

Document Technique d'Application

Référence Avis Technique **2/15-1707**

Annule et remplace l'Avis Technique 2/12-1511*V1

Bardage

*Panneau sandwich
métallique
Metal faced sandwich panel
Sandwich-Element mit
Metalldeckschichten*

Trimoterm F

Relevant de la norme	NF EN 14509
----------------------	-------------

Titulaire : Trimoterm D.D.
Priateljewa 12
SL-8210 Si Trebnje
SLOVENIE

Tél. : 00 386 73 460 200
Fax : 00 386 73 460 337
E-mail : trimoterm@trimoterm.si
Internet : www.trimoterm.si

Usine : Trimoterm D.D.
Priateljewa 12
SL-8210 Si Trebnje
SLOVENIE

Distributeur : Ibea SAS
25 rue du Jourdil
FR-74960 Cran Gevrier

Tél. : 04 50 64 21 97
Fax : 04 50 57 42 04
E-mail : ibea@ibea.fr

Commission chargée de formuler des Avis Techniques
(arrêté du 21 mars 2012)

Groupe Spécialisé n° 2.1

Produits et procédés de façade légère et panneau sandwich

Vu pour enregistrement le 14 mars 2016

Le Groupe Spécialisé n° 2.1 "Produits et procédés de façade légère et panneau sandwich" de la Commission chargée de formuler les Avis Techniques, a examiné, le 17 novembre 2015, le procédé de bardage à base de panneaux sandwich Trimoterm F présenté par la Société TRIMO Trebnje D.D. Le présent document, auquel est annexé le Dossier Technique établi par le demandeur, transcrit l'Avis formulé par le Groupe Spécialisé n° 2.1 «Produits et procédés de façade légère et panneau sandwich», sur les dispositions de mise en œuvre proposées pour l'utilisation du procédé dans le domaine d'emploi visé et dans les conditions de la France Européenne. Il annule et remplace l'Avis Technique 2/12-1511*V1.

1. Définition succincte

1.1 Description succincte

Procédé de bardage en panneaux sandwich tôle-laine de roche – tôle à fixations traversantes visibles. L'âme du panneau est constituée de lamelles en laine de roche à fibres redressées.

Les panneaux ont les dimensions suivantes :

- Epaisseur : de 60 à 200 mm,
- Longueur maximale : 14 m,
- Largeur utile standard : 600 mm, 1 m et 1,2 m,
- Epaisseur des parements : 0,6 mm.

Les jonctions verticales ou horizontales s'effectuent par emboîtement des rives longitudinales.

La fixation des panneaux à l'ossature se fait par vis traversantes visibles.

1.2 Mise sur le marché

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

Les produits relevant de la norme NF EN 14509 sont soumis, pour leur mise sur le marché, aux dispositions de l'arrêté du 16 février 2010 portant application aux panneaux sandwich autoportants, isolants, double peau à parements métalliques du décret du 8 juillet 1992 modifié, concernant l'aptitude à l'usage des produits de construction.

1.3 Identification

Les panneaux du procédé Trimoterm F sont :

- caractérisés par la géométrie particulière de leur section transversale, illustrée par les figures 1 et 1bis du Dossier Technique,
- identifiés conformément au § 5.1 du Dossier Technique.

2. AVIS

2.1 Domaine d'emploi accepté

Le domaine d'emploi visé est celui des bardages de bâtiments du type industriels, sportifs, commerciaux, de stockage, agricole et tertiaires, régis par le code du travail et recevant du public (ERP), à température positive, dont les conditions de gestion de l'air intérieur permettent d'éliminer 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 «666 Pa» et 10 mm Hg «1333 Pa»).

Le système de bardage peut être mis en œuvre, en respectant les prescriptions du Dossier Technique, sur charpente métallique, bois et béton avec insert métallique, de 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.

2.2 Appréciation sur le procédé

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

Données environnementales

Le procédé Trimoterm F 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.

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.

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 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.

Prévention des accidents et maîtrise des accidents et maîtrise des risques lors de la mise en œuvre et de l'entretien

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

2.2.2 Aptitude à l'emploi

Stabilité

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

L'espacement entre lisses ou poteaux, déterminé au 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.

Sécurité en cas de chocs en parois verticales

Elle est justifiée, conformément à la norme P 08-302.

Sécurité en cas d'incendie

Elle 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 en cours de validité (cf. §3.8 et §B du DTED).

Sécurité en cas de séisme (cf. §2.1)

L'emploi du procédé est possible en zones sismiques selon les prescriptions du paragraphe 7 du Dossier Technique établi par le demandeur.

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.

Isolement acoustique

On ne dispose pas d'éléments d'évaluation relatifs 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 par ce procédé, la justification devra être apportée au cas par cas.

Prévention des accidents

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

Étanchéité 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.

2.23 Fabrication et contrôle

La fabrication des parements métalliques relève des techniques traditionnelles de profilage des tôles d'acier galvanisées prélaquées. La fabrication des panneaux sandwich isolants du procédé Trimoterm F est effectuée dans l'usine Trimo Trebnje D.D (Slovénie) 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 Etabli par le Demandeur (DTED).

2.24 Durabilité - Entretien

Durabilité

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.

2.25 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.

2.3 Prescriptions Techniques

2.31 Conditions de conception

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

En cas d'utilisation d'une ossature secondaire pour la fixation des panneaux, on devra s'assurer de la résistance de cette ossature et de sa fixation à l'ossature principale. La déformation maximale des lisses horizontales ne devra pas dépasser $1/200^{\text{ème}}$ de la portée considérée avec un maximum limité à 2 cm.

L'alignement de l'ossature doit être conforme à la norme NF EN1090-2+A1, avec deux classes pour lesquelles la rigueur des exigences augmente de la classe 1 à la classe 2.

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

Le choix du revêtement de la tôle extérieure et intérieure devra tenir compte du type d'environnement selon les tableaux 1 et 2 du Dossier Technique.

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

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

2.32 Conditions de mise en œuvre

La Société Trimo Trebnje D.D. assure à la demande des entreprises de pose son assistance technique sur le chantier.

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.

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 haut et bas et ceux d'angle.

En 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.

Conclusions

Appréciation globale

L'utilisation du procédé Trimoterm F dans le domaine d'emploi accepté, est appréciée favorablement.

Validité

Jusqu'au 30 novembre 2019.

*Pour le Groupe Spécialisé n° 2.1
Le Président*

3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

Cette demande intègre les ajouts suivants:

- Changement de nom du procédé « Trimoterm type FTV » qui s'intitule désormais Trimoterm F.
- Les épaisseurs de panneaux 172 mm et 200 mm,
- Changement de nom de laine de roche « PBE Board High (PBE BH) » au lieu de « Tervol DP-12 »,
- L'utilisation des tôles d'acier inoxydable,
- Tableaux des actions aux états limites pour application de l'eurocode 1 partie 1.4,
- La déclaration des performances établie par le fabricant sur la base de la norme NF EN 14509:2013,
- Nouvelle évaluation sismique sur des panneaux Trimoterm F d'épaisseur 200 mm. (cf. §2.1).

Le Rapporteur du Groupe Spécialisé n° 2.1

Dossier Technique

établi par le demandeur

A. Description

1. Principe et domaine d'application

1.1 Principe

Procédé de bardage en panneaux sandwich de grande longueur dont l'âme est constituée de lamelles en laine de roche redressées et collées entre deux tôles en acier galvanisées prélaquées. Les jonctions longitudinales entre panneaux sont obtenues par emboîtement des rives. Les fixations sont réalisées par vis traversantes visibles.

Les panneaux peuvent être mis en œuvre verticalement ou horizontalement.

1.2 Domaine d'application

1.2.1 Procédé

Le domaine d'emploi visé est celui des bardages de bâtiments du type industriels, sportifs, commerciaux, de stockage, agricole et tertiaires, régis par le code du travail et recevant du public (ERP).

Vis-à-vis des effets sismiques, en respectant les dispositions indiquées au paragraphe 7, le procédé peut être mis en œuvre sur charpente métallique, bois et béton avec inserts métalliques de 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.

1.2.2 Hygrométrie des locaux

Le procédé est utilisé pour des bâtiments 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»).

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

En référence aux expositions définies dans la norme XP P 34-301 ; 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. Matériaux et composants

2.1 Parement

Les parements sont issus de bobines d'acier d'épaisseurs nominales minimales de 0,6 mm en parements extérieur et intérieur.

Les bobines d'acier sont :

- Soit galvanisées à chaud en continu Z225, Z275, de nuance S 320 GD selon la norme NF EN 10346, avec prélaquage aux normes NF EN 10169+A1 et XP P 34-301.
- Soit inoxydable de nuances 1.4301 (AISI 304), 1.4401 (AISI 316) et 1.4404 (AISI 316 L) conformément à la norme NF EN 10088-2 en version brute.

Les revêtements prélaqués peuvent être :

- Polyester 15 µm (Myriacolor),
- Polyester 25 µm (Myrialac et Colofer polyester),
- PVDF 25 µm (Myriafluor et Colofer PVDF2),
- PVDF 35 µm (Myriafluor plus),
- PUR 50 µm (SDP 50),
- PET 55 µm,
- PVC 120 à 200 µm (Myriplast),
- HPS 200 µm (Plastisol),

Neuf types de profilage de parements existent :

- Type S : le profil standard carré avec un sommet de largeur 50 mm et une plage de largeur 50 mm. La profondeur est de 0,4 mm.

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.

- Type G : le profil plan.
- Type V : le profil en V de profondeur 1,4 mm. Les Vés sont espacés de 100 mm.
- Type V2 : le profil en V de profondeur 1,4 mm, espacés de 200 mm.
- Type V6 : le profil en V de profondeur 1,4 mm, espacés de 600 mm.
- Type M : le micro profil de pas 15 mm et de profondeur 0,4 mm.
- Type M2 : le micro profil de pas 20 mm et de profondeur 1,1 mm.
- Type M3 : le micro profil de pas 30 mm et de profondeur 1,1 mm.
- Type X : le profil multivario de pas de 100 mm et de profondeur 1.5 mm.

2.2 Laine de roche

Laine de roche d'origine KNAUF. Référence : PBE Board High (PBE BH), utilisée en lamelles redressées.

- Masse volumique: (120 +10/-5) kg/m³,
- Conductivité: 0,044 W/(m.K),
- Performances mécaniques : (cf. tableau 3).

2.3 Colle

Colle polyuréthane bi-composant de la Société Huntsmann de référence SUPRASEC 5025/DELTAFOAM R 41056.

Le grammage de colle est de 215 ± 65 g/m² par face.

2.4 Garniture d'étanchéité du panneau

Deux joints d'étanchéité PUR 7x7 mm sont mis en œuvre sur ligne dans l'emboîtement (cf. figure 1bis).

2.5 Fixations et leurs accessoires

Pour les panneaux

Fixations avec rondelles d'appui de diamètre minimal 19 mm de type :

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

Pour les façonnés

- 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 en acier inoxydable (corps A2 – tige 10 % Cr).

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, doivent respecter les dispositions :

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

2.6 Pièces de départ (fournies par Trimo)

- En pose verticale, un profil en forme L en acier de nuance S220 GD galvanisé Z275, d'épaisseur minimale 2 mm est utilisé comme pièce de support des panneaux (figure 7, position 1).
- En pose horizontale, un profil en forme U en acier de nuance S220 GD galvanisé Z275, d'épaisseur minimale 2 mm fixé ponctuellement sur profil L filant en acier S220GD galvanisé Z275, d'épaisseur 2 mm (cf. figures 5, 6 position 1,2).

2.7 Façonnés et couvre-joints

Ces accessoires sont en tôle d'acier d'épaisseur minimale de 0,60 mm, conformes au §2.1.

Ils sont réalisés sur presses plieuses pour bavettes, couronnements d'acrotère, angles sortant et rentrant, appuis de châssis, couvre-joints...

2.8 Accessoires

- Film polypropylène autoadhésif AEROTAPEPP recouvrant les chants des panneaux.
- Complément d'étanchéité par joint silicone bénéficiant d'un label SNJF façade.
- Complément d'étanchéité par joint butyl bénéficiant d'un label SNJF.

- Complément d'isolation par bourrage de laine minérale.

3. Eléments

3.1 Panneaux

Les panneaux sandwich isolants du procédé Trimoterm F font l'objet d'une déclaration des performances établie par le fabricant sur la base de la norme NF EN 14509 (cf. tableau 3).

3.2 Géométrie des parements (cf. figure 1)

Panneaux sandwich de largeur utile 600 à 1200 mm avec des parements profilés et une âme en laine de roche reconstituée à l'aide de lamelles redressées à joints décalés.

Les types de panneaux sont les suivants :

Tableau 4 – Désignation des panneaux

Parements extérieurs	Pas (mm)	Parements intérieurs	Pas (mm)
Type S	50 mm	Type S	50 mm
Type G	lisse	Type G	lisse
Type V	100 mm	Type V	100 mm
Type V2	200 mm	Type V2	200 mm
Type V6	600 mm	Type V6	600 mm
Type M	15 mm	Type M2	20 mm
Type M2	20 mm	Type M3	30 mm
Type M3	30 mm		
Type X	50 mm		

Les panneaux (cf. figure 1 bis) sont référencés :

- Pour la largeur 600 mm : FTVxx-J (xx correspondant au type de profil extérieur/intérieur et J signifiant la largeur 600 mm).
- Pour la largeur 800 mm : FTVxx-K (xx correspondant au type de profil extérieur/intérieur et K signifiant la largeur 800 mm).
- Pour la largeur 900 mm : FTVxx-L (xx correspondant au type de profil extérieur/intérieur et L signifiant la largeur 900 mm).
- Pour la largeur 1000 mm : FTVxx-M (xx correspondant au type de profil extérieur/intérieur et M signifiant la largeur 1000 mm).
- Pour la largeur 1200 mm : FTVxx-W (xx correspondant au type de profil extérieur/intérieur et W signifiant la largeur 1200 mm).
- Pour toutes les autres largeurs intermédiaires : FTVxx-Z (xx correspondant au type de profil extérieur/intérieur et Z signifiant toutes les autres largeurs).

3.3 Rives et extrémités

Les rives sont conçues pour réaliser une jonction type mâle femelle (cf. figure 1 bis).

Deux gorges sont prévues dans la rive femelle pour disposer le complément d'étanchéité, ce dernier est mis en usine.

Les extrémités sont de coupe droite. En pose horizontale, lorsqu'il est prévu un raccord bout-à-bout entre deux éléments successifs une pièce de jonction est indispensable (cf. figure 3).

En pose verticale, lorsque la hauteur de la façade est constituée de plusieurs panneaux, la jonction horizontale des panneaux est assurée par une bavette (cf. figure 4).

3.4 Masse surfacique

Le tableau 5 en fin de Dossier Technique indique les valeurs nominales de la masse surfacique en kg/m².

3.5 Caractéristiques dimensionnelles

- Largeur hors tout : 630 mm, 1030 mm et 1230 mm.
- Largeur utile: de 600mm à 1200 mm.
- Epaisseur d'âme : 60, 80, 100, 120, 133, 150, 172 et 200.
- Longueur : de 2000 à 14000 mm.

3.6 Tolérance

Les tolérances dimensionnelles des panneaux du procédé Trimoterm F sont conformes à la norme NF EN 14509 : 2013.

3.7 Performances thermiques

Tableau 6 – Performances thermiques

Épaisseur (mm)	U (W/m ² .K)	Ψ _j (W/m.K)
60	0,66	0,021
80	0,51	0,011
100	0,41	0,007
120	0,35	0,005
133	0,32	0,004
150	0,28	0,003
172	0,25	0,002
200	0,21	0,002

Le tableau 6 ci-dessus indique les valeurs U_c et Ψ_j des panneaux sandwich isolants du procédé Trimoterm F en fonction des différentes épaisseurs. Elles ont été calculées avec une conductivité thermique de 0,044 W/(m.K).

Le coefficient U_p global de la paroi 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 (W/m².K)

Ψ_j est le coefficient de déperdition linéique correspondant à l'emboîtement entre panneaux (W/m.K)

L_p est la longueur d'emboîtement entre panneaux (m)

n est le nombre de fixations de la paroi

χ est le coefficient de déperdition ponctuel correspondant à la fixation utilisée. La valeur forfaitaire χ pour une fixation traversante est : 0,01 W/K.

A est l'aire de la paroi (m²).

3.8 Réaction au feu (cf. §B)

Les panneaux sandwich isolants du procédé Trimoterm F avec une finition intérieure Polyester 25 µm font l'objet, suivant la NF EN 13501-1 et selon un Procès-Verbal valide, d'un classement de réaction au feu B-s1,d0.

4. Fabrication

Les panneaux sandwich isolants du procédé Trimoterm F sont fabriqués dans l'usine de Trebnje (Slovénie), certifiée ISO 9001, sur ligne en continu, et sont conformes au e-cahier CSTB 3501 «Panneaux sandwich isolants à parements métalliques – Conditions générales de conception et fabrication».

4.1 Procédé de fabrication

Le processus de fabrication des panneaux Trimoterm F est le suivant :

- Déroulage des bobines,
- Déroulage des films de protection (si demandé à la commande),
- Profilage des parements et façonnage des rives,
- Dépôt de colle sur les deux parements (intérieur et extérieur),
- Mise en place des lamelles de laine de roche,
- Assemblage,
- Empilage,
- Emballage,
- Marquage et mise en stock.

4.2 Contrôles de fabrication

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

5. Marquage, emballage, transport, manutention et stockage

5.1 Marquage

Les colis comportent une étiquette CE et une fiche d'identification. Cette dernière précise :

- Le marquage COV,
- Numéro d'affaire,
- Nom et adresse client,
- Type de panneau,
- Longueur, largeur utile et épaisseur du panneau,

- Nombre de panneau,
- Date de fabrication,
- Référence de l'usine,
- Contenu du colis,
- Poids du colis.

5.2 Emballage

- Emballage «classique»

Les panneaux sandwich isolants du procédé Trimoterm F sont fournis entourés de films étirables qui doivent être retirés avant l'assemblage des panneaux. Il ne faut pas laisser au soleil les panneaux entourés de leurs films. Ils sont à retirer dans les deux semaines après livraison.

Les panneaux sont empilés sur des palettes et entourés d'un film plastique.

- Emballage renforcé

Les panneaux sont emballés dans un film plastique et protégés par des cadres en bois maintenus par des feuillards métalliques. Tous les angles sont protégés.

5.3 Transport

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

5.4 Stockage

Les panneaux doivent être stockés dans leur emballage d'origine.

En cas de stockage à l'extérieur, les panneaux doivent être stockés à l'air libre protégés du soleil. Ils doivent être posés en position légèrement inclinée.

Les paquets de panneaux peuvent être empilés tout en respectant une hauteur maximum de 2,4 m.

6. Mise en œuvre

6.1 Organisation de la mise en œuvre

La Société TRIMO ne pose pas elle-même. Toutefois, elle est en mesure d'assurer à la demande des entreprises de pose son assistance technique.

6.2 Conditions générales de pose

Les panneaux sandwich isolants du procédé Trimoterm F sont mis en œuvre horizontalement ou verticalement.

6.2.1 Pose verticale

Les panneaux sont mis en œuvre verticalement sur lisses horizontales.

A l'avancement, la rive femelle de l'élément à poser s'emboîte dans la rive mâle du dernier élément posé et fixé.

Le sens de pose est choisi contraire à celui des vents de pluie dominants.

Lorsque la hauteur de la façade est constituée de plusieurs panneaux, la jonction horizontale des panneaux est assurée par une bavette.

6.2.2 Pose horizontale

Les panneaux sont mis en œuvre horizontalement sur des poteaux verticaux en partant du bas vers le haut.

A l'avancement, la rive femelle de l'élément à poser s'emboîte dans la rive mâle du dernier élément posé et fixé.

La jonction verticale des panneaux est assurée par un couvre joint ou façonné.

6.3 Dispositions préalables relatives à l'ossature

Tolérances d'alignement

Il est impératif de contrôler avant la pose des panneaux l'alignement des arêtes et la planéité générale. Un écart d'alignement de l'ossature ne peut être rattrapé par les panneaux eux-mêmes et se répercutera de fait sur l'esthétique de la façade.

Les tolérances d'alignement de l'ossature sont :

- Alignement vertical : ± 10 mm par 10 m de hauteur par rapport à la verticale,
- Alignement horizontal : ± 10 mm par 10 m de longueur par rapport au plan théorique de la façade.

La tolérance d'alignement cumulée sur une longueur de panneau est limitée à 5 mm.

Dimensions minimales des appuis (cf. figure 2)

Les panneaux peuvent être posés sur des ossatures en acier, ou en bois, ou en béton et maçonnerie munies d'inserts métalliques suffisamment ancrés.

Les caractéristiques minimales des appuis recevant les panneaux sont indiquées dans le tableau 7 ci-dessous :

Tableau 7– Caractéristiques minimales des appuis

Nature du support	Appui d'extrémité	Appui Intermédiaire	Jonction bout à bout
Acier (ép mini 1.5 mm)	40 mm	60 mm	150* mm
Bois (ép mini 80 mm)	60 mm	60 mm	170* mm
Béton avec insert acier (ép mini 2.5 mm)	60 mm	60 mm	150*mm

* Pour un jeu entre panneaux de 20 mm minimum.

6.4 Fixation des panneaux

La fixation s'effectue en traversant le panneau selon une densité minimale de 2 fixations par largeur de panneau et par appui.

En zones sismiques 2, 3 et 4, pour les bâtiments de catégories d'importance III et IV, la densité minimale est de 3 fixations (cf.§.7).

La distance minimale entre l'axe de la fixation et l'extrémité du panneau est de 50 mm.

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 serrage.

Afin d'obtenir le meilleur aspect possible, les derniers millimètres de serrage seront réalisés avec une clé.

6.5 Portées entre appuis

6.5.1 Généralités

La détermination des charges des panneaux suivant le principe des états limites se fait selon le référentiel :

- Eurocode vent (NF EN 1991 1-4, son annexe nationale, amendements et corrigendum).

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

- $\gamma_m=1,15$ pour les supports métalliques d'épaisseur ≥ 3 mm,
- $\gamma_m=1,35$ pour les supports bois et les supports métalliques d'épaisseur $\geq 1,5$ mm et < 3 mm.

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

- 10 fois l'épaisseur « e »,
- Le tiers de la portée adjacente au porte à faux,
- 1,20 m.

Aucun porte à faux transversal n'est admis.

6.5.2 Critères de dimensionnement

Les valeurs de calculs forfaitaires des fixations sont :

- 210 daN en ELS et 290 daN en ELU par fixation pour parement extérieur d'épaisseur nominale de 0,60 mm d'où $P_k/\gamma_m \geq 286$ daN.

Dans le cas de résistance caractéristique d'assemblage $P_k/\gamma_m < 286$ daN, la charge en dépression maximale de l'assemblage peut être obtenue par les formules suivantes :

Panneau posé sur 2 appuis :

$$We = 2 \times n \times \left(\frac{P_k}{\gamma_m} \right) / (1,50 \times L \times l)$$

Panneau posé en continuité sur plusieurs appuis (trois ou plus) :

$$We = n \times \left(\frac{P_k}{\gamma_m} \right) / (1,25 \times 1,50 \times L \times l)$$

où :

- We : est la valeur de la charge du vent ELS en dépression en daN/m². Elle est calculée en prenant la valeur C_{pnet} de la colonne fixation du tableau 3 du cahier CSTB n°3732 correspondant à la configuration du bâtiment;
- L : est la portée en m,
- n : est le nombre de fixations par largeur de panneau et par appui,
- P_k : est la résistance caractéristique à l'arrachement de l'assemblage (cf. NF P30-310),
- γ_m : est le coefficient de sécurité matériau (cf. §.6.5.1).

6.5.3 Dimensionnement de l'ouvrage

Les tableaux de charges des panneaux sous l'effet du vent et du gradient thermique sont indiqués dans les tableaux 8 à 13.

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

Les tableaux de charges intègrent les groupes de couleur conformément à la norme NF EN 14509. Les hypothèses de température retenues sont conformes à l'annexe E de la norme NF EN 14509.

Les performances du panneau en pression sont données dans les tableaux 8 et 11.

Les performances du panneau en dépression et des fixations sont données dans les tableaux 9, 10, 12 et 13.

Ils indiquent les charges de vent ELS en dépression en daN/m^2 pour 2, 3 ou 4 fixations par large de panneau et par appui en fonction de l'épaisseur du parement extérieur (0,60 mm), du mode de pose et de la portée entre appuis. Le minimum doit être pris entre les valeurs de charges données au tableau 9 et celles du tableau 10 en deux appuis, et entre les valeurs du tableau 12 et celles du tableau 13 en 3 appuis.

Les charges de vent Eurocode à prendre en compte sont issues :

- Soit d'un calcul selon l'Eurocode vent (NF EN 1991-1-4 avec annexe nationale et amendements) en considérant :
 - une période de retour égale à 50 ans, soit $C_{\text{prob}} = 1$,
 - un coefficient $C_{\text{season}} = 1$.
- Soit du cahier du CSTB n° 3732 (règles simplifiées).

Seules les charges de vent ELS sont à prendre en compte pour la lecture des tableaux 8 à 13.

6.6 Points singuliers

6.61 Jonction verticale en pose horizontale (cf. figure 3)

- Mise en place de complément d'étanchéité sur les poteaux ;
- Fixations des panneaux ;
- Complément d'isolation par laine minérale entre les deux panneaux contigus ;
- Mise en place de complément d'étanchéité entre panneau et couvre joint ;
- Un garnissage par extrusion de mastic est réalisé aux emboitements et un complément d'étanchéité est systématiquement interposé entre panneau et couvre-joint (cf. figure 3bis et 3ter) ;
- Fixation de couvre joint par des vis de couture (cf. §2.5).

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

6.62 Jonction horizontale en pose verticale (cf. figure 4)

Elle est réalisée au droit d'une ou de deux lisses intermédiaires avec bavette et pièce support d'épaisseur 2 mm avec interposition entre chaque extrémité de panneau d'un complément d'étanchéité.

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

6.63 Pied de bardage

- **Pose horizontale (cf. figures 5 et 6)**
 - Fixation de la pièce de départ en L filante, et d'un profil U support ponctuellement, (1 profil minimum par m) (cf. §2.6) ;
 - Fixation de la bavette rejet d'eau sur le U ;
 - Pose d'un complément d'étanchéité ;
 - Pose du panneau.
- **Pose verticale (cf. figures 7 et 8)**
 - Fixation de la pièce de départ en L filante ;
 - Grillage de la laine de roche en rive transversale côté inférieur du panneau ;
 - Fixation de la bavette rejet d'eau ;
 - Pose d'un complément d'étanchéité ;
 - Pose et fixation du panneau.

6.64 Tête de bardage (cf. figure 9)

- Fixation sur lisse haute par fixation traversante, après interposition d'une garniture d'étanchéité.
- Le porte-à-faux ne doit pas excéder les limites données au paragraphe 6.51.
- Une équerre avec étanchéité à l'air doit être posée en liaison entre le bardage et la toiture.
- Habillage de la partie haute par un couronnement d'acrotère ou par une rive pignon.

6.65 Angles (cf. figures 10 à 12)

L'angle sortant ou rentrant peut être réalisé par capotage extérieur et intérieur en tôle d'acier revêtue d'épaisseur 0.60 mm et façonnée sur mesure. Ces capotages sont fixés sur les panneaux par rivets aveugles en inox ou vis de couture conforme au paragraphe 2.1 à raison de deux unités par mètre avec interposition d'une garniture d'étanchéité. L'espace compris entre les capotages et les chants de panneaux recoupés ou non, doivent être garni d'un bourrage de laine de roche.

6.66 Rives contre mur (cf. figure 13)

Les rives contre mur sont réalisées de façon similaire à celle des angles avec des façonnés adaptés, complément d'étanchéité à l'air et complément d'isolation thermique.

6.67 Ouverture (cf. figures 14 et 15)

Le raccordement sur des fenêtres, ou sur des ouvrages indépendants se fait au droit d'une ossature de charpente (chevêtre par exemple).

- Fixation des panneaux à la périphérie ;
- Préparation des bords des panneaux ;
- Pose de complément d'étanchéité à l'air et d'isolation thermique ;
- Pose des façonnés tels que jambage, bavette et sous face de linteau, appuis de châssis en partie basse.

La jonction du jambage et de l'appui de châssis sera complétée par cordon extrudé de mastic silicone.

Les oreilles et les retours de la bavette d'appui de fenêtre devront avoir une dimension minimale de 20 mm et le débord de la bavette et du cache fixation par rapport à la baie sera d'au moins 30 mm.

6.68 Joint de dilatation (cf. figure 16)

- 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 en figure 16.
- Les façonnés (intérieurs et extérieurs) et les deux supports de dilatation sont filants, de longueur 6 m avec recouvrement de 50 mm minimum. Ces façonnés sont en tôle d'acier d'épaisseur minimale de 0,60 mm, conformes au §2.1.

6.7 Précautions particulières

6.71 Découpe

Les opérations de découpe sont exécutées au moyen de matériel approprié (scie sauteuse, grignoteuse, scie à denture fine).

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

L'emploi de la tronçonneuse est rigoureusement proscrit.

6.72 Perçage – Vissage

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

Les visseuses devront être équipées d'une butée de profondeur, les réglages étant réalisés à l'examen de l'écrasement des rondelles d'étanchéité et du parement. A défaut, on parachèvera les derniers millimètres de serrage manuellement.

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

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

7. Disposition en zone sismique

Dispositions générales

Les panneaux de bardage du procédé Trimoterm F peuvent passer devant un nez de plancher quelle que soit la zone de sismicité.

La fixation d'objet directement sur un ou deux parements des panneaux de bardage du procédé Trimoterm F est exclue à l'exception des accessoires de finition.

7.1 En zone de sismicité 1

Pour les bâtiments de catégorie d'importance I, II, III et IV sur des sols de classe A, B, C, D et E, les dispositions sont celles prévues au Dossier Technique.

7.2 En zone de sismicité 2

Pour les bâtiments de catégorie d'importance I et II sur des sols de classe A, B, C, D et E, les dispositions sont celles prévues au dossier technique.

Pour les bâtiments de catégorie d'importance III et IV sur des classes de sols A, B, C, D et E les dispositions sont celles prévues au dossier technique avec en complément :

- Fixation des façonnés par vis de couture ou rivets à entraxe maximal de 500 mm ;
- Une densité minimale de fixation de 3 vis par largeur de panneau et par appui.

7.3 En zone de sismicité 3

Pour les bâtiments de catégorie d'importance I sur des sols de classe A, B, C, D et E, les dispositions sont celles prévues au dossier technique.

Pour les bâtiments de catégorie d'importance II, III et IV sur des sols de classe A, B, C, D et E, les dispositions sont celles prévues au dossier technique avec en complément :

- Fixation des façonnés par vis de couture ou rivets à entraxe maximal de 500 mm ;
- Une densité minimale de fixation de 3 vis par largeur de panneau et par appui ;
- Fixations des sociétés LR ETANCO, SFS INTEC ou FAYNOT (cf. tableau 14) ;
- L'angle peut être constitué par deux panneaux découpés soit en usine, soit sur chantier, les panneaux étant indépendants les uns des autres et recouverts par un accessoire plié.

7.4 En zone de sismicité 4

Pour les bâtiments de catégorie d'importance I sur des sols de classe A, B, C, D et E, les dispositions sont celles prévues au dossier technique.

Pour les bâtiments de catégorie d'importance II, III et IV sur des sols de classe A, B, C, D et E, les dispositions sont celles prévues au dossier technique avec en complément :

- Fixation des façonnés par vis de couture ou rivets à entraxe maximal de 500 mm ;
- Une densité minimale de fixation de 3 vis par largeur de panneau et par appui ;
- Fixations des sociétés LR ETANCO, SFS INTEC ou FAYNOT (cf. tableau 14) ;
- L'angle peut être constitué par deux panneaux découpés soit en usine, soit sur chantier, les panneaux étant indépendants les uns des autres et recouverts par un accessoire plié.

7.5 Portées maximales d'utilisation

Les panneaux isolants du procédé Trimoterm F d'épaisseur 200, 172 et 150 mm et pour une pose sur 2 appuis font l'objet d'une portée maximale d'utilisation dans certaines configurations sismiques telles qu'indiquées dans les tableaux 15, 16 et 17.

8. Entretien - Rénovation

8.1 Entretien

Il doit comporter :

- l'élimination de diverses végétations, notamment les mousses, et de toutes matières incompatibles qui seraient venues se déposer sur la surface des panneaux,
- la protection contre les éventuelles amorces de corrosions provoquées par la stagnation ou l'impact de corps étrangers,
- la surveillance de la bonne tenue de la structure porteuse dont tous les désordres pourraient se répercuter sur les panneaux.

8.2 Rénovation

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

- lessivage avec une lessive ménagère – ne jamais utiliser d'abrasifs, de solvants et de nettoyeurs à haute pression,
- rinçage à l'eau claire,
- reprise avec peintures bâtiment, compatibles avec le revêtement d'origine ; qualité extérieure ; le mode d'application 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 le fournisseur.

8.3 Remplacement

Les panneaux peuvent être remplacés suivant le procédé défini dans les consignes de montage TRIMO.

Le remplacement d'un panneau s'effectue en respectant les étapes suivantes :

- Enlever les accessoires qui pourraient empêcher le remplacement du panneau.
- Enlever les fixations du panneau endommagé ainsi que celles du panneau adjacent.
- Remplacer les deux panneaux par des nouveaux.
- Remplacer la fixation ad-hoc ainsi que les accessoires s'il y en avait.

B. Résultats expérimentaux

- Essai de caractérisation mécanique (traction, compression, masse volumique, flexion quatre points) – RE CSTB CL01-006 ;
- Essai de caractérisation en traction après vieillissement hygrothermique – RE CSTB CL01-035 et CL01-102 ;
- Essai de flexions – RE CSTB EEM01-039 ;
- Essai d'insolation et choc thermique – RE CSTB EEM01-001 ;
- Essai d'insolation et choc thermique – RE CSTB EEM 08 26015712 ;
- Essai de vieillissement hygrothermique origine ZAG – RE n° TRDA2-13, TRW1-2- 06 05 2009 et P043/09-630-1 ;
- Note de calcul des performances thermiques : CSTB DER/HTO 2012-137-BB/LS ;
- Essais sismiques origine CSTB, N° MRF 15 26055427 ;
- Rapport d'étude DCC/CLC-14-360-rev 1 : Validation des tableaux de charge des panneaux sandwich »TRIMO FTV «.

C. Références

C.1 Données environnementales et Sanitaires²

Le procédé Trimoterm F ne fait pas l'objet d'une Fiche de Déclaration Environnementale et Sanitaire (FDES).

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

C.2 Autres références

Le procédé Trimoterm F a fait l'objet, sous une autre référence commerciale, de plusieurs millions de mètres carrés de références en Europe. Plus de 270 000 m² de panneaux ont été posés en France depuis 2012.

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

Tableaux et figures du Dossier Technique

Tableau 1 – Choix des revêtements en fonction des ambiances intérieures

Nature du revêtement	Catégorie selon XP P 34-301	AMBIANCES SAINES		AMBIANCES AGRESSIVES
		Hygrométrie faible	Hygrométrie moyenne	
Polyester 15 µ	II	■	■	-
Polyester 25 µ	IIIa	■	■	-
PVDF 25 µ	IIIa	■	■	-
PVDF 35 µ	IIIa	■	■	-
Inox 1.4301, 1.4401 et 1.4404	-	■	■	○
PET 55 µ	Vc	■	■	○
HPS 200	IVb	■	■	○
SDP50/PUR 50	IVb	■	■	○
■ : Revêtement adapté ○ : Revêtement dont le choix définitif ainsi que les caractéristiques doivent être arrêtées après consultation et accord du fabricant. - : Revêtement non adapté.				

Tableau 2 – Choix des revêtements en fonction des atmosphères extérieures

Nature du revêtement	Catégorie selon XP P 34-301	Atmosphères extérieures								
		Rurale non polluée	Urbaine et industrielle		Marine				Spéciale	
			Normale	Sévère	20 à 10 km	10 à 3 km	Bord de mer < 3 km*	Mixte	Forts UV	Particulière
Polyester 25 µ	III	■	■	○	■	-	-	-	-	○
PVDF 25 µ	III	■	■	○	■	-	-	-	-	○
PVDF 35 µ	V	■	■	○	■	■	■	○	-	○
HPS 200	V	■	■	○	■	■	■	○	-	○
Inox 1.4301, 1.4401 et 1.4404	-	■	■	○	■	■	■	○	■	○
SDP50 / PUR 50	VI	■	■	○	■	■	■	○	■	○
■ : Revêtement adapté ○ : Revêtement dont le choix ainsi que les caractéristiques doivent être arrêtées après consultation et accord du fabricant. (*) : A l'exclusion du front de mer pour lequel l'appréciation définitive ou la définition de dispositions particulières doit être arrêtée après consultation et accord du fabricant.										

**Tableau 3 – Caractéristiques déclarées dans le cadre du marquage CE selon la norme NF EN 14509
(parements int/ext 0,60/0,60 mm minimum)**

Caractéristiques		Epaisseur (en mm)		
		60	120	200
Masse volumique (kg/m ³)		120		
Résistance en traction (MPa)		0,12	0,12	0,12
Résistance en cisaillement (MPa)		0,090	0,070	0,050
Le module d'élasticité en cisaillement (MPa)		7,7	6,5	5,1
Résistance en compression (MPa)		0,10	0,10	0,10
Résistance à la flexion : Positive (kNm/m)	Flexion dans la portée, température ambiante	4,10	8,67	12,04
	Flexion dans la portée, température élevée	3,27	6,93	9,59
	Flexion avec appui intermédiaire, température ambiante	3,64	7,67	10,81
	Flexion avec appui intermédiaire, température élevée	2,91	6,13	8,69
Résistance à la flexion : Négative (kNm/m)	Flexion dans la portée, température ambiante	4,07	8,53	12,04
	Flexion dans la portée, température élevée	3,24	6,8	9,59
	Flexion avec appui intermédiaire, température ambiante	2,64	5,6	7,8
	Flexion avec appui intermédiaire, température élevée	2,12	4,47	6,24
Contrainte de plissement : parement extérieur (MPa)	Contrainte de plissement dans la portée, température ambiante (MPa)	124	130	108
	Contrainte de plissement dans la portée, température élevée (MPa)	99	104	86
	Contrainte de plissement sur un support, température ambiante (MPa)	80	84	70
	Contrainte de plissement sur un support, température élevée (MPa)	64	67	56
Contrainte de plissement : parement intérieur (MPa)	Contrainte de plissement dans la portée, température ambiante (MPa)	123	128	108
	Contrainte de plissement au droit d'un appui intérieur, température ambiante (MPa)	110	115	97
Réaction au feu		B-s1-d0*		
Durabilité		Réussie		

* Classement obtenu avec un revêtement en polyester 25 µm en parement extérieur et intérieur.

Tableau 5 – Masse surfacique : (0,60/0,60) mm.

Épaisseur (mm)	60	80	100	120	133	150	172	200
Masse (kg/m ²)	17,5	19,9	22,3	24,7	26,3	28,3	31,0	34,3

Tableau 8 - Charges de vent ELS en pression en daN/m² (référentiel NF EN 1991-1-4 son annexe nationale, et leurs amendements et corrigendum) – sur 2 appuis.

Portées (m)	Panneau en pression sur 2 appuis (charges ELS en daN/m ²) – groupe de couleur I, II ou III- Épaisseurs du panneau sandwich (mm)							
	60	80	100	120	133	150	172	200
1,50	320	379	413	444	465	492	-	-
1,75	274	325	354	381	399	422	452	490
2,00	240	284	310	333	349	369	395	429
2,25	213	253	275	296	310	328	351	381
2,50	192	228	248	267	279	295	316	343
2,75	175	207	225	242	254	268	287	312
3,00	160	190	206	222	233	246	263	286
3,25	148	175	190	205	215	227	243	264
3,50	137	163	177	190	199	211	226	245
3,75	118	152	165	178	186	197	211	229
4,00	99	142	155	167	174	185	198	214
4,25	84	134	146	157	164	174	186	202
4,50	72	124	138	148	155	164	176	190
4,75	61	107	130	140	147	155	166	180
5,00	53	93	124	133	140	148	158	171
5,25	46	82	118	127	133	141	151	163
5,50	40	72	110	121	127	134	144	156
5,75	35	63	97	116	121	128	137	149
6,00	31	56	87	111	116	123	132	143
6,25	-	50	77	107	112	118	126	137
6,50	-	44	69	98	107	114	122	132
6,75	-	40	62	88	103	109	117	127
7,00	-	36	56	80	97	105	113	122
7,25	-	32	51	72	88	99	108	118
7,50	-	-	46	66	80	92	101	110

Tableau 9 - Charges de vent ELS en dépression en daN/m² (référentiel NF EN 1991-1-4 son annexe nationale, et leurs amendements et corrigendum) – sur 2 appuis.

Portées (m)	Panneau en dépression sur 2 appuis (charges ELS en daN/m ²) – groupe de couleur I, II ou III- Épaisseurs du panneau sandwich (mm)							
	60	80	100	120	133	150	172	200
1,50	320	379	474	498	-	-	-	-
1,75	274	325	406	427	473	457	-	-
2,00	240	284	356	373	414	400	459	444
2,25	213	253	316	332	368	356	408	395
2,50	192	228	284	299	331	320	367	356
2,75	162	207	259	272	301	291	334	323
3,00	137	185	235	249	276	267	306	296
3,25	116	158	200	230	255	246	282	274
3,50	100	136	172	210	229	229	262	254
3,75	87	118	150	183	200	213	235	237
4,00	77	104	132	161	176	189	206	222
4,25	68	92	117	142	156	167	183	198
4,50	61	82	104	127	139	149	163	177
4,75	54	74	94	114	124	134	146	159
5,00	49	67	84	103	112	121	132	143
5,25	45	60	77	93	102	110	120	130
5,50	41	55	70	85	93	100	109	118
5,75	36	50	64	78	85	91	100	108
6,00	32	46	59	71	78	84	92	100
6,25	-	43	54	66	72	77	85	92
6,50	-	39	50	61	66	72	78	85
6,75	-	37	46	56	62	66	72	79
7,00	-	34	43	53	57	62	67	73
7,25	-	32	40	49	53	58	63	68
7,50	-	-	38	46	50	54	59	64

Tableau 10 - Charges de vent ELS en dépression en daN/m² vis-à-vis des fixations (référentiel NF EN 1991-1-4 son annexe nationale, et leurs amendements et corrigendum) - Nombre de fixations par largeur de panneau et par appui – sur 2 appuis.

Largeur de panneau	Nombre de vis par appui							
	1200			1000			600	
Portée en m	2*	3	4	2*	3	4	2*	3
2	318	477	-	382	-	-	-	-
2.25	283	424	-	339	-	-	-	-
2.5	255	382	-	305	458	-	-	-
2.75	231	347	463	278	417	-	463	-
3	212	318	424	255	382	-	424	-
3.25	196	294	392	235	352	470	392	-
3.5	182	273	364	218	327	436	364	-
3.75	170	255	339	204	305	407	339	-
4	159	239	318	191	286	382	318	477
4.25	150	225	299	180	270	359	299	449
4.5	141	212	283	170	255	339	283	424
4.75	134	201	268	161	241	322	268	402
5	127	191	255	153	229	305	255	382
5.25	121	182	242	145	218	291	242	364
5.5	116	174	231	139	208	278	231	347
5.75	111	166	221	133	199	266	221	332
6	106	159	212	127	191	255	212	318
6.25	102	153	204	122	183	244	204	305
6.5	98	147	196	117	176	235	196	294
6.75	94	141	189	113	170	226	189	283
7	91	136	182	109	164	218	182	273
7.25	88	132	176	105	158	211	176	263
7.5	85	127	170	102	153	204	170	255
Si le P_k/γ_m de la fixation utilisée est inférieur à 286 daN, la charge normale en dépression peut être obtenue à partir de la formule donnée au § 6.52.								
* Hors zones sismiques 2, 3 et 4 pour les bâtiments de catégories d'importance III et IV (cf. §.7).								

Tableau 11 - Charges de vent ELS en pression en daN/m² (référentiel NF EN 1991-1-4 son annexe nationale, et leurs amendements et corrigendum) – sur 3 appuis

Portées (m)	Panneau en pression sur 3 appuis (charges ELS en daN/m ²) – groupe de couleur I, II ou III- Épaisseurs du panneau sandwich (mm)							
	60	80	100	120	133	150	172	200
1,50	156	181	209	238	258	285	321	368
1,75	133	153	176	200	216	238	268	308
2,00	116	133	152	172	186	204	230	263
2,25	103	118	134	151	163	179	201	230
2,50	93	106	120	136	146	160	179	204
2,75	85	97	110	123	132	144	161	183
3,00	79	89	101	112	121	131	146	167
3,25	73	83	93	104	111	121	135	153
3,50	68	77	87	97	103	112	125	141
3,75	64	72	81	90	96	105	116	131
4,00	60	68	76	85	91	98	109	123
4,25	57	64	72	80	85	93	102	115
4,50	54	61	68	76	81	88	97	109
4,75	-	58	65	72	77	83	92	103
5,00	-	55	62	69	73	79	87	98
5,25	-	53	59	66	70	76	83	93
5,50	-	-	57	63	67	72	79	89
5,75	-	-	54	60	64	69	76	85
6,00	-	-	52	58	62	67	73	82
6,25	-	-	-	56	59	64	70	78
6,50	-	-	-	54	57	62	68	76
6,75	-	-	-	-	55	60	65	73
7,00	-	-	-	-	53	58	63	70
7,25	-	-	-	-	-	-	61	68
7,50	-	-	-	-	-	-	-	66

Tableau 12 - Charges de vent ELS en dépression en daN/m² (référentiel NF EN 1991-1-4 son annexe nationale, et leurs amendements et corrigendum) - sur 3 appuis

Portées (m)	Panneau en dépression sur 3 appuis (charges ELS en daN/m ²) – groupe de couleur I, II ou III- Épaisseurs du panneau sandwich (mm)							
	60	80	100	120	133	150	172	200
1,50	237	288	373	398	449	436	-	-
1,75	201	243	314	334	377	365	430	421
2,00	175	211	272	288	324	314	370	361
2,25	156	187	239	253	285	275	323	316
2,50	129	168	214	226	254	245	288	280
2,75	100	152	194	204	229	221	259	252
3,00	79	122	174	187	209	201	236	229
3,25	65	98	139	172	193	185	216	210
3,50	54	81	114	153	175	171	200	194
3,75	46	68	95	127	144	160	186	180
4,00	39	58	80	106	120	133	153	168
4,25	34	50	69	91	102	112	128	148
4,50	30	43	59	78	88	96	109	124
4,75	-	38	52	68	76	83	93	105
5,00	-	34	46	60	67	72	81	90
5,25	-	30	41	53	59	63	71	78
5,50	-	-	37	47	53	56	62	69
5,75	-	-	33	43	47	50	55	60
6,00	-	-	30	39	42	45	49	54
6,25	-	-	-	35	39	41	44	48
6,50	-	-	-	32	35	37	40	43
6,75	-	-	-	-	32	34	37	39
7,00	-	-	-	-	30	31	33	35
7,25	-	-	-	-	-	-	31	32
7,50	-	-	-	-	-	-	-	30

Tableau 13 - Charges de vent ELS en dépression en daN/m² vis-à-vis des fixations (référentiel NF EN 1991-1-4 son annexe nationale, et leurs amendements et corrigendum) - Nombre de fixations par largeur de panneau et par appui – sur 3 appuis.

Largeur de panneau	Nombre de vis par appui							
	1200			1000			600	
Portée en m	2 *	3	4	2 *	3	4	2 *	3
2	127	191	255	153	229	305	255	382
2.25	113	170	226	136	204	272	226	339
2.5	102	153	204	122	183	244	204	305
2.75	93	139	185	111	167	222	185	278
3	85	127	170	102	153	204	170	255
3.25	78	117	157	94	141	188	157	235
3.5	73	109	145	87	131	175	145	218
3.75	68	102	136	81	122	163	136	204
4	64	95	127	76	115	153	127	191
4.25	60	90	120	72	108	144	120	180
4.5	57	85	113	68	102	136	113	170
4.75	54	80	107	64	96	129	107	161
5	51	76	102	61	92	122	102	153
5.25	48	73	97	58	87	116	97	145
5.5	46	69	93	56	83	111	93	139
5.75	44	66	89	53	80	106	89	133
6	42	64	85	51	76	102	85	127
6.25	41	61	81	49	73	98	81	122
6.5	39	59	78	47	70	94	78	117
6.75	38	57	75	45	68	91	75	113
7	36	55	73	44	65	87	73	109
7.25	35	53	70	42	63	84	70	105
7.5	34	51	68	41	61	81	68	102
<p>Si le P_k/γ_m de la fixation utilisée est inférieur à 286 daN, la charge normale en dépression peut être obtenue à partir de la formule donnée au § 6.52.</p> <p>* Hors zones sismiques 2, 3 et 4 pour les bâtiments de catégories d'importance III et IV (cf.§.7).</p>								

Tableau 14 – Références des vis utilisables en zones de sismicité 3 et 4

Type de support	Société L.R. ETANCO		Société FAYNOT		Société SFS INTEC	
	Acier cimenté	Acier inoxydable	Acier cimenté	Acier inoxydable	Acier cimenté	Acier inoxydable
Support métallique Epaisseur ≥ 5 mm	ZACROVIS 12 DF - Revt. 2C ou + TH12 5,5 ou 6,3 x L + Vi19 ou Vi 22 mm	DRILLNOX 12 DF - TH8 5,5 x L + Vi 19 ou Vi 22 mm	Vis Tétalu ou Tétinox P13 6,3 x L TK12 double filet + vulca Ø19 mm	Vis TH P13 inox Ø5,5 x L FAYNOT double filet + vulca Ø19 mm ou Vis TH inox Ø6,3 x L double filet FAYNOT + vulca Ø19 mm	* SDTZ14- S19- 5,5 x L	Vis autotarau- deuse inox TDB- S-S19-6,3xL ou SXC14-S19- 5,5 x L
Support métallique Epaisseur ≥ 1,5 mm et ≤ 5 mm	ZACROVIS 5 DF - Revt. 2C ou + TH12 5,5 x L + Vi 19 ou Vi 22	DRILLNOX 4 DF - TH8 5,5xL + Vi 19 ou Vi 22 mm	Vis Tétalu ou Tétinox P5 6,3 x L TK12 double filet + vulca Ø19 mm	Vis TH P5 inox Ø5,5 x L FAYNOT double filet + vulca Ø19 mm ou Vis TH inox Ø6,3 x L filet sous tête FAYNOT + vulca Ø19 mm	* SDTZ 5-S19- 5,5 x L	Vis autotarau- deuse Inox TDA-S-S19- 6,5xL ou SXC 5 - S19- 5,5 x L
Support bois	ZACROVIS BOIS DF2C - TH12 6,5 x L + Vi 19 ou Vi 22 mm	DRILLNOX BOIS DF - TH8 6,5 x L + Vi 19 ou Vi 22 mm	Vis Tétalu ou Tétinox P1 6,3 x L TK12 double filet + vulca Ø19 mm	Vis TH P1 inox Ø6,3 x L FAYNOT double filet + vulca Ø19 mm ou Vis TH inox Ø6,3 x L filet sous tête FAYNOT + vulca Ø19 mm	* SWTZ3 -S19- 6,5 x L	Vis autotarau- deuse Inox TDA-S-S19- 6,5xL ou SXCW-S19- 6,5 x L

* Vis faisant l'objet d'une Evaluation Technique Préalable de Matériau (ETPM) sur les vis SFS Intec à tête moulée sertie ZAMAK.

Tableau 15 – portées maximales vis-à-vis des actions sismiques – Panneau d'épaisseur 200 mm

	Zones de sismicité	Bâtiments de catégorie d'importance				Classes de sol
		I	II	III	IV	
	Panneau 200 mm (Largeur utile 1200 mm)	3	-	-	-	-
-			-	-	-	B
-			-	-	-	C
-			-	-	7,10	D
-			-	-	6,30	E
4		-	-	-	-	A
		-	-	-	6,40	B
		-	-	6,80	5,80	C
		-	-	6,35	5,40	D
		-	6,80	5,00	4,80	E
Panneau 200 mm (Largeur utile 1000 mm)	Zones de sismicité	Bâtiments de catégorie d'importance				Classes de sol
		I	II	III	IV	II
	4	-	-	-	-	A
		-	-	-	-	B
		-	-	-	6,90	C
		-	-	-	6,50	D
		-	-	6,80	6,00	E
Panneau 200 mm (Largeur utile 900 mm)	Zone de sismicité	Bâtiments de catégorie d'importance				Classes de sol
		I	II	III	IV	
	4	-	-	-	-	A
		-	-	-	-	B
		-	-	-	-	C
		-	-	-	7,20	D
		-	-	6,70	6,40	E
	- : Pas de limitation autre que celle donnée dans les tableaux de portées aux effets du vent. Rappel : Ces portées maximales d'utilisation doivent également être vérifiées par rapport aux effets du vent.					

Tableau 16 – portées maximales vis-à-vis des actions sismiques – Panneau d'épaisseur 172 mm

	Zones de sismicité	Bâtiments de catégorie d'importance				Classes de sol
		I	II	III	IV	
Panneau 172 mm (Largeur utile 1200 mm)	3	-	-	-	-	A
		-	-	-	-	B
		-	-	-	-	C
		-	-	-	-	D
		-	-	-	7,00	E
	4	-	-	-	-	A
		-	-	-	7,10	B
		-	-	-	6,40	C
		-	-	7,00	6,00	D
		-	-	5,55	5,30	E
Panneau 172 mm (Largeur utile 1000 mm)	Zones de sismicité	Bâtiments de catégorie d'importance				Classes de sol
		I	II	III	IV	II
	4	-	-	-	-	A
		-	-	-	-	B
		-	-	-	-	C
		-	-	-	7,20	D
		-	-	-	6,40	E
Panneau 172 mm (Largeur utile 900 mm)	Zone de sismicité	Bâtiments de catégorie d'importance				Classes de sol
		I	II	III	IV	
	4	-	-	-	-	A
		-	-	-	-	B
		-	-	-	-	C
		-	-	-	-	D
		-	-	-	7,10	E
	- : Pas de limitation autre que celle donnée dans les tableaux de portées aux effets du vent. Rappel : Ces portées maximales d'utilisation doivent également être vérifiées par rapport aux effets du vent.					

Tableau 17 – portées maximales vis-à-vis des actions sismiques – Panneau d'épaisseur 150 mm

Panneau 150 mm (Largeur utile 1200 mm)	Zones de sismicité	Bâtiments de catégorie d'importance				Classes de sol
		I	II	III	IV	
	4	-	-	-	-	A
-		-	-	-	B	
-		-	-	7,00	C	
-		-	-	6,60	D	
-		-	6,10	5,85	E	
Panneau 150 mm (Largeur utile 1000 mm)	Zones de sismicité	Bâtiments de catégorie d'importance				Classes de sol
		I	II	III	IV	II
	4	-	-	-	-	A
		-	-	-	-	B
		-	-	-	-	C
		-	-	-	-	D
		-	-	-	7,00	E
- : Pas de limitation autre que celle donnée dans les tableaux de portées aux effets du vent. Rappel : Ces portées maximales d'utilisation doivent également être vérifiées par rapport aux effets du vent.						

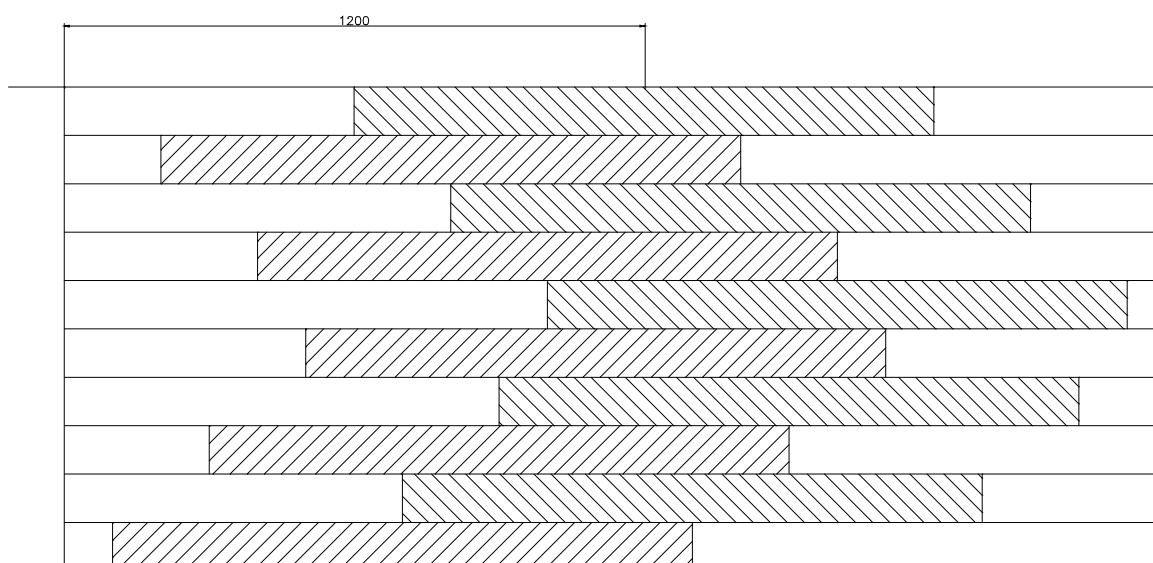
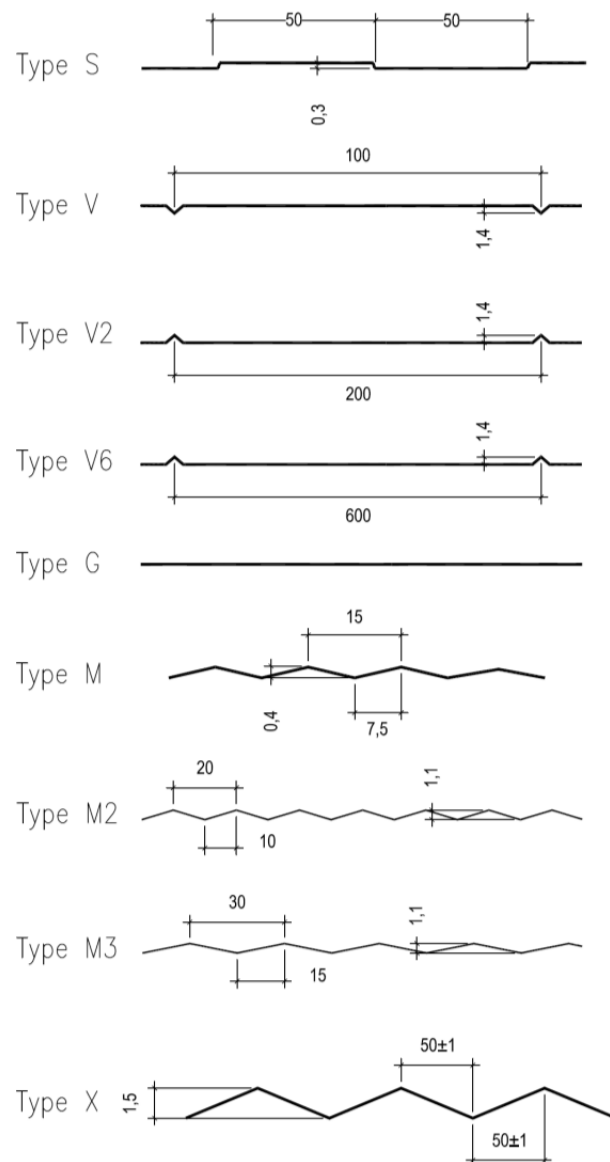
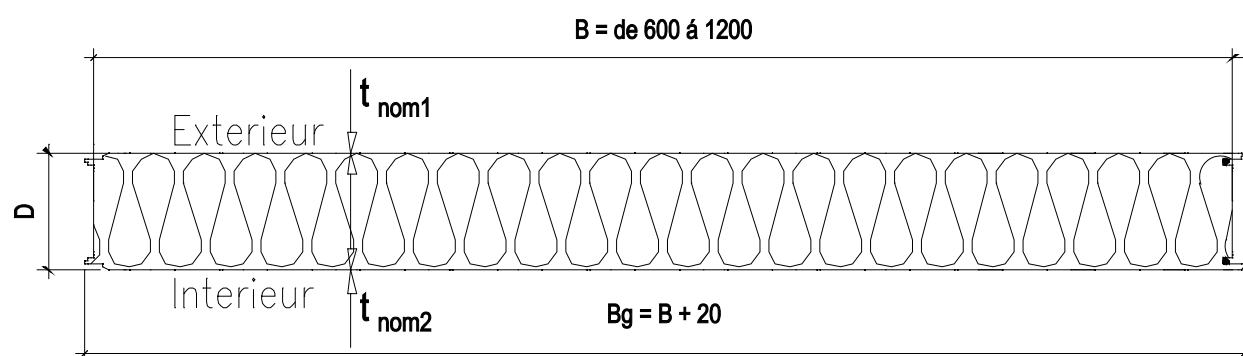
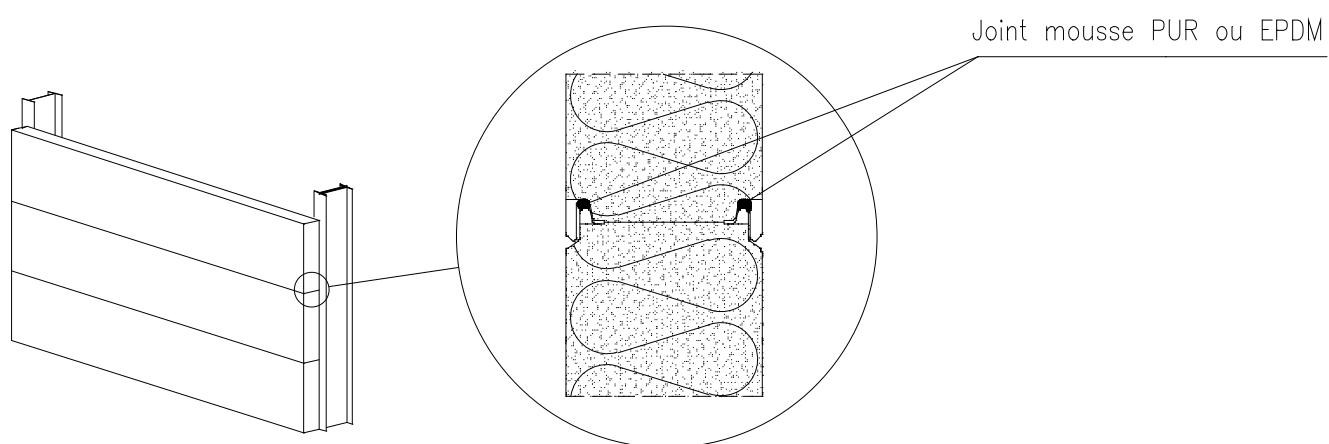
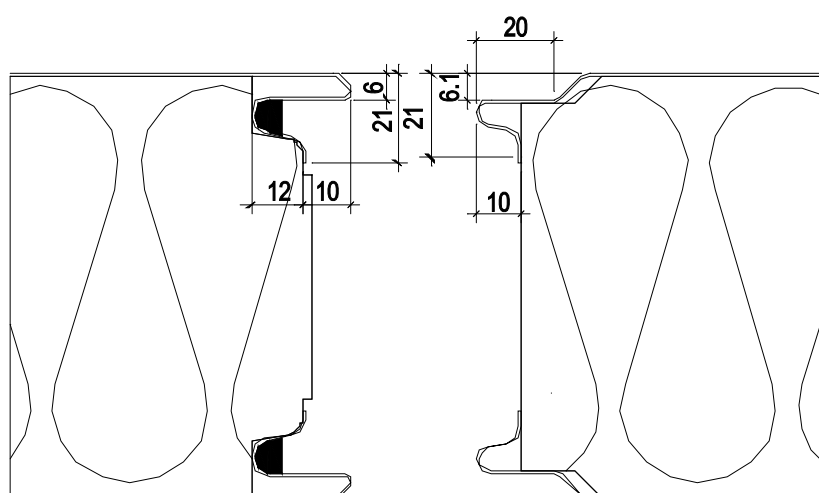


Figure 1 – Géométrie des parements et mise en place des lamellas

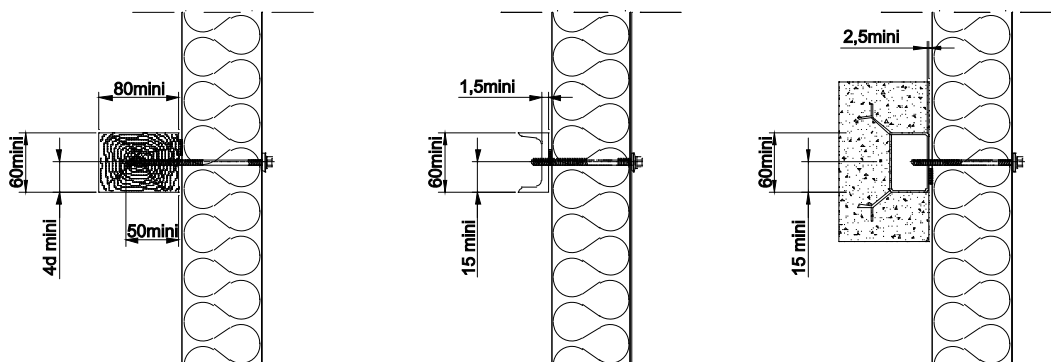


$D = 60, 80, 100, 120, 133, 150, 172, 200 \text{ mm}$



Joint mousse PUR 7×7 mm

Figure 1 bis - Emboîtement



Appui intermédiaire

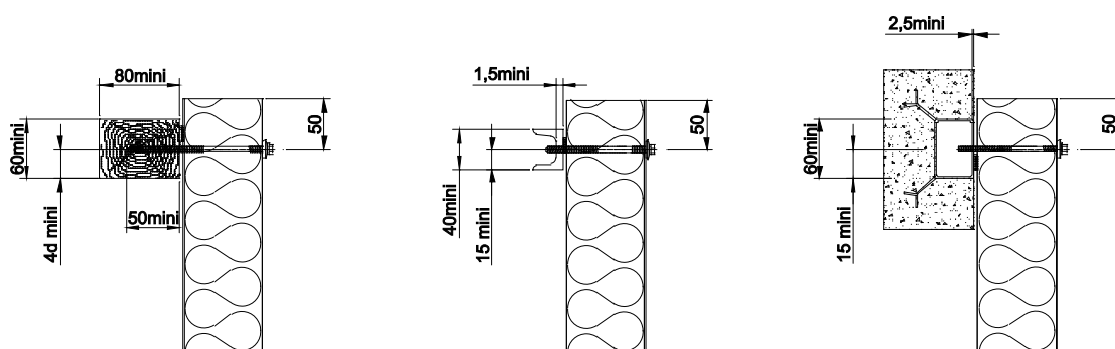
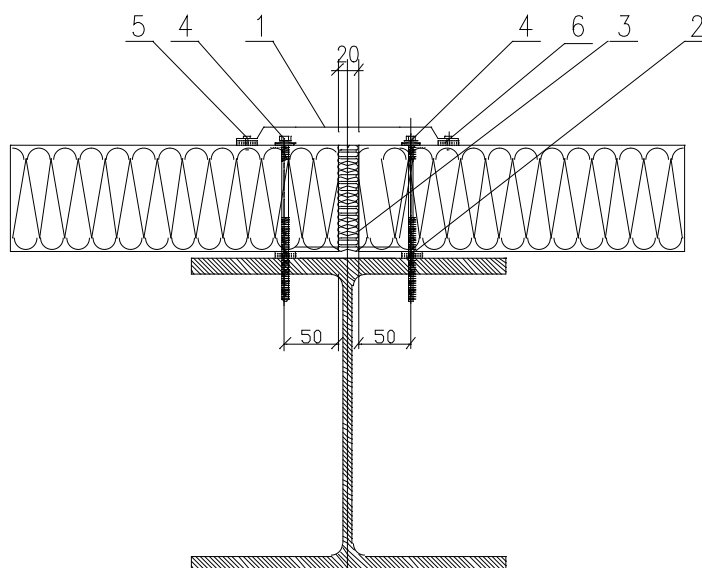


Figure 2 – Dimensions minimales des appuis



1	Couvre - joint
2	Joint d'étanchéité
3	Laine de roche
4	Fixation
5	Rivet (2/m)
6	Joint d'étanchéité

Largeurs d'appuis : cf. §6.3 tableau 7.

Figure 3 – Jonction verticale en pose horizontale

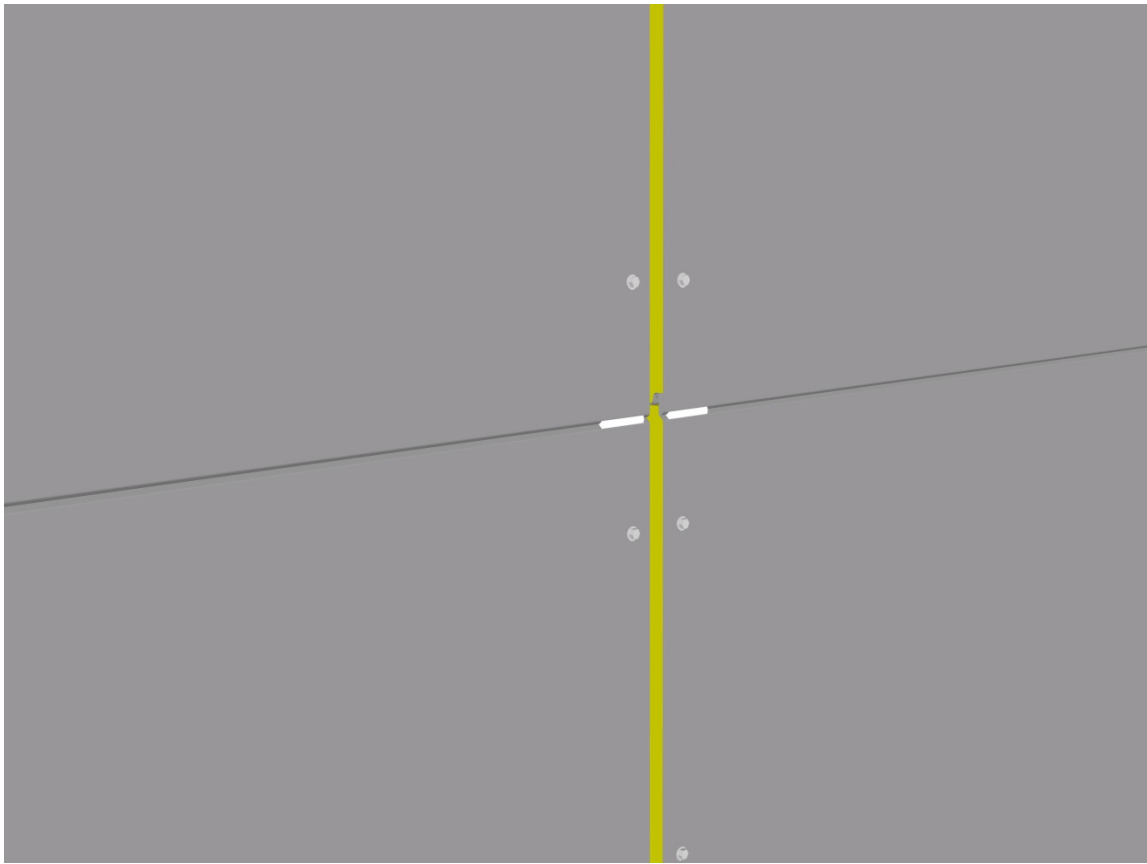


Figure 3 bis – Mise en place d'un cordon de mastic silicone au niveau de l'emboitement

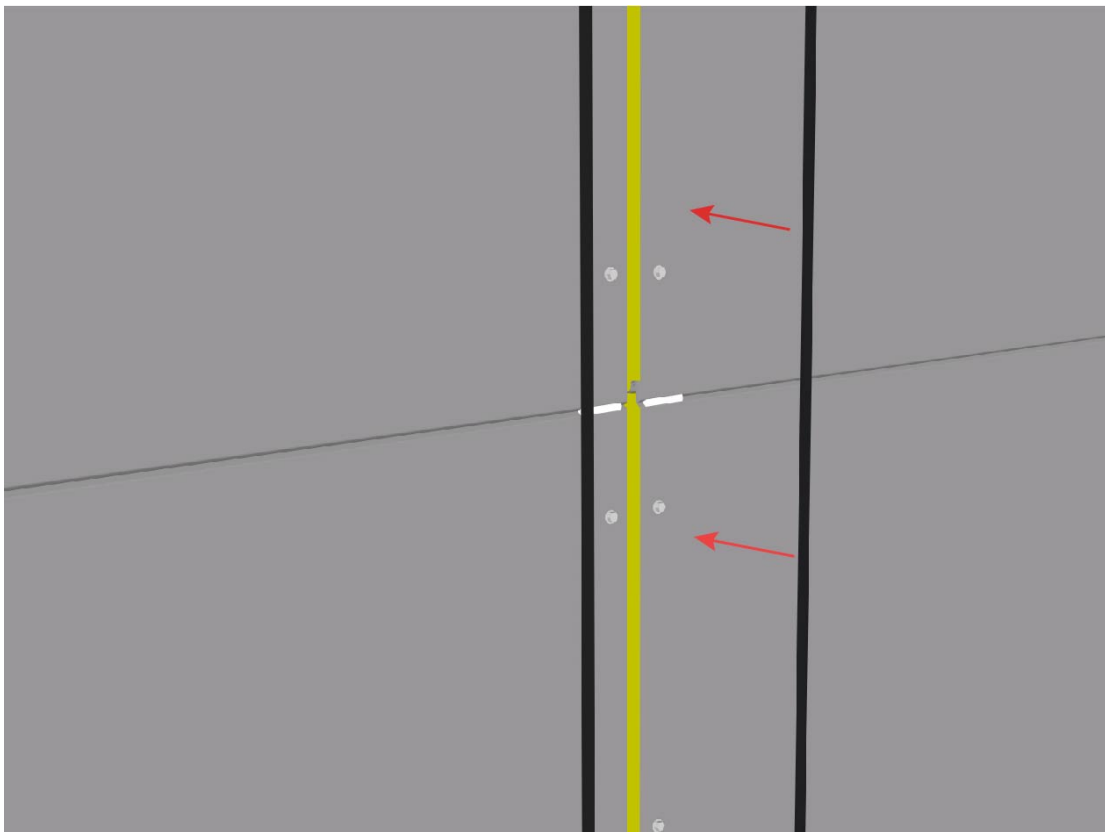
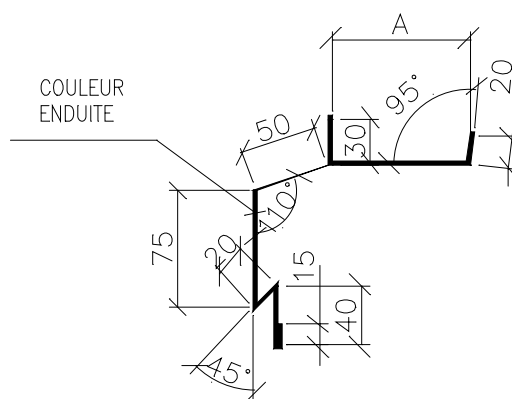
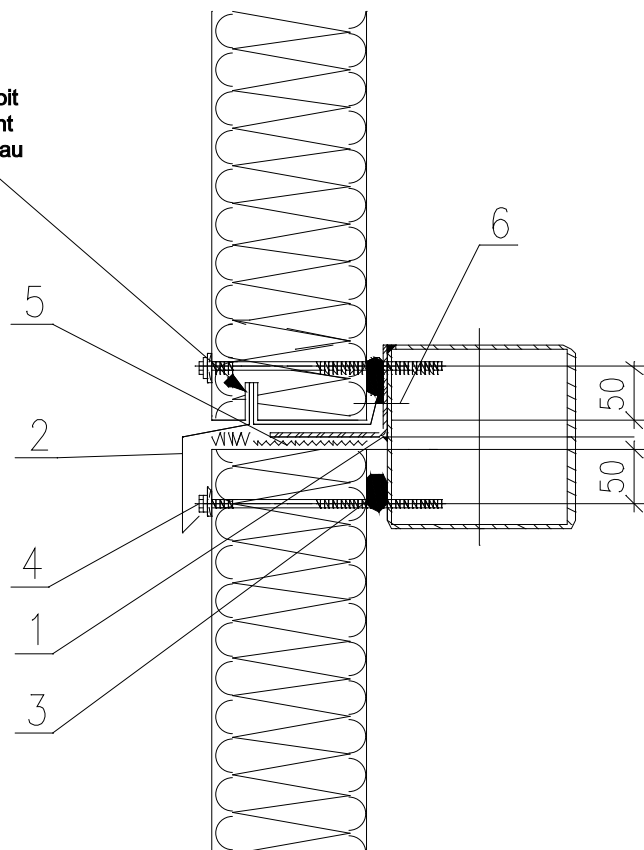


Figure 3 ter –Croisement avec les compléments d'étanchéité verticaux

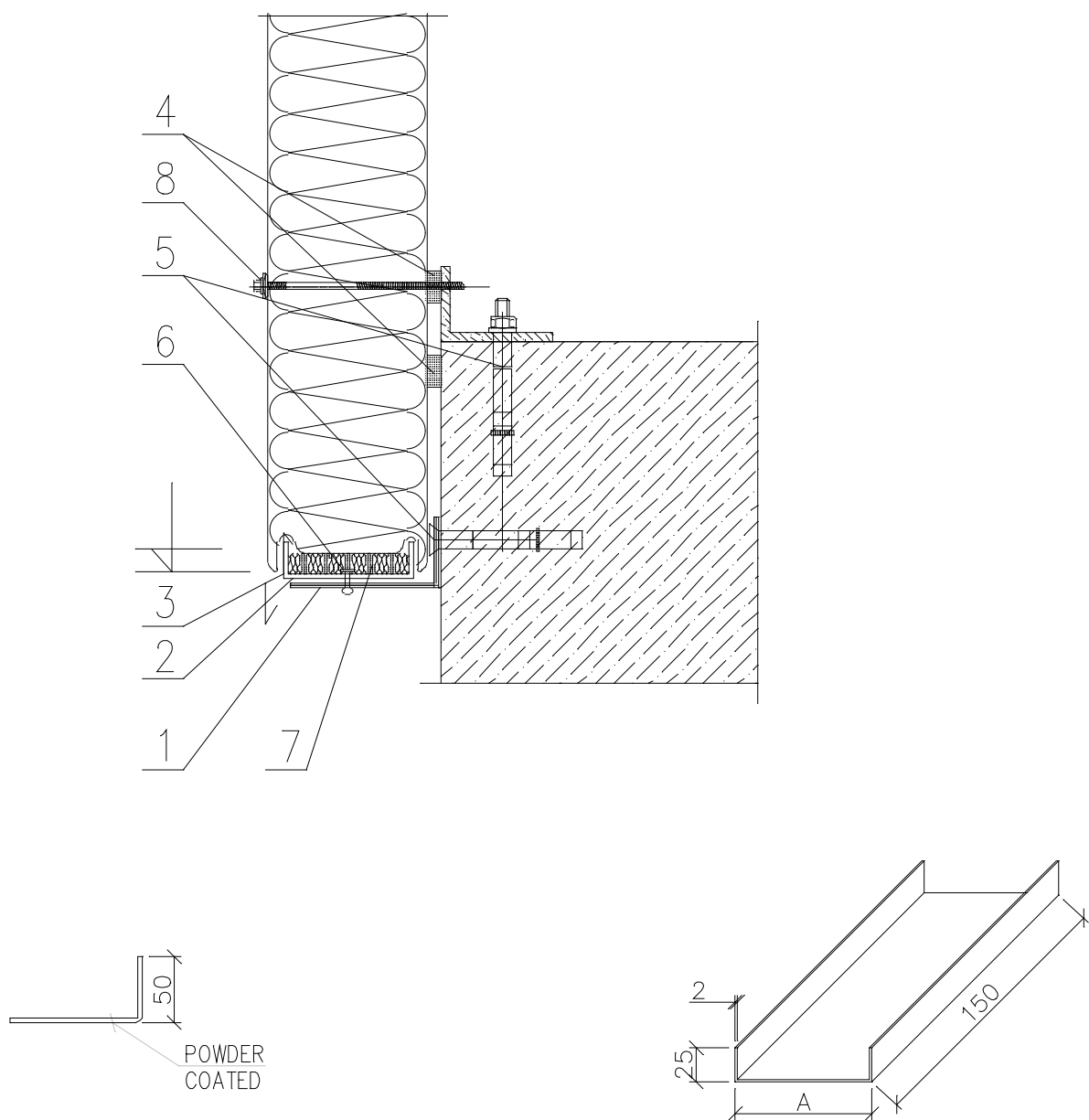
Un trait de scie doit
etre effectué avant
la pose du panneau



Epaisseur du panneau	50	60	80	100	120	150	200	240
A	/	28	48	68	88	118	168	208
Largeur de la toile	/	308	328	348	368	398	448	488

1	Profil support
2	Bavette rejet d'eau
3	Complément d'étanchéité
4	Vis
5	Complément d'isolation thermique en laine de roche
6	Rivet (min 2/m)

Figure 4 – jonction horizontale en pose verticale

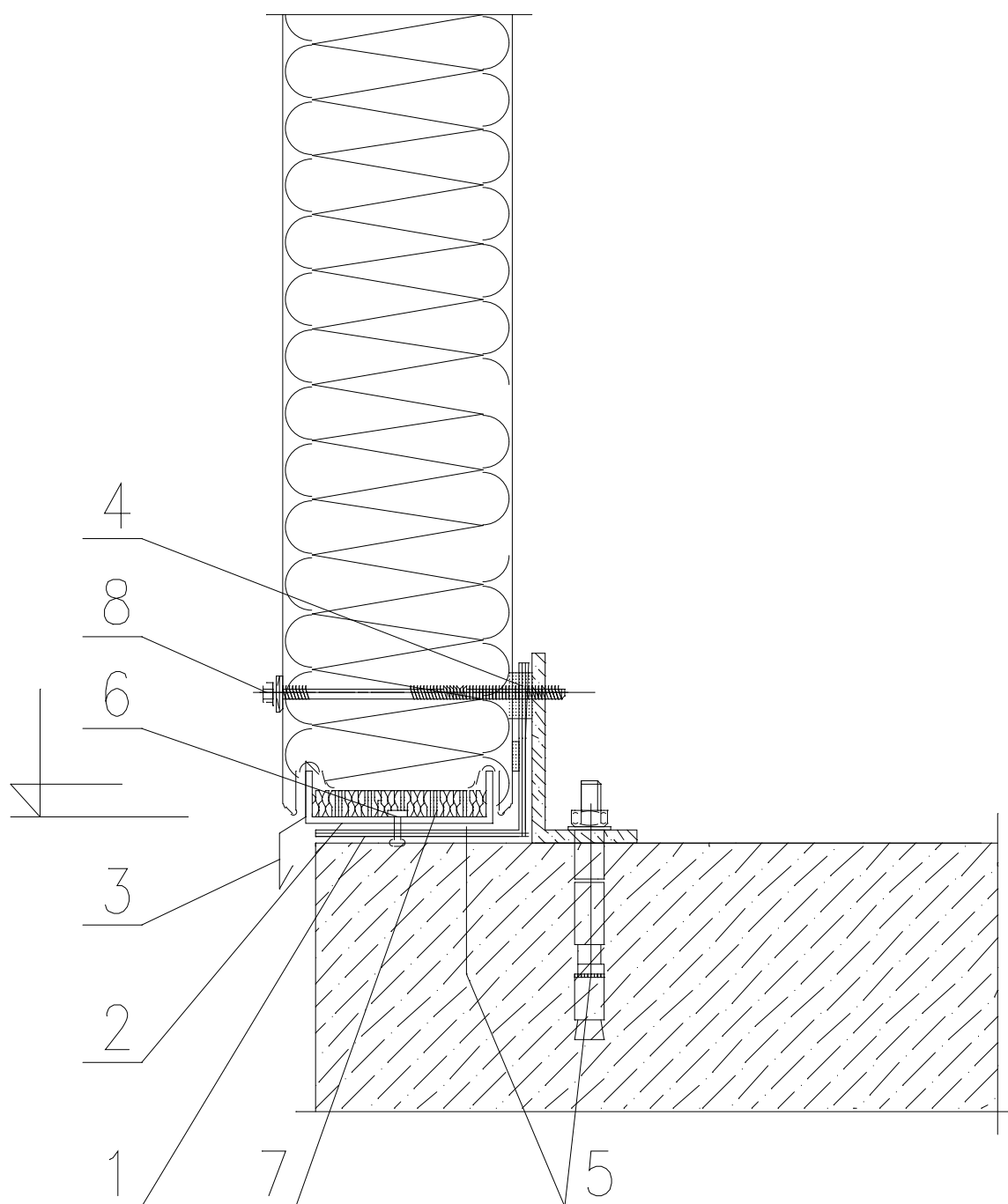


Epaisseur du panneau	50	60	80	100	120	133	150	172	200	240
A	30	40	60	80	100	113	130	152	180	220
B	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

Epaisseur du panneau	50	60	80	100	120	133	150	172	200	240
A	34	44	64	84	104	117	134	156	184	224

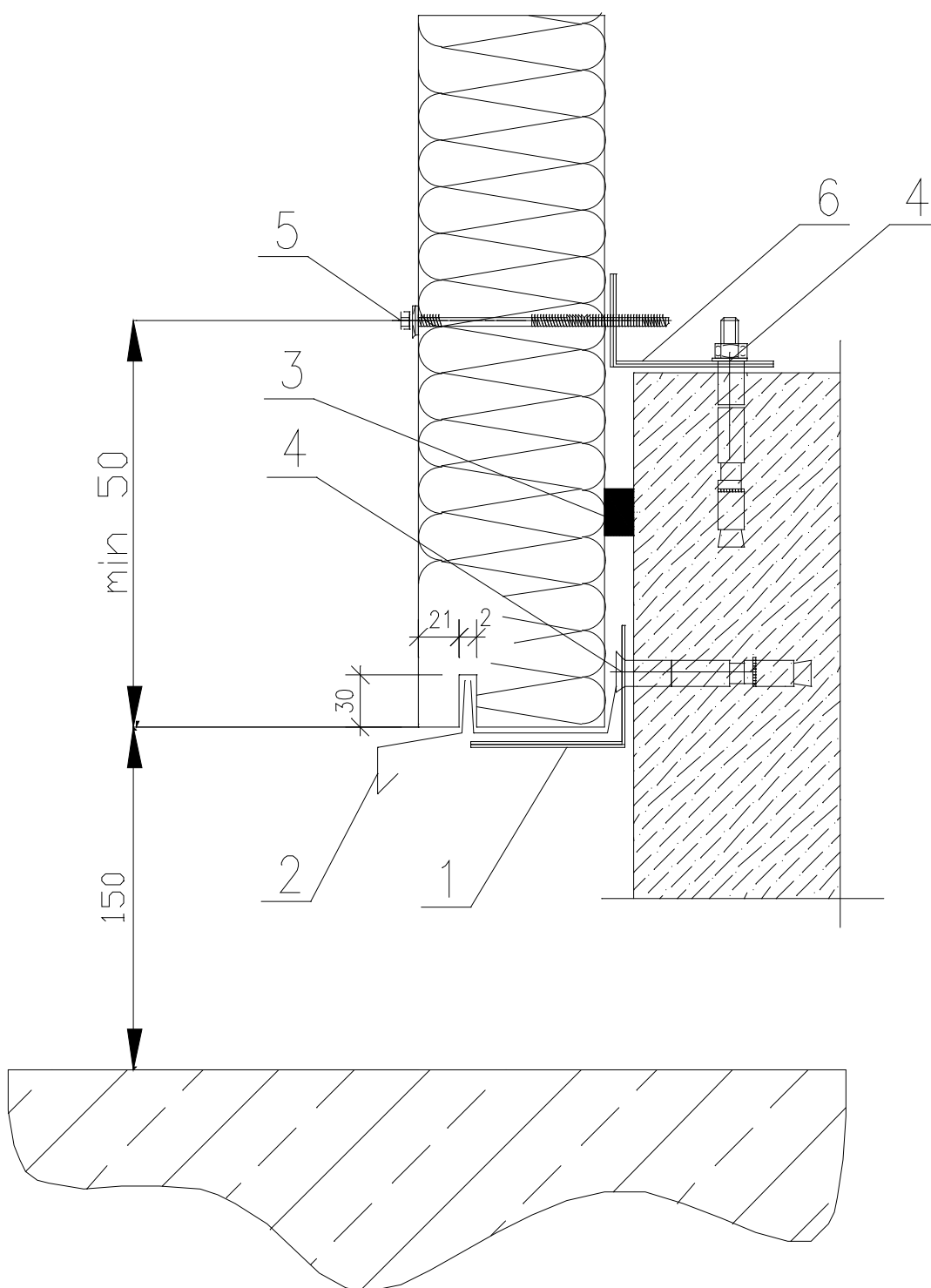
1	Profil support, t= 2 mm, 220 GD
2	U support (1pcs/m), 220 GD
3	Bavette rejet d'eau
4	Complément d'étanchéité PE 3x15
5	Vis d'ancrage
6	Rivet (min 1pcs/m)
7	Complément d'isolation thermique en laine de roche
8	Fixation

Figure 5 – Pied de bardage – Pose horizontale



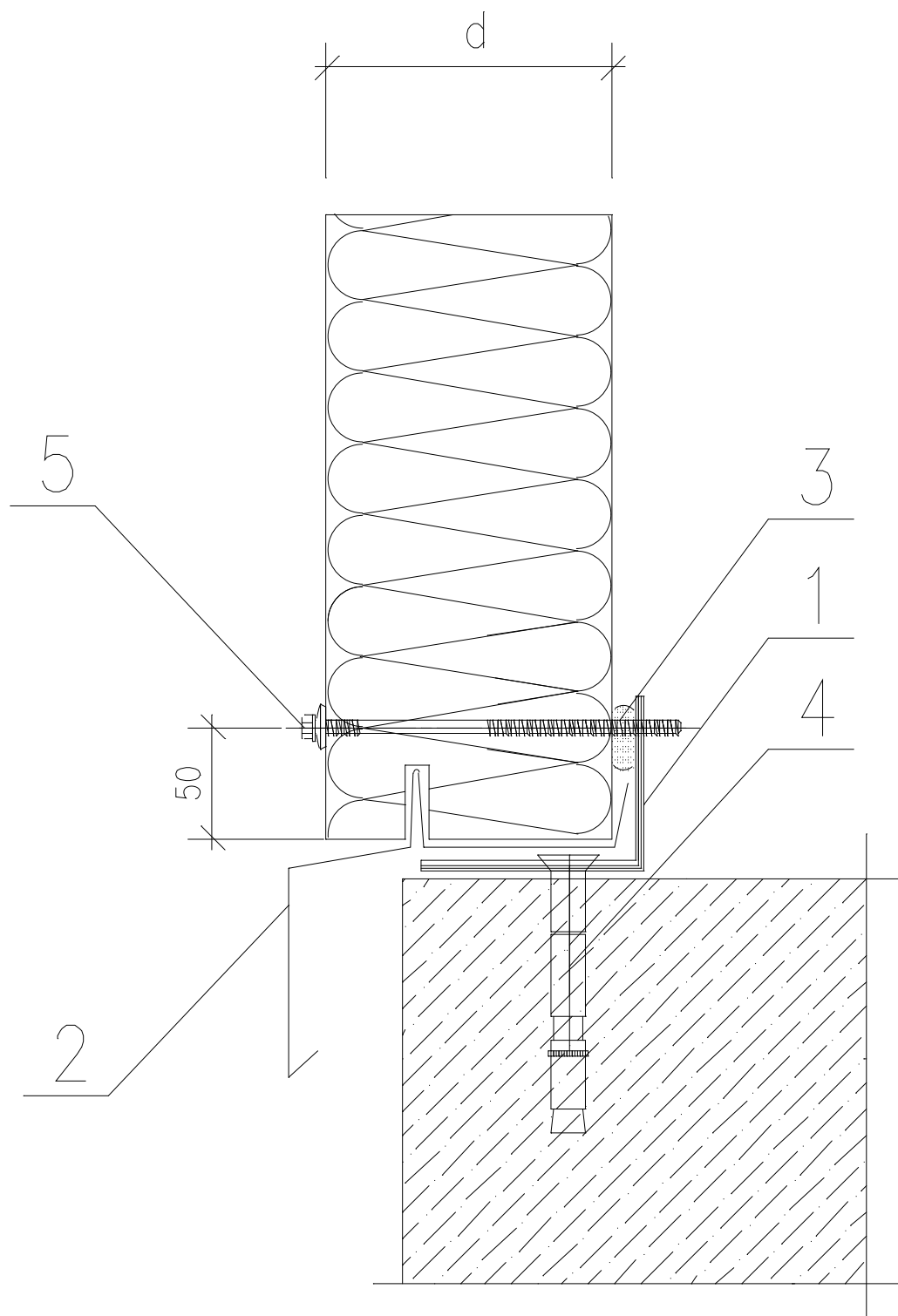
1	Profil support, t= 2 mm, 220 GD
2	U support (1pcs/m), 220 GD
3	Bavette rejet d'eau
4	Complément d'étanchéité PE 3x15
5	Vis d'ancrage
6	Rivet (min 1 pcs/m)
7	Complément d'isolation thermique en laine de roche
8	Fixation

Figure 6 – Pied de bardage – Pose horizontale



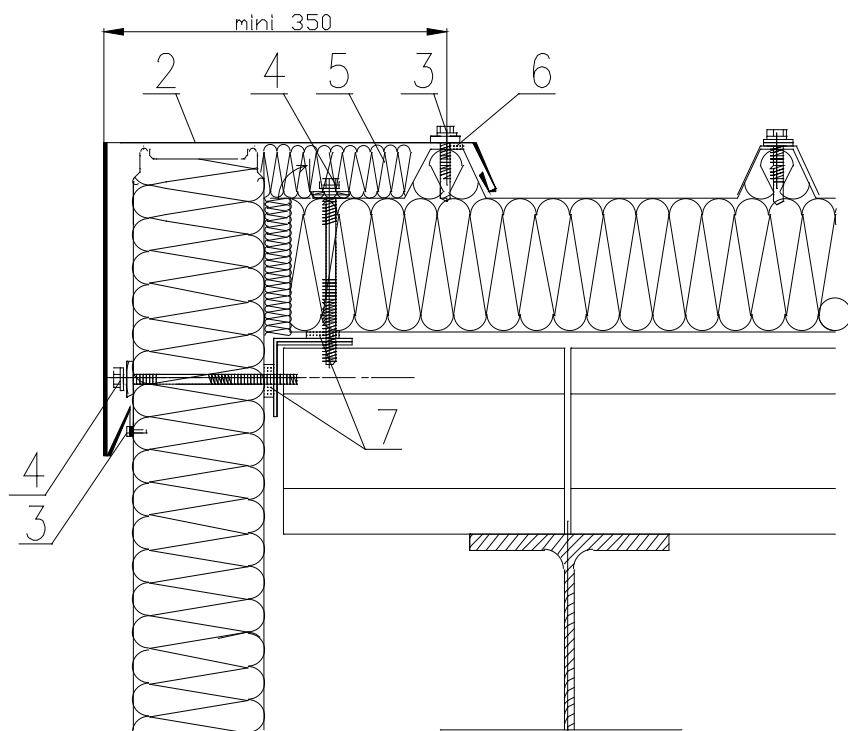
1	Profil support, t= 2 mm, DX51D
2	Bavette rejet d'eau
3	Complément d'étanchéité PE 3x15
4	Fixation (min 1 pcs/m)
5	Vis
6	Cornière

Figure 7 – Pied de bardage – Pose verticale

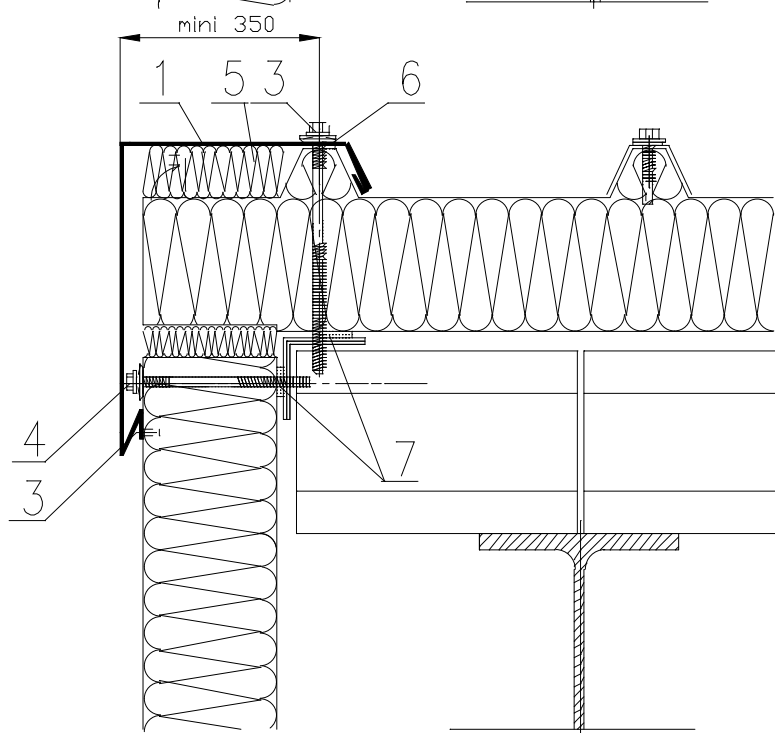


1	Profil support, t= 2 mm, 220 GD
2	Bavette rejet d'eau
3	Complément d'étanchéité PE 3x15
4	Fixation (min 1 pcs/m)
5	Vis

Figure 8 – Pied de bardage – Pose verticale



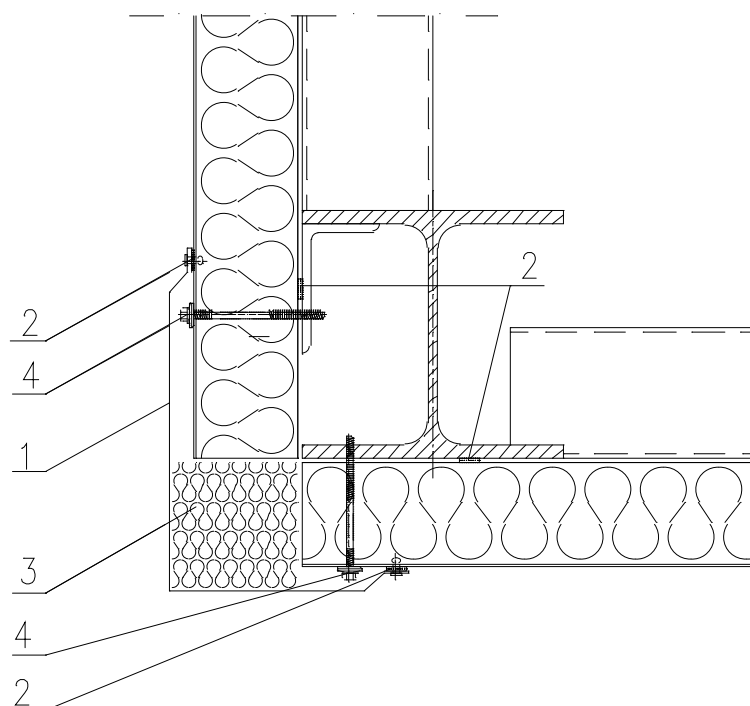
Pose horizontale



Pose verticale

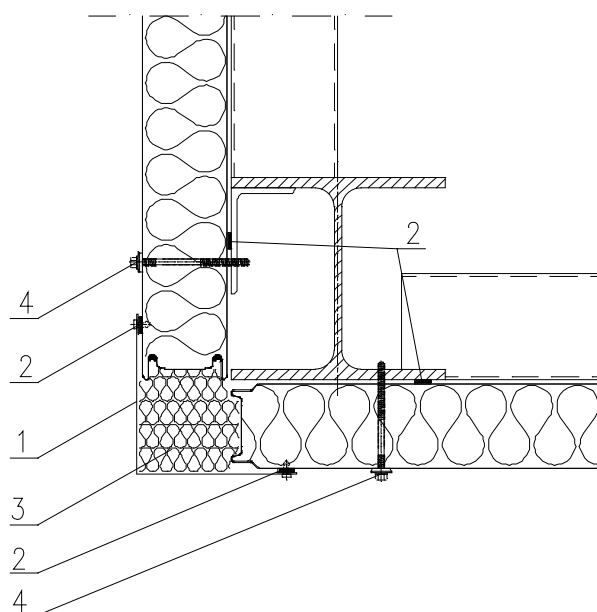
1	Bandeau de faitage
2	Bandeau de faitage
3	Vis à couture
4	Vis
5	Laine de roche
6	Complément d'étanchéité
7	Complément d'étanchéité

Figure 9 – Tête de bardage



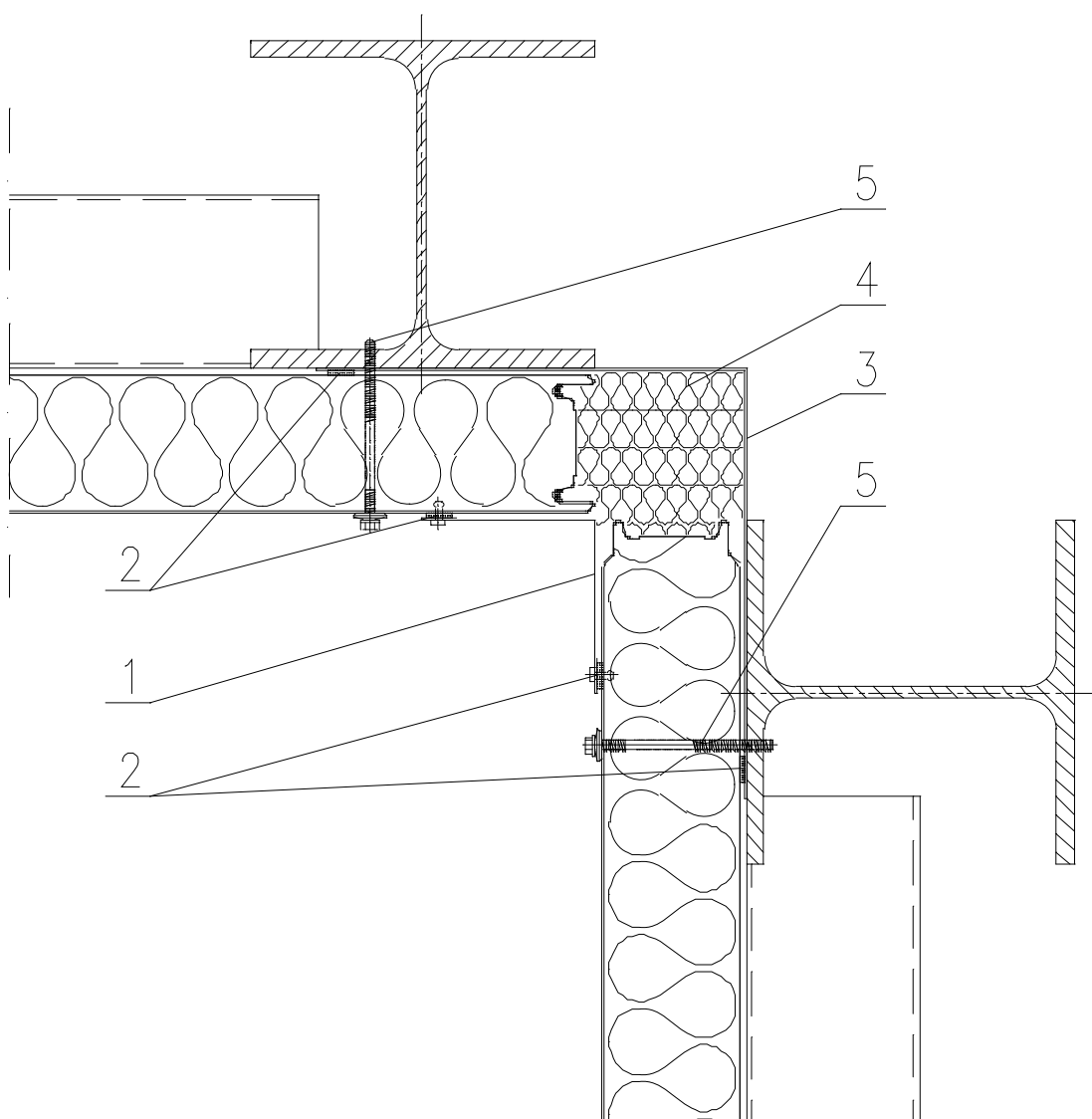
1	Façonné d'angle extérieur
2	Complément d'étanchéité
3	Complément d'isolation thermique en laine de roche
4	Vis

Figure 10 – Angle sortant – Pose horizontale



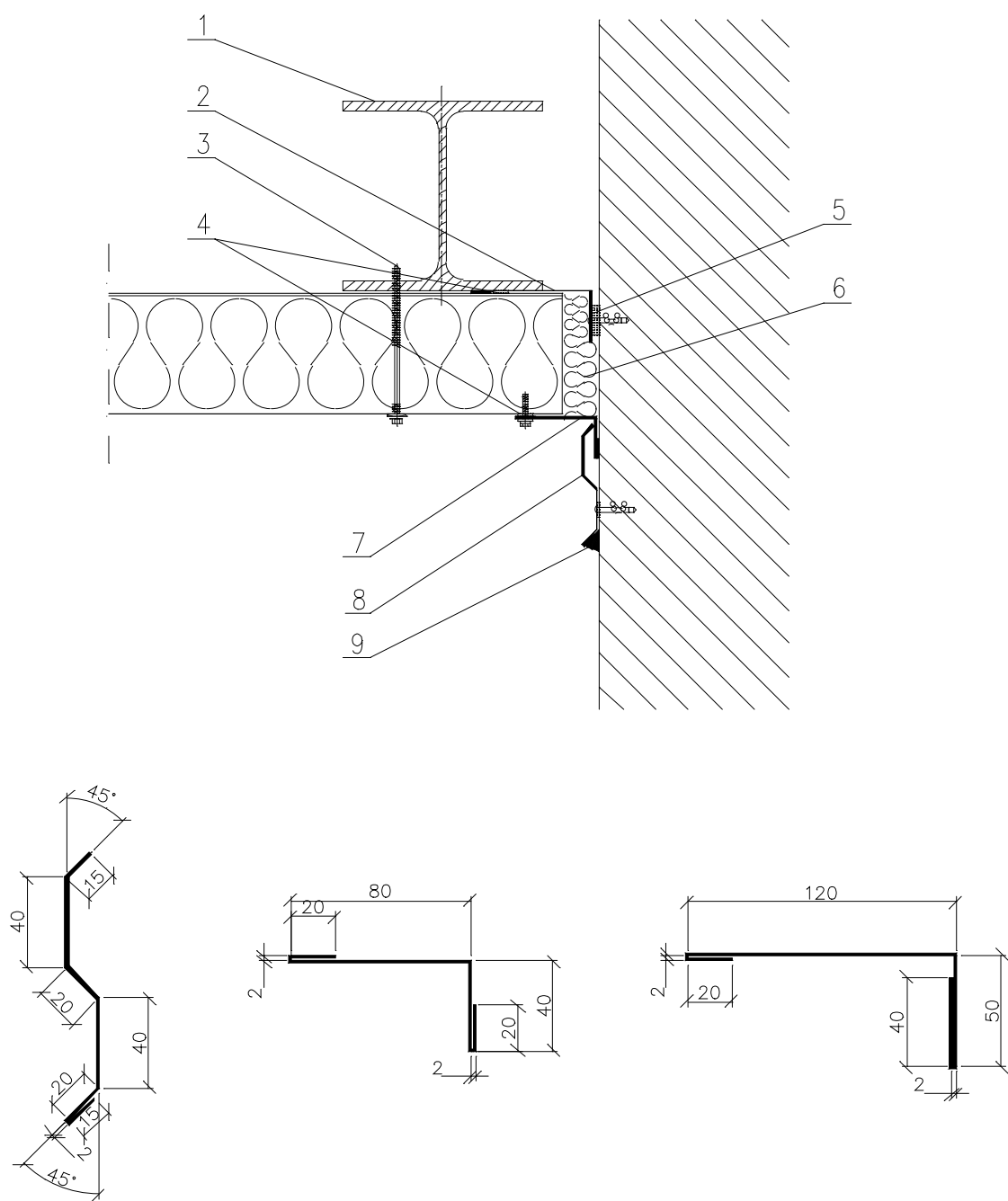
1	Façonné d'angle extérieur
2	Complément d'étanchéité
3	Complément d'isolation thermique en laine de roche
4	Vis

Figure 11 – Angle sortant – Pose verticale



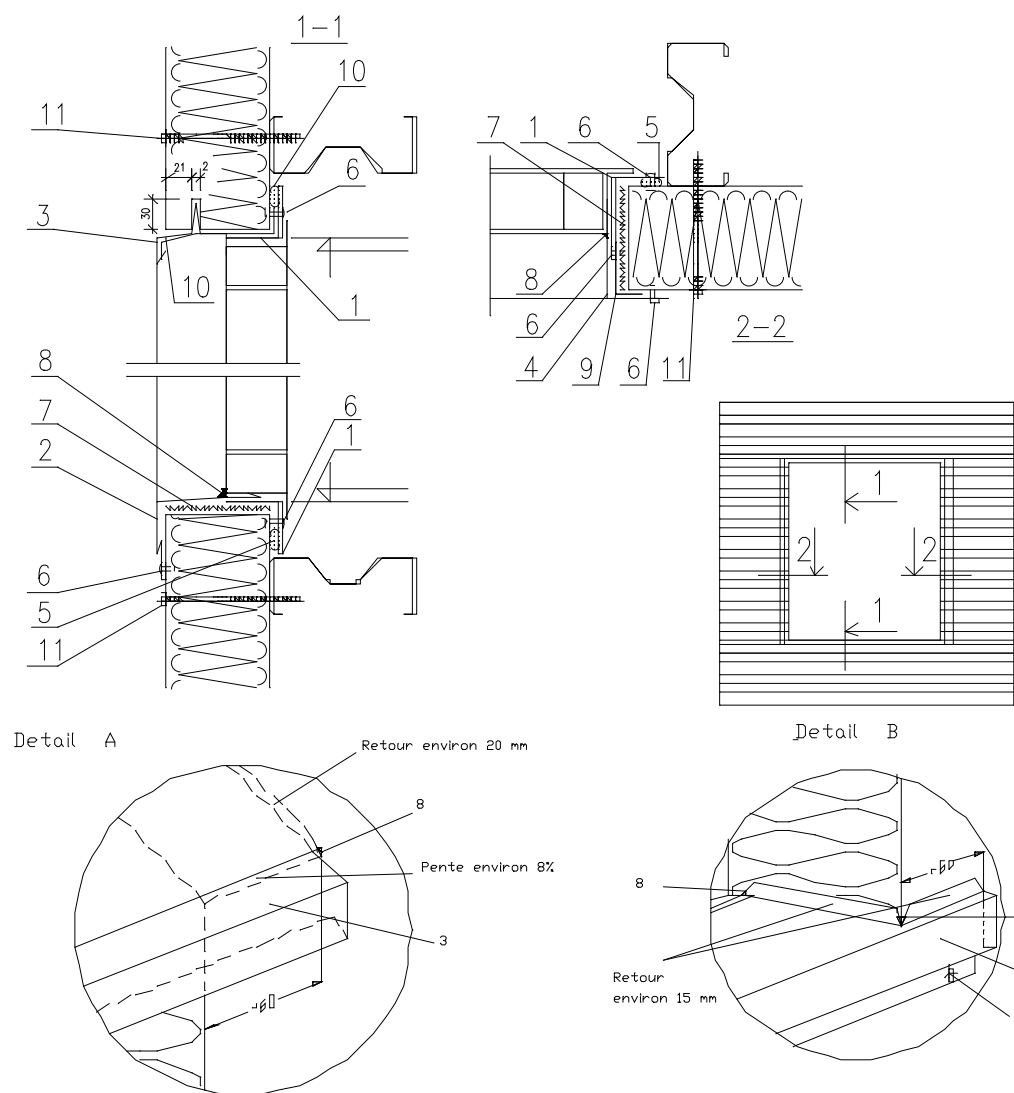
1	Façonné d'angle extérieur
2	Complément d'étanchéité
3	Calfeutrement
4	Complément d'isolation en laine de roche
5	Vis

Figure 12 – Angle rentrant – Pose verticale



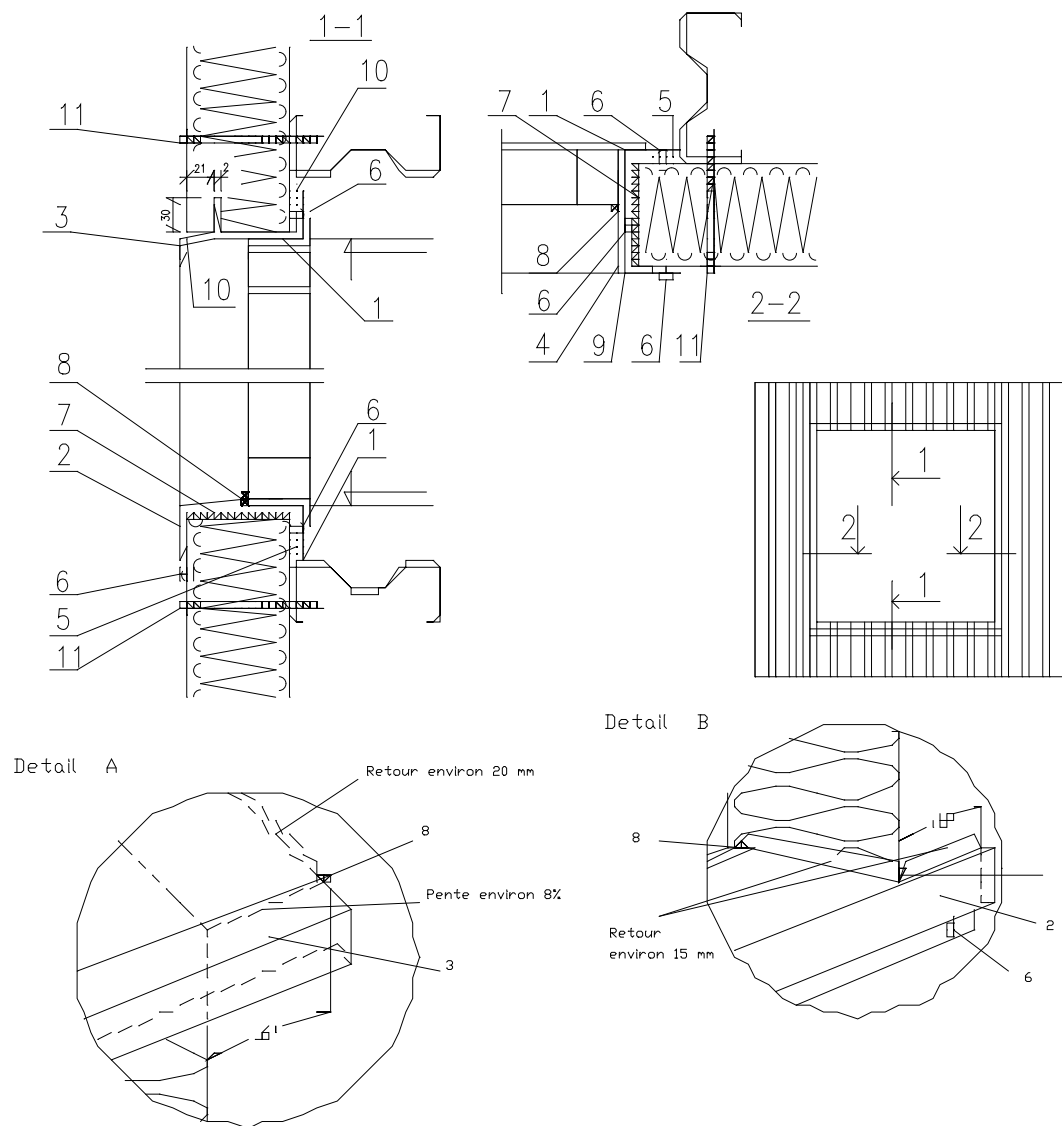
1	Ossature
2	Calfeutrement
3	Vis
4	Complément d'étanchéité 3x15
5	Complément d'étanchéité 2/10x15
6	Complément d'isolation en laine de roche
7	Pièce de finition
8	Pièce de finition
9	Joint silicone

Figure 13 – Rive contre mur – Panneaux posés verticalement et horizontaux



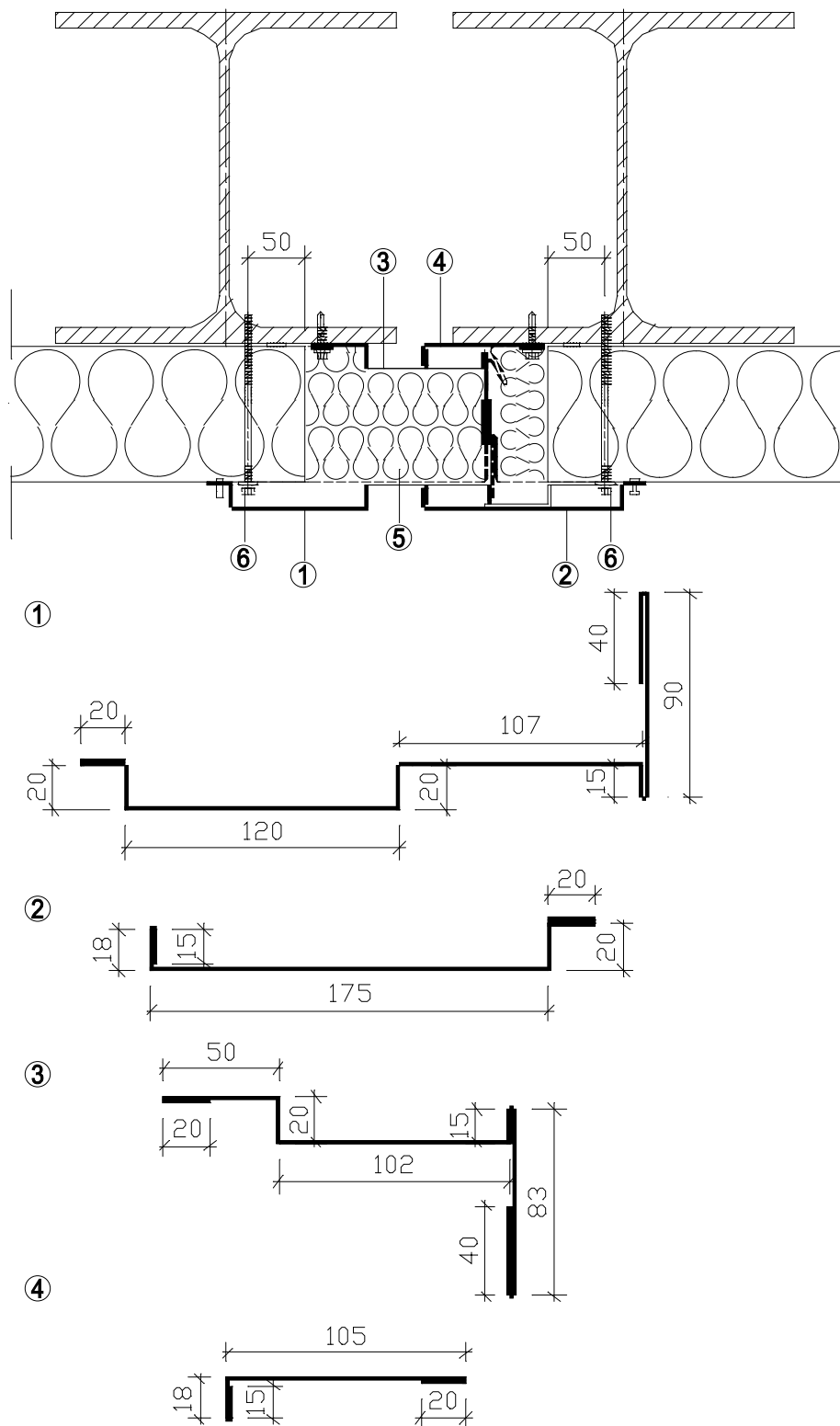
1	Cadre support
2	Bavette basse
3	Bavette haute
4	Jambage
5	Complément d'étanchéité PE 3x15
6	Rivet
7	Laine de roche
8	Mastic
9	Profilé d'angle
10	Façonné
11	Vis

Figure 14 – Baie en pose horizontale



1	Cadre support
2	Bavette basse
3	Bavette haute
4	Jambage
5	Joint d'étanchéité
6	Rivet
7	Laine de roche
8	Mastic
9	Profilé d'angle
10	Façonné
11	Vis

Figure 15 – Baie en pose verticale



1	Façonné extérieur
2	Façonné extérieur
3	Façonné intérieur
4	Façonné intérieur
5	Laine de roche
6	Vis

Figure 16 – Joint de dilatation