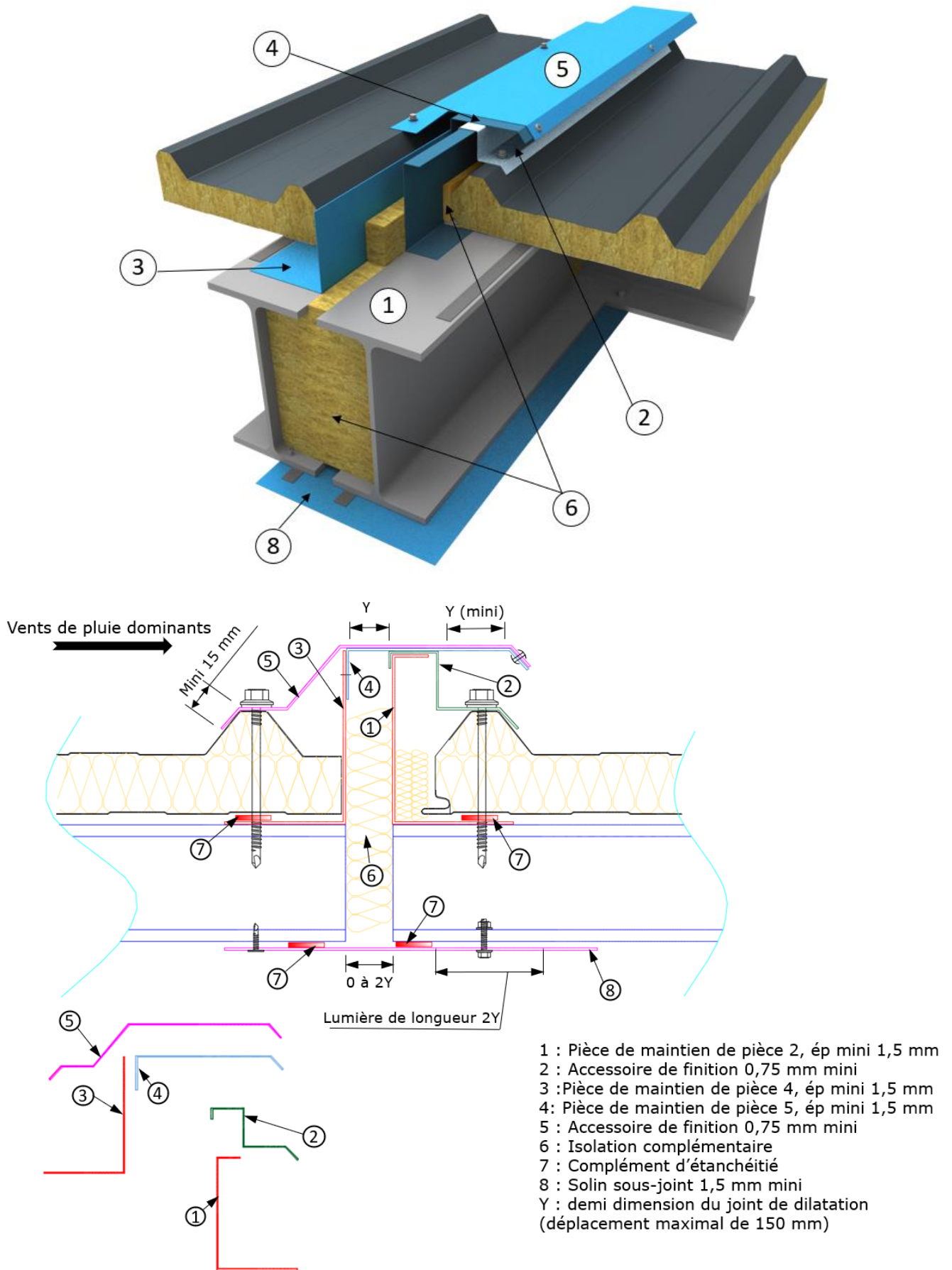


Figure 29 – Pénétration avec manchon d'étanchéité caoutchouc (réalisée en atelier)



Figure 30 – Pénétration avec embase polyester isolée (réalisée en atelier)

