

Avis Technique 2/09-1359

Annule et remplace l'Avis Technique 2/05-1174

Couverture

*Panneau Sandwich
Métallique*

Metal faced sandwich panel

*Sandwich-Element mit
Metalldeckschichten*

Panneaux PGB-T5 ondes

Titulaire : MARCEGAGLIA BUILDTECH S.r.l.
Via Giovanni della casa 12
IT-20151 MILANO
Italie

Tél. : 00 39 03 76 68 51
Fax : 00 39 03 76 685 600
E-mail : www.marcegaglia.com
Internet : info@marcegaglia.com

Usine : MARCEGAGLIA BUILDTECH S.r.l.
Viale Sarca 336
I-20126 Milano

Distributeur : MARCEGAGLIA BUILDTECH S.r.l.
Via Giovanni della casa 12
IT-20151 MILANO
Italie

Commission chargée de formuler des Avis Techniques
(arrêté du 2 décembre 1969)

Groupe Spécialisé n° 2

Constructions, Façades et Cloisons Légères

Vu pour enregistrement le 8 octobre 2009



Secrétariat de la commission des Avis Techniques
CSTB, 84 avenue Jean Jaurès, Champs sur Marne, FR-77447 Marne la Vallée Cedex 2
Tél. : 01 64 68 82 82 - Fax : 01 60 05 70 37 - Internet : www.cstb.fr

Le Groupe Spécialisé n° 2 "CONSTRUCTIONS, FACADES ET CLOISONS LEGERES" de la Commission chargée de formuler les Avis Techniques, a examiné, le 12 mai 2009, le procédé de couverture métallique isolante PGB-T5 ondes présenté par la Société MARCEGAGLIA BUILDTECH. Il a formulé sur ce procédé l'Avis Technique ci-après qui annule et remplace l'Avis Technique 2/05-1174. Cet Avis est formulé pour les utilisations en France européenne.

1. Définition succincte

1.1 Description succincte du procédé

Système de couverture en grands éléments isolants du type panneau sandwich à parements en tôle d'acier: soit galvanisée, soit galvanisée prélaquée, et à âme isolante injectée en polyuréthane expansée au pentane.

Les panneaux sont constitués de parements métalliques d'épaisseur minimale 0,5 mm dont un des parements est fortement nervuré avec 5 ondes principales espacées de 250 mm. La largeur utile est de 1 m. La longueur maximale est de 14 m. Les épaisseurs de panneau vont de 30 à 120 mm.

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

Ils sont fixés en sommet de nervures à l'aide de cavaliers sur rondelle d'étanchéité.

1.2 Identification des constituants

Les éléments PGB-T5 ondes sont caractérisés par la géométrie particulière de leur section transversale, illustrée par la figure 1 du dossier technique.

Chaque colis de panneaux est repéré par une fiche d'identification détaillée au paragraphe 7.11 du Dossier Technique.

2. AVIS

2.1 Domaine d'emploi accepté

Le domaine d'emploi visé est celui des couvertures de bâtiments industriels et agricoles à température positive, dont les conditions de gestion de l'air intérieur permettent de réduire les risques de condensation superficielle (locaux ventilés naturellement à faible et moyenne hygrométrie).

Les plaques d'éclairage en polyester et les embases en polyester, qui relèvent de la normalisation pour l'aspect produit, ne sont pas concernées par l'Avis.

L'emploi du panneau PGB-T5 ondes pour la couverture des bâtiments frigorifiques et agro-alimentaires n'est pas prévu.

L'emploi en climat de montagne (altitude > 900 m) n'est pas prévu.

La portée d'utilisation est limitée à 6 m.

La longueur des rampants est limitée à 40 m.

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

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

2.2 Appréciation sur le procédé

2.2.1 Aptitude à l'emploi

Stabilité

Les panneaux de couverture ne participent ni à la stabilité générale des bâtiments, ni à la stabilité locale des pannes. Elle incombe à l'ouvrage qui supporte les panneaux.

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

Sécurité au feu (cf § 2.1)

- Du fait de la nature de son parement extérieur, cette couverture est susceptible d'utilisation sans restriction d'emploi eu égard au feu venant de l'extérieur.
- Le classement de réaction au feu des panneaux doit être attesté par un Procès-Verbal en cours de validité.
- En ce qui concerne la stabilité au feu vis-à-vis du feu intérieur, on ne dispose pas d'élément d'évaluation.

L'utilisation en ERP peut être assujettie à l'obtention d'un avis favorable de la Commission Centrale de Sécurité tel qu'indiqué dans la partie III du Guide d'emploi des isolants combustibles dans les ERP. Les éventuelles dispositions constructives spécifiques découlant de cet Avis devront faire l'objet d'un additif au présent Avis Technique.

Prévention des accidents lors de la mise en œuvre ou de l'entretien

Ce système n'impose pas de dispositions autres que celles habituellement requises pour la mise en œuvre ou l'entretien des couvertures en plaques nervurées métalliques.

Isolation thermique

Ce procédé pour les épaisseurs supérieures ou égales à 80 mm permet de respecter les coefficients surfaciques maximaux admissibles de la Réglementation Thermique.

Isolement 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.

Étanchéité à l'eau

On peut considérer que cette couverture est étanche à l'eau dans les conditions de pose définies au dossier technique.

Risque de condensation

Dans les conditions prévues au Dossier Technique qui limitent l'emploi de cette couverture aux locaux à faible ou moyenne hygrométrie, des condensations ne sont à redouter qu'éventuellement au droit des pénétrations, des plaques d'éclairage et lorsque le bâtiment n'est pas chauffé ($t < 12\text{ °C}$).

Par ailleurs, comme pour tous les autres systèmes de couverture en panneaux sandwichs à parements métalliques, on ne peut exclure totalement les risques de condensation sur les fixations traversantes.

Autres informations techniques relatives à l'effet bilame

Les informations ci-dessous sont données à titre informatif et ne sont pas prises en compte pour le moment dans le dimensionnement.

Le rayon de courbure R (exprimé en m) d'un panneau d'épaisseur e (en mm) libre de se déformer pour une différence de température $\Delta\theta$ (exprimée en K) entre les deux faces est :

$$R = \frac{123 \cdot e}{\Delta\theta}$$

La flèche (en m) en résultant s'obtient par $f = \frac{L^2}{8R}$, L étant la portée

entre lisse (en m).

La réaction sur appui intermédiaire d'un panneau d'épaisseur 100 mm et de 3,5 m de portée est, en fonction de la différence de température donnée par mètre de lisse :

$$F = 4,14 \Delta\theta \text{ (daN/m)}$$

2.2.2 Durabilité - Entretien

Durabilité

Ce système, 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 ou galvanisées prélaquées (DTU 40.35).

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

Entretien

Les dispositions de l'annexe C du DTU 40.35 "Conditions d'usage et d'entretien" s'appliquent à ce système.

2.23 Fabrication et contrôle

La fabrication des parements métalliques relève des techniques traditionnelles de profilage des tôles d'acier galvanisées ou galvanisées prélaquées. Le moussage de l'âme isolante est réalisé, dans l'usine MARCEGAGLIA BUILDTECH S.r.l. 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.

2.24 Mise en œuvre

La mise en œuvre de ces éléments doit être réalisée par des entreprises de couverture spécialisées et ne présente pas de difficultés (nervures posées parallèles à la ligne de plus grande pente), elle se rapproche de celle des plaques nervurées traditionnelles selon DTU 40.35.

Les conditions d'appui en extrémité de panneau, prévues par le dossier technique, nécessitent le respect des dispositions particulières relatives à l'ossature porteuse précisées au Cahier des Prescriptions Techniques II convient d'éviter les découpes de panneaux sur le chantier.

2.3 Cahier des Prescriptions Techniques

2.31 Conditions de conception

L'ossature du bâtiment devra être calculée conformément aux règles en vigueur 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.

Les conditions d'appui requises pour la pose des panneaux (*cf. paragraphe 8.31 du Dossier technique*) doivent être prises en compte au niveau des tolérances de charpente.

Le choix du revêtement de la tôle extérieure devra tenir compte du type d'environnement selon les tableaux 12 et 13 du dossier technique.

Le choix du traitement anticorrosion 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 fixé, le rapport W/n (g/m³) doit être précisé dans le DPM.

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

2.32 Conditions de mise en œuvre

Une étude de calepinage doit être faite à l'instigation du maître d'ouvrage ou de son représentant et soumise à la Société MARCEGAGLIA France pour s'assurer de sa bonne compatibilité avec les caractéristiques de la couverture.

La Société MARCEGAGLIA France devra apporter son assistance technique sur le chantier auprès des entreprises de pose (à leur demande), notamment pour la réalisation des pénétrations de grandes dimensions intéressant plusieurs panneaux.

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

Des précautions devront être prises pour assurer la continuité des étanchéités et de l'isolation afin d'éviter les risques de condensations superficielles.

Conclusions

Appréciation globale

L'utilisation du procédé PGB-T5 ondes dans le domaine d'emploi *accepté*, est appréciée favorablement.

Validité

Jusqu'au 31 mai 2012.

Pour le Groupe Spécialisé n° 2
Le Président
M. KRIMM

3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

Aucune modification n'a été apportée sur le procédé dans le cadre de la révision de l'Avis Technique 2/05-1174.

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

Le demandeur devra respecter les dispositions réglementaires du marquage CE pour les panneaux sandwichs relevant de l'EN 14509.

Le Rapporteur du Groupe Spécialisé n° 2
M. COSSAVELLA

Dossier Technique

établi par le demandeur

A. Description

1. Principe et domaine d'emploi

1.1 Principe

Le procédé type PGB-T5 ondes est un système de couverture en panneaux sandwich de grande longueur, à parements en tôle d'acier galvanisé ou prélaqué et à âme isolante en mousse rigide de polyuréthane, expansée au pentane.

Il existe quatre types de micro profilage différents adaptables à la face intérieure du panneau (cf. § 2.1).

La tôle extérieure est fortement nervurée, la tôle intérieure est faiblement nervurée. La jonction entre panneaux est obtenue par emboîtement des rives longitudinales et recouvrement latéral.

1.2 Domaine d'emploi

1.21 Destination

Le procédé est destiné à la couverture de bâtiments industriels et agricoles situés en France européenne, dont l'hygrométrie est faible ou moyenne.

Le procédé ne s'applique pas à la couverture :

- de locaux frigorifiques et agro-alimentaires,
- de construction en climat de montagne (altitude > 900m).

Par similitude avec les plaques de couverture régies par la norme NF P 34-205-1 (DTU 40-35), la longueur maximale des rampants est limitée à 40 m.

La couverture ne participe pas au contreventement de la charpente.

1.22 Choix des revêtements

Par référence à la norme XP P 34-301, la catégorie des revêtements organiques à employer, eu égard à l'ambiance intérieure et à l'exposition extérieure, est précisée dans les tableaux 12 et 13.

2. Matériaux

2.1 Parements (cf. figure 2)

Tôle d'acier de nuance S250 GD suivant normes NF EN 10346 et NF EN 10143, galvanisée à chaud en continu, selon le procédé SENDZIMIR, classe Z275 double face, en présentation brute pour paroi intérieure.

L'épaisseur nominale minimale de la tôle d'acier de chaque parement est de 0,50 mm ou plus sur demande.

Parement externe

Profil nervuré présentant quatre nervures principales équidistantes (250 mm), de forme trapézoïdale, de base 55 mm, de hauteur 38 mm et de largeur 25 mm en sommet d'ondes.

Raidisseurs de plage : hauteur 3 mm, largeur 62 mm.

Parement interne

Les panneaux PGB-T5 ondes peuvent présenter des aspects de surface intérieure différents selon le type de micro profilage choisi.

Chaque profil répond à une dénomination en deux fois trois lettres comme indiquée ci-après :

- Première série constante : marque commerciale « PGB ».
- Deuxième série de lettres :
- La première lettre désigne le terme toiture (T).
- La deuxième lettre désigne le type de profil intérieur (cf. tableau 1).
- La troisième lettre désigne le nombre d'ondes (5).

Tableau 1 – Profilage du parement interne

Typologie	Appellation	Equivalence	Largeur de la nervure	Profondeur de nervuration	Pas
D	Dogato	Nervuré	46,5	1,3	90,8
R	Rigato	Micro-nervuré	5	1,4	25
S	Diamantato	Micro ligne	25	1	25

Exemple : panneau toiture PGB-TD5 ondes (PGB marquage commerciale, T = Toiture, D = profil Dogato, 5 = 5 ondes).

2.2 Ame isolante

L'isolant est constitué de mousse rigide de polyuréthane expansée au pentane référence MSP3, injectée sous haute pression et en continu entre les deux parements.

Tableau 2 – Caractéristiques de la formulation

Caractéristiques	Spécifications	Mini
Masse volumique selon NF EN 1602	40 kg/m ³ ± 5 kg/m ³	35 kg/m ³
Traction perpendiculaire (adhérence sur parement) selon NF EN 1607	≥ 90 kPa	90 kPa
Compression sous 10 % d'écrasement selon NF EN 826	≥ 90 kPa	90 kPa
Flexion quatre points selon EN 14509	≥ 90 kPa	90 kPa
Stabilité dimensionnelle (48 h à 70 °C 90 % HR)	≤ 2 %	---

3. Eléments

3.1 Profils de chants

En rives, le panneau comporte d'un côté une nervure pleine et de l'autre côté une nervure libre (lors du montage, cette dernière vient en recouvrement de la nervure pleine du panneau adjacent) :

- la rive mâle reçoit un film PVC adhésif,
- la rive femelle comporte un joint continu en mousse de polyéthylène souple de densité 28/30 kg/m³, d'épaisseur 6 mm pour des épaisseurs d'isolant de 30 à 60 mm, et d'épaisseur 8 mm au-delà. Ce joint assure l'étanchéité à l'air des recouvrements mâle/femelle (cf. figure 3).

En extrémité, les panneaux livrés d'usine sont normalement de coupe droite.

A l'une des extrémités, la tranche présente un débord du parement extérieur de 200 ou 300 mm par rapport à la paroi intérieure. Cette découpe peut être effectuée en usine sur demande.

Un débord simple de 100 mm de la paroi extérieure est également prévu pour former « goutte d'eau » en ajout lors de la spécification de la commande.

Nota :

Il est indispensable de préciser au moment de la commande s'il s'agit de panneaux à recouvrement de type « gauche » référence DX-CA ou de type « droit » référence SX-CA (cf. figure 4).

3.2 Caractéristiques dimensionnelles des panneaux (cf. figure 1)

Tableau 3 – Dimensions et tolérances

Dimensions (mm)		Tolérances (mm)
Largeur hors tout	1062	± 5
Largeur utile	1000	± 5
Longueur	14000	± 10
Épaisseur	30-40-50-60-80-100-120	± 2

3.3 Masse

Le tableau 4 précise les masses minimales utiles pour des parements de 0,50 mm d'épaisseur.

Tableau 4 – Masse en kg/m²

Épaisseur des parements (mm)	Épaisseur nominale du panneau (mm)						
	30	40	50	60	80	100	120
0,50	10,23	10,61	10,99	11,37	12,13	13,09	14,13

3.4 Performances thermiques

Le coefficient de transmission thermique en partie courante de couverture et selon l'épaisseur des panneaux isolants, est indiqué au tableau 5 ci-après. Il tient compte du coefficient de conductivité thermique de la mousse :

$$\lambda = 0,032 \text{ W/m.K,}$$

tél qu'il découle de la décision n° 20 du Comité Thermique de l'Avis Technique (CTAT), du 20 février 1995.

Tableau 5 – Tableau calculé avec une conductivité thermique de 0,032 W/m.K

Épaisseur (mm)	U_c (W/m ² .K)	Ψ (W/m.K)
30	0,79	0,05
40	0,63	0,03
50	0,53	0,02
60	0,45	0,01
80	0,35	0,01
100	0,29	Négligeable
120	0,25	Négligeable

4. Description des accessoires (cf. figures 5 et 6)

4.1 Accessoires courants en tôle d'acier

Ces pièces, fabriquées par pliage, en épaisseur de 0,6 mm et en longueur standard de 2000 à 4000 mm, peuvent être livrées :

- soit en acier galvanisé, de classe de galvanisation Z 275,
- soit en acier galvanisé prélaqué, de spécifications conformes aux tôles de parement.

Nomenclature (non exhaustive) :

- faitière simple ou double, crantée à deux versants,
- faitière à bords découpés ou faitière à boudin à bords découpés,
- demi-faitière à boudin à bords découpés,
- bandeau de faitage,
- faitage contre-mur,
- bande de rive,
- plaque de rive,
- couronnement d'acrotère,
- bande d'égout,
- sous faitière,
- closoir,
- profil type PCG.

4.2 Accessoires complémentaires (non fournis)

4.2.1 Closoirs

Mousse de polyéthylène à cellules fermées, de densité 33 kg/m³ servant à obturer les creux d'ondes des panneaux en sommet de pente sous la tôle faitière.

4.2.2 Compléments d'étanchéité

Garniture d'étanchéité à l'eau aux recouvrements transversaux de qualité conforme à la norme NF P 30-305 en adaptant la section (cordons de 4 à 5 mm de diamètre par exemple ou de section rectangulaire 10 x 4 mm) et disposées indifféremment en une ou deux rangées.

Joint adhésif une face en mousse imprégnée PVC pour assurer l'étanchéité à l'air et à la vapeur d'eau aux différents points singuliers de la toiture.

4.2.3 Complément d'isolation thermique

Produits préformés ou non à base de laine minérale ou de mousse en matériaux de synthèse.

4.3 Accessoires pour pénétrations ponctuelles (non fournis)

4.3.1 Accessoires à rapporter

Ces éléments (plaque à douille, place d'aération, etc.) sont réalisés par façonnage et brasure de tôle d'acier.

4.3.2 Lanterneaux, exutoires de fumées¹

Ces ouvrages situés dans le plan de la toiture ou avec embase peuvent être réalisés à partir :

- soit de plaques en polyester armé de fibres de verre (PRV) conformes aux normes NF EN 1013-1 et NF EN 1013-2 et compatibles avec le profil des panneaux type PGB-T5 Ondes.
- soit d'un panneau préfabriqué en usine (simple ou double peau) en polycarbonate. Ces produits relèvent de la procédure d'Avis Technique.
- soit d'embases isolantes conformes à la norme NF P 37-417 s'adaptant au profil des panneaux type PGB-T5 Ondes sur lesquelles se fixent les exutoires.

4.3.3 Pénétrations

Manchons ou fourreaux adaptés pour le passage de gaine ou de conduit de fumée.

4.4 Fixations et leurs accessoires (non fournis)

Les fixations et leurs accessoires doivent avoir des caractéristiques conformes aux dispositions du paragraphe 5.4 de la norme NF P 34-205-1 (DTU 40-35).

Les conditions de choix des fixations et de leurs accessoires vis-à-vis de la tenue au risque de corrosion doivent respecter les spécifications de l'annexe A et K de la norme NF P 34-205-1 pour les expositions extérieures.

5. Fabrication

La fabrication est effectuée par l'usine MARCEGAGLIA BUILDTECH à Milan (Italie), certifiée ISO 9001, sur machine en continu et selon le *cahier CSTB 3501* «Panneaux sandwichs isolants à parements métalliques – Conditions générales de conception et fabrication».

Les opérations se déroulent selon le processus suivant :

- déroulage des bobines,
- filmage des parements,
- profilage des parements métalliques et façonnage des rives,
- pré-chauffage des parements à 32 / 35 °C,
- épandage du polyuréthane liquide par pompes haute pression entre les parements,
- conformation parement + mousse dans le tunnel à 40°C,
- coupe par scie à ruban ou par disque à longueur,
- trait de scie pour démoussage (sur demande),
- empilage automatique avec inversion d'un panneau sur deux,
- conditionnement,
- emballage par filmage,
- mise en stock automatique.

¹ Non visé par l'Avis Technique cf. §2.1 de l'avis

6. Contrôles

Ils sont récapitulés dans le *tableau 6 en fin de Dossier Technique* en fonction des différents stades de fabrication.

7. Marquage, conditionnement, transport

7.1 Marquage

7.1.1 Panneaux

Chaque emballage comporte une fiche d'identification sur laquelle figurent les indications suivantes :

- le sigle et l'adresse du fabricant,
- la désignation commerciale,
- la référence de la mousse de polyuréthane utilisée,
- la référence de la commande, le nom du client et l'adresse de livraison,
- le nombre et les caractéristiques dimensionnelles des panneaux,
- la qualité du revêtement,
- la ligne, l'heure de production,
- la date de fabrication,
- les normes de fabrication (UNI),
- un code barre.

Chaque paquet comporte également une grande étiquette préconisant les instructions de manutention et de stockage des paquets.

7.1.2 Tôles pliées

Les paquets sont marqués d'après les informations mentionnées sur les fiches de calepinage des clients.

7.2 Emballage

Les panneaux sont emballés sur la ligne de fabrication. Après avoir reçu individuellement un film plastique sur chaque face, les éléments sont empilés par retournement, puis maintenus et protégés par un film étanche.

Des cales en polystyrène de 80 mm de haut, espacées suivant les longueurs de panneaux sont ajoutées avant cerclage des colis, afin de permettre le passage des élingues ou des fourches élévatrices.

7.3 Transport

Les panneaux et leurs accessoires doivent être transportés dans des conditions visant à préserver l'intégralité des caractéristiques (colis calés, soigneusement gerbés, camions bâchés).

8. Mise en œuvre

8.1 Dispositions générales

8.1.1 Manutention

Les opérations de manutention se feront en tenant compte des particularités du panneau.

La manipulation des panneaux, du lieu de stockage au lieu de mise en œuvre pour fixation, se fera au moyen d'engins de levage appropriés et de préférence sur chant. Dans le cas d'utilisation de chariot élévateur, prendre soin de régler les fourches en fonction de la longueur des panneaux et de les recouvrir au préalable d'une protection souple.

8.1.2 Stockage

Le stockage se fera sous bâche sur un emplacement protégé de toute projection et du soleil, sur sol plan et sur une hauteur maximale de 2,5 m.

Eviter que de l'eau de ruissellement ou de condensation ne s'introduise entre les panneaux, en stockant les colis légèrement inclinés.

La durée de stockage sur chantier ne doit pas excéder 3 mois.

8.1.3 Découpes

Les opérations de découpe sur chantier sont souvent nécessaires et doivent être exécutées à l'aide de matériel adapté : scie sauteuse, grignoteuse, scie à denture fine :

- découpe de panneaux : scie sauteuse,
- découpe d'accessoires : grignoteuse.

L'utilisation de tronçonneuse est rigoureusement interdite. Eviter l'incrustation de limaille chaude sur le revêtement. Toutes les souillures (limaille, copeaux) seront éliminées sans délai.

8.1.4 Circulation sur les panneaux

La circulation sur les panneaux à la pose requiert des précautions identiques à celles prescrites pour les plaques nervurées relevant du DTU 40-35 (NF P 34-205-1).

8.2 Organisation de la mise en œuvre

La Société MARCEGAGLIA FRANCE ne pose pas elle-même. Toutefois, elle est en mesure d'apporter une assistance technique aux entreprises, sur demande et de réaliser des études de calepinage.

8.3 Conditions générales de pose

Les charpentes doivent être conformes aux DTU et textes en vigueur.

Les panneaux type PGB-T5 Ondes sont mis en œuvre à l'avancement.

La nervure libre de l'élément à poser vient recouvrir la nervure pleine du dernier élément en place ; le sens de progression du montage des panneaux est choisi dans le sens opposé aux vents de pluie dominants. Cette condition implique l'emploi de panneaux type « gauche » ou type « droit » (cf. *figure 4*). Le type de panneau doit être précisé à la commande.

8.3.1 Largeur minimale des appuis

Les panneaux type PGB-T5 Ondes doivent être posés sur des supports en métal, en bois ou en béton (avec profil d'ancrage incorporé au gros-œuvre) dont les largeurs minimales des supports sont de :

- support acier : 40 mm et sous recouvrement transversal 80 mm,
- support bois : 60 mm et sous recouvrement transversal 120 mm,
- support béton avec ancrage acier : 60 mm et sous recouvrement transversal 120 mm.

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

8.3.2 Ecartement entre axes d'appuis

Les portées maximales sous charges descendantes et ascendantes sont indiquées dans les *tableaux d'utilisation 7 et 8 en fin de Dossier Technique* pour des charges réparties (charge permanente + charge climatique et d'exploitation).

Les charges réparties à considérer sont les charges climatiques de neige et/ou de vent. Seules les charges normales sont retenues pour la vérification des panneaux.

En ce qui concerne les effets de la neige, on peut considérer par une approche simplifiée que la notion de charge accidentelle est implicitement vérifiée lorsque la charge normale de neige « pn » est supérieure ou égale à :

- 50 daN/m² pour les régions A2 et B1,
- 70 daN/m² pour les régions B2 et C2,
- 90 daN/m² pour la région D.

Les tableaux ont été établis sur la base des critères suivants :

- flexibilité : $\leq 1/200$ ème de la portée sous charge descendante,
- sécurité à la ruine : ≥ 2 sous charge descendante et ascendante,
- sécurité à la ruine sous une charge concentrée de 200 daN.

A défaut de vérifications complémentaires, il y a lieu de considérer que les tableaux de charges sont valables pour un porte-à-faux n'excédant pas 1/10^{ème} de la portée indiquée, avec un maximum de 0,60 m.

8.3.3 Pentés et recouvrements

Les plaques sont posées avec les nervures parallèles à la ligne de plus grande pente.

8.3.3.1 Pentés (cf. *Tableau 9*)

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

8.3.3.2 Recouvrement transversal

Les recouvrements transversaux se font toujours au droit des appuis sur lesquels une bande d'étanchéité à l'air est disposée.

La valeur du recouvrement transversal sans complément d'étanchéité est fonction de la pente, de la longueur maximale du versant et de la zone d'utilisation (cf. *Tableaux 9 et 10 en fin de Dossier Technique*).

Un complément d'étanchéité conforme à la norme NF P30-305 (cf. *article 4.2.2.*) doit être effectué au droit des recouvrements.

8.4 Fixations

Les fixations avec cavaliers sont placées en sommet des nervures principales.

8.4.1 Répartition des fixations

Quelle que soit la pente de la couverture, on dispose une fixation par panne et par nervure.

8.42 Type de fixations

- Fixations sur support métallique :
 - vis autotaraudeuses de diamètre minimal 6,3 mm ou,
 - autoperceuses de diamètre mini 5,5 mm.
- Fixations sur support bois :
 - Vis autoperceuse de diamètre mini 6,3 mm.
 - Tirefond à visser de diamètre minimal 8 mm.
- Fixation sur support en béton: un profil en acier (2,5 mm d'épaisseur minimale à l'appui) a été incorporé et ancré ; la fixation s'effectue comme sur support métallique.

8.43 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, l'espacement est indiqué au tableau 11.

Tableau 11 – Couturage en fonction de la pente

Portée L (m)	Pente > 10 % et situation normale ⁽¹⁾	Autres cas
$L \leq 2$	L	L/2
$2 < L \leq 3,5$	L/2	1 m
$L > 3,5$	1 m	1 m

(1) Les situations considérées sont celles définies en annexe E du Cahier des Clauses Techniques DTU 40.35.

Les fixations de couture doivent être régulièrement réparties.

8.5 Ouvrages particuliers de couverture

8.51 Dispositions générales

Les dispositions de norme NF 34-205.1 (D.T.U 40.35) s'appliquent en tenant compte des spécificités des panneaux. Aux liaisons entre couverture et autres ouvrages, lorsque le parement est en contact avec l'extérieur, il peut exister, en fonction de l'hygrométrie intérieure des locaux, un risque de condensations passagères par pont thermique. Il est possible d'y remédier en créant une discontinuité thermique dans le parement inférieur (traits de scie par exemple) ou en réalisant un calorifugeage complémentaire.

8.52 Faîtage

L'étanchéité est assurée par un débordement de l'élément supérieur de 100 mm minimum, après fixation.

L'isolation thermique est complétée à la jonction des deux éléments par un remplissage en matériau isolant.

L'étanchéité à l'air est assurée par un closoir prédécoupé selon article 4.2 :

- Faîtage articulé (pente $\geq 7\%$) (cf. figure 6),
- Faîtage embouti (pente $< 7\% \geq 5\%$) (cf. figure 5),
- Faîtage simple,
- Faîtage sur mur en dépassement (cf. figure 17),
- Faîtage en solin (cf. figure 17),
- Sous faitière (cf. figure 15),
- Bandeau de faîtage (cf. figure 16).

8.53 Egoût

Les panneaux devront présenter une tranche avec un débord de parement supérieur d'au moins 100 mm (cf. figure 11).

La rive transversale du panneau PGB-T5 Ondes devra être systématiquement protégée par un closoir métallique.

Les gouttières pendantes ne doivent pas être fixées sur les panneaux de couverture. Une étanchéité à l'air doit être rapportée en sous face de la toiture par un joint en mousse souple. Le parement supérieur doit déborder de l'isolant au minimum de 100 mm.

La solution de chéneaux isolés en sous face, posés à libre dilatation sur les berceaux solidaires de la charpente est à préférer, afin d'obtenir une isolation homogène de la toiture.

L'ouverture minimale sur les chéneaux doit être de 80 mm, les retombees formant larmier ayant une hauteur minimale de 40 mm environ (cf. figure 10).

8.54 Raccordement latéral contre mur (cf. figure 17)

Ce raccordement nécessite une préparation du panneau de rive pour l'adapter aux dimensions du bâtiment. Une étanchéité en joint mousse souple est ajoutée au moment de la pose.

8.55 Rive frontale en dépassement de mur

L'égoût est traité en chéneau avec raccordement sur acrotère.

8.56 Pénétrations discontinues (cf. figures 19, 20, 21)

- Section inférieure à 400 x 400 mm solution plaque à douille ou châssis à visser.
- Section supérieure à 400 x 400 mm et inférieure à 1000 x 1000 mm :
- L'ossature comportera un chevêtre adapté aux dimensions de la pénétration.
- La trémie est découpée à la scie sauteuse avec découpe des nervures en amont pour le passage de la besace,
- Pose de la plaque châssis par dessus le panneau,
- La plaque châssis sera recouverte en partie haute par un profil type PCG posé sur le panneau jusqu'au faîtage,
- Les recouvrements seront de 200 mm avec compléments d'étanchéité et avec une fixation à chaque nervure.

L'étanchéité autour d'un passage de toiture pourra également être réalisée au moyen d'une embase en polyester adaptée au profil du panneau (du type embase de coupole).

8.57 Parties éclairantes¹

L'éclairage en sous-face de la toiture peut être obtenu dans le même plan que les panneaux :

- par des panneaux translucides (cf. article 4.31),
- par des plaques simple ou double peau ou des panneaux en matériau de synthèse.

9. Entretien – Rénovation – Remplacement

9.1 Entretien

La maintenance à la charge du maître d'ouvrage devra comporter des visites périodiques visant à :

- L'éradication de toute végétation, notamment des mousses et de toutes matières incompatibles qui viendraient à se déposer sur la surface de la couverture.
- La prévention et la réfection des amorces de corrosion quelle qu'en soit l'origine (stagnation d'eau, impact de corps étrangers ...).
- Un nettoyage périodique des gouttières et des chéneaux, ainsi que la surveillance de bon état des descentes d'eaux pluviales.
- Le maintien en bon état des ouvrages qui contribuent à l'étanchéité de la couverture (solins, larmiers, bandeaux ...).

9.2 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 et séchage.
- Reprise avec des peintures « bâtiment » compatibles avec le revêtement d'origine, qualité extérieure. La nature des laques et le processus de réfection devront être définis en accord avec le fournisseur.

9.3 Remplacement d'un panneau

Le remplacement s'effectue en retirant les vis de fixation du panneau détérioré et celles en périmètre de celui-ci, afin de permettre la dépose du panneau à changer et de procéder à son remplacement par un panneau de dimension identique, fixé dans les mêmes conditions avec des vis de réparation.

¹ Hors Avis Technique

B. Résultats expérimentaux

Nomenclature des essais :

- Essais de flexion sous charge descendante et ascendante.
Origine : CSTB ES553-04-0131.
- Essais d'insolation et chocs thermiques
Origine : CSTB ES553-04-0132.
- Caractérisation mécanique et vieillissement hygrothermique :
Origine : CSTB n° CL05-036.

- Essais de réaction au feu.

Origine : CSTB n° RA 05-0480.

C. Références

Les premières applications remontent à 1999 et l'ensemble des réalisations à travers l'Europe porte sur plus de 15 000 000 m² dont environ 1 000.000 m² en France ; 400 000 m² depuis 2005.

Tableaux et figures du Dossier Technique

Tableau 6 – Contrôles de fabrication

Nomenclature des contrôles	Fréquence des contrôles
1. Matières premières 1.1 Constituants de la mousse – fiches d'analyses fournies à la livraison par les fournisseurs pour l'Isocyanate et le Polyol : <ul style="list-style-type: none"> - contenu d'eau (Po) - viscosité liso (Iso & Po) - Acidité (Iso) - % NCO (Iso). 	A réception
1.2 Tôles des parements à réception sur 100 % des bobines (fournisseur ISO 9001) <ul style="list-style-type: none"> - Epaisseur, - Teinte par comparaison (sauf galva), - Poids, - Largeur 	A chaque arrivage de produits
1.3 Archivage des renseignements et étiquetages	Sur système informatique SAP
1.4 Densité de la mousse des joints	1 fois par mois
2. En cours de fabrication 2.1 Paramètres de moussage (process) <ul style="list-style-type: none"> - Densité libre - Température des parements - Température des composants de la mousse, - Débit des composants de la mousse, - Fréquence de balayage de l'épandage du mélange, - Vitesse de défilement du tunnel. 	1 fois par jour Permanent
2.2 Contrôle profilage et teinte	Sur chaque bobine
2.3 Contrôles visuels de l'aspect général des panneaux selon EN 14509 <ul style="list-style-type: none"> - Remplissage en mousse, - Epaisseur, - Planéité des parements, - Rives et positionnement des joints 	Visuel et permanent
2.4 Contrôles des rapports de mélange / dosage <ul style="list-style-type: none"> - Vérification de la réactivité de la mousse, - Temps de crème. - Temps de fil. - Temps d'empreinte, - Masse volumique 	Au minimum toutes les heures
3. Sur les produits finis selon EN 14509 3.1 Contrôles dimensionnels sur prélèvements <ul style="list-style-type: none"> - Longueur, largeur, épaisseur - Equerrage de coupe - Parallaxe - Emboîtement 	En cours de fabrication (maximum chaque 3 heures)
3.2 Contrôles laboratoire sur prélèvements <ul style="list-style-type: none"> - Densité de la mousse, - Adhésion des parements, - Réactivité, - Epaisseurs de l'isolant, - Géométrie. 	1 prélèvement par équipe
<ul style="list-style-type: none"> - Résistance à la traction 	1 fois par équipe
<ul style="list-style-type: none"> - Résistance à la compression - Résistance au cisaillement par la flexion 	1 fois par semaine
<ul style="list-style-type: none"> - Stabilité dimensionnelle 	2 fois par mois

Tableau 7 – Portées maximales admissibles en fonction des charges descendantes normales (daN/m²)

Pressions admissibles												
Epaisseur en mm	30		40		50		60		80		100/120	
	2 Appuis	3 Appuis	2 Appuis	3 Appuis	2 Appuis	3 Appuis	2 Appuis	3 Appuis	2 Appuis	3 Appuis	2 Appuis	3 Appuis
50	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	5,50	5,50	5,50	5,50	6,00	6,00
75	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	5,50	5,50	5,50	5,50	6,00	6,00
100	3,89	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	5,02	5,50	5,50	5,50	6,00	6,00
125	3,52	3,87	3,88	4,00	3,95	4,00	4,17	4,73	4,90	5,07	5,63	5,42
150	3,23	3,46	3,47	3,73	3,58	3,93	3,75	4,17	4,38	4,54	5,01	4,91
175	3,00	3,13	3,20	3,36	3,33	3,57	3,49	3,79	3,98	4,15	4,46	4,52
200	2,85	2,90	3,02	3,12	3,13	3,30	3,27	3,51	3,62	3,86	3,98	4,21
225	2,71	2,74	2,87	2,93	2,96	3,10	3,08	3,28	3,43	3,61	3,79	3,95
250	2,59	2,60	2,73	2,77	2,80	2,92	2,91	3,08	3,26	3,39	3,62	3,69

Tableau 8 – Portées maximales admissibles en fonction des charges ascendantes normales (daN/m²)
 Fixation par vis autaraudeuse Ø 6,3 mm, support acier d'épaisseur ≥ 3 mm) (1) – Toutes nervures fixées

Dépressions admissibles (toutes nervures fixées)												
Epaisseur en mm	30		40		50		60		80		100/120	
	2 Appuis	3 Appuis	2 Appuis	3 Appuis	2 Appuis	3 Appuis	2 Appuis	3 Appuis	2 Appuis	3 Appuis	2 Appuis	3 Appuis
50	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	5,50	5,50	5,50	5,50	6,00	6,00
75	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	5,45	5,50	5,50	5,50	6,00	6,00
100	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,62	5,21	4,99	5,49	5,37	5,49
125	3,96	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,08	4,39	4,41	4,39	4,74	4,39
150	3,59	3,64	3,62	3,66	3,66	3,66	3,69	3,66	3,99	3,66	4,28	3,66
175	3,31	3,13	3,34	3,13	3,37	3,13	3,40	3,13	3,67	3,13	3,92	3,13
200	3,08	2,74	3,11	2,74	3,14	2,74	3,17	2,74	3,42	2,74	3,43	2,74
225	2,90	2,44	2,92	2,44	2,95	2,44	2,98	2,44	3,05	2,44	3,05	2,44
250	2,74	2,19	2,74	2,19	2,74	2,19	2,74	2,19	2,74	2,19	2,74	2,19

(1) Ou autre support sur justification d'une charge caractéristique d'assemblage telle que :

$$P_k / (1,75 \times \gamma_m) \geq 300 \text{ daN} .$$

Dans le cas où $P_k / (1,75 \times \gamma_m) < 300 \text{ daN}$, la charge admissible des panneaux sera

calculée avec la formule suivante :

Sur appui intermédiaire :

$$Q \times L \leq 4 \times P_k / (1,25 \times 1,75 \times \gamma_m)$$

sur appui d'extrémité sans raccord transversal:

$$Q \times L \leq 8 \times P_k / (1,75 \times \gamma_m)$$

sur appui d'extrémité avec raccord transversal:

$$Q \times L \leq 4 \times P_k / (1,75 \times \gamma_m)$$

où :

Q : charge ascendante normale répartie en daN/m² selon les règles NV 65 modifiées

L : portée en m

P_k : résistance caractéristique à l'arrachement de l'assemblage selon NF P 30-310

γ_m : coefficient de sécurité matériau du support γ_m = 1,15 sur support acier d'épaisseur supérieure à 3 mm, 1,35 sur support acier d'épaisseur comprise entre 1,5 et 3 mm ou sur support bois

Tableau 9 – Pentes minimales

Zone et situation selon DTU 40-35 (carte concomitance vent pluie)						
Configuration de la couverture	Zone 1		Zone 2		Zone 3	
	Situation climatique		Situation climatique		altitude	
	Protégée ou normale	Exposée	Protégée	Normale ou exposée	H ≤ 500 m	500 m ≤ H < 900 m
Simultanément : - Pas de pénétrations - Pas de plaques PRV translucides - Panneaux de longueur égale à celle du rampant	5 %	5 %	5 %	5 %	5 %	5 %
Autres cas	7 %	10 % ⁽¹⁾	7 %	10 % ⁽¹⁾	10 % ⁽¹⁾	15 % ⁽¹⁾

(1) Lorsque la couverture ne comprend pas de plaques nervurées en PRV tout en présentant des pénétrations ou des joints transversaux de panneaux sandwichs, la penteminimale peut être ramenée à 7% en utilisant des compléments d'étanchéité transversaux

Tableau 10 – Recouvrement transversal en mm

Pente P (%)	Zones climatiques	
	Zone I et Zone II ⁽¹⁾	Zone III ⁽¹⁾
7 ≤ P ≤ 10	200 mm + complément d'étanchéité ou 300 mm	200 mm + complément d'étanchéité
10 ≤ P ≤ 15	200 mm minimum	200 mm + complément d'étanchéité ou 300 mm
P ≥ 15	200 mm minimum	200 mm minimum

(1) Les zones considérées sont définies par l'annexe E du DTU 40.35.

Tableau 12 – Conditions de choix des revêtements en intérieur

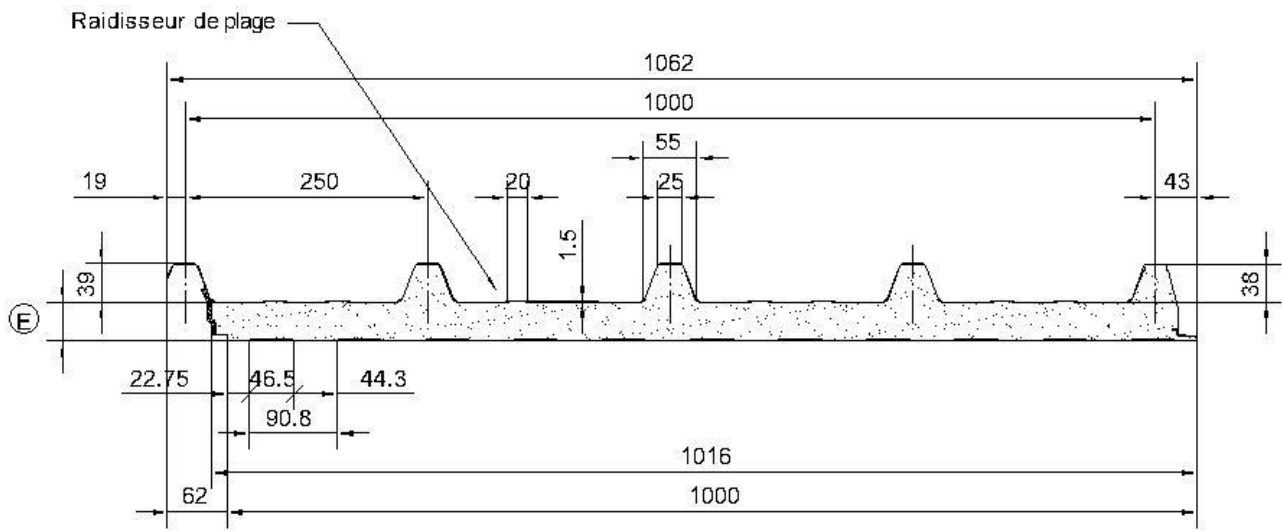
Galvanisation	Revêtements organiques	Catégories des revêtements selon XP P 34-301	Faible hygrométrie	Moyenne hygrométrie	Agressive
Z275	-	-	■	■	○
Z275	Polyester 25 µm	IIIa	■	■	○
	PVDF 25 µm	IIIa	■	■	○
	Plastisol 100 µm	IIIa	■	■	○
	PVDF 35 µm	IIIa	■	■	○
	Polyuréthane Polyamide (60µm)	IIIa	■	■	○

■ Revêtement adapté
○ Revêtement dont le choix définitif ainsi que les caractéristiques doivent être arrêtées après consultation d'accord du fabricant
— Revêtement non adapté

Tableau 13 – Conditions de choix des revêtements en extérieur

Galvanisation	Revêtements organiques	Catégorie des revêtements selon XP P 34-301	Rurale non polluée	Atmosphères extérieures							
				Urbaine et industrielle		Marine				Spéciale	
				Normale	Sévère	20 à 10 km	10 à 3 km	Bord de mer (< 3 km) (1)	Mixte	Fort U.V.	Particulière
Z275	Polyester 25 µm	III	■	■	○	■	—	—	—	—	○
	PVDF 25 µm	III	■	■	○	■	—	—	—	—	○
	Plastisol 100 µm	IV	■	■	○	■	■	—	—	—	○
	PVDF 35 µm	V	■	■	○	■	■	■	○	—	○
	Polyuréthane Polyamide (60µm)	IV	■	■	○	■	■	—	—	—	○

■ Revêtement adapté
○ Revêtement dont le choix définitif ainsi que les caractéristiques doivent être arrêtées après consultation d'accord du fabricant
— Revêtement non adapté
(1) A l'exception du front de mer



E = 30 - 40 - 50 - 60 - 80 - 100 - 120 mm

Figure 1 - Coupe transversale

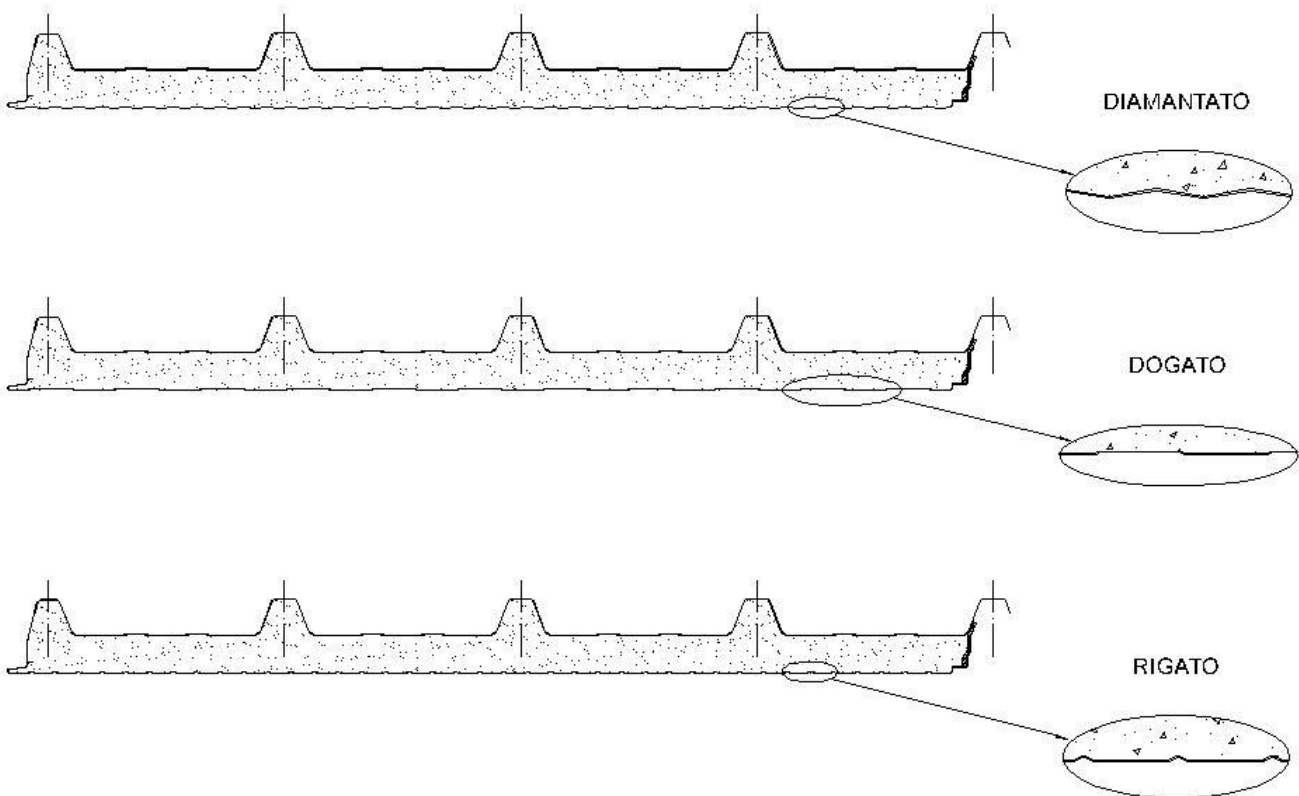


Figure 2 - Géométrie des parements

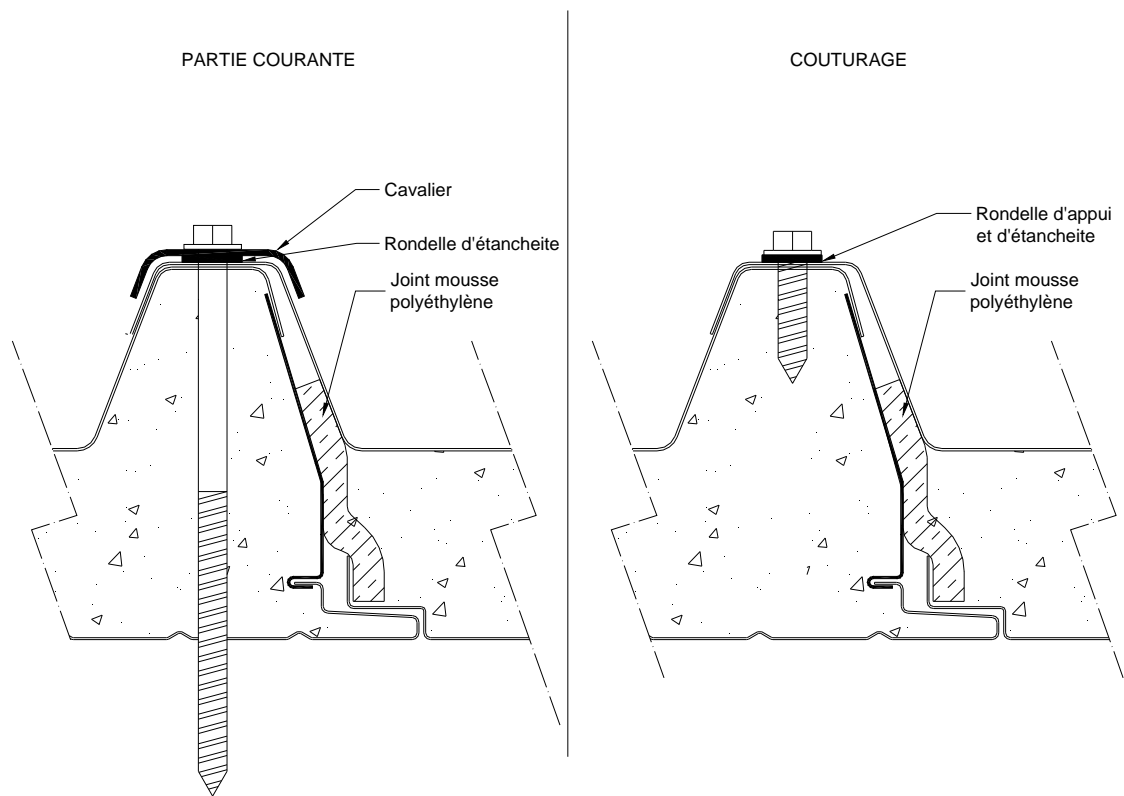


Figure 3 – Détail emboîtement

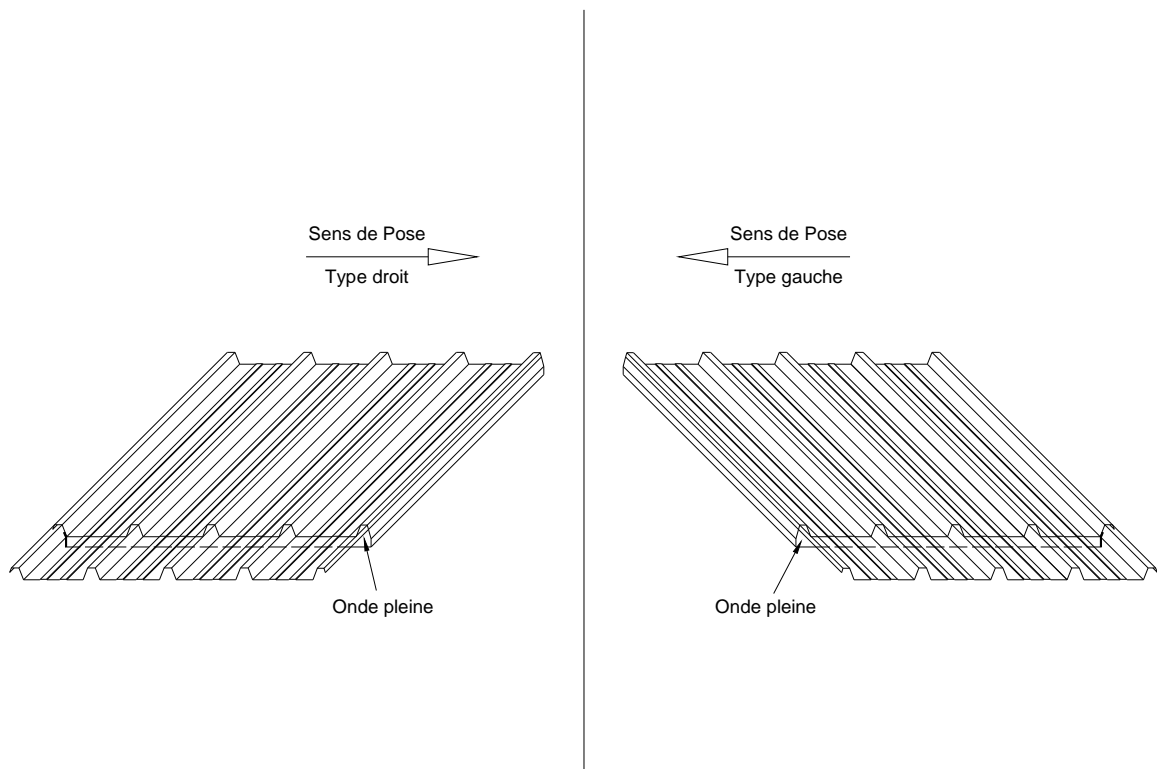


Figure 4 PRINCIPE DE POSE

Figure 4 – Principe de pose

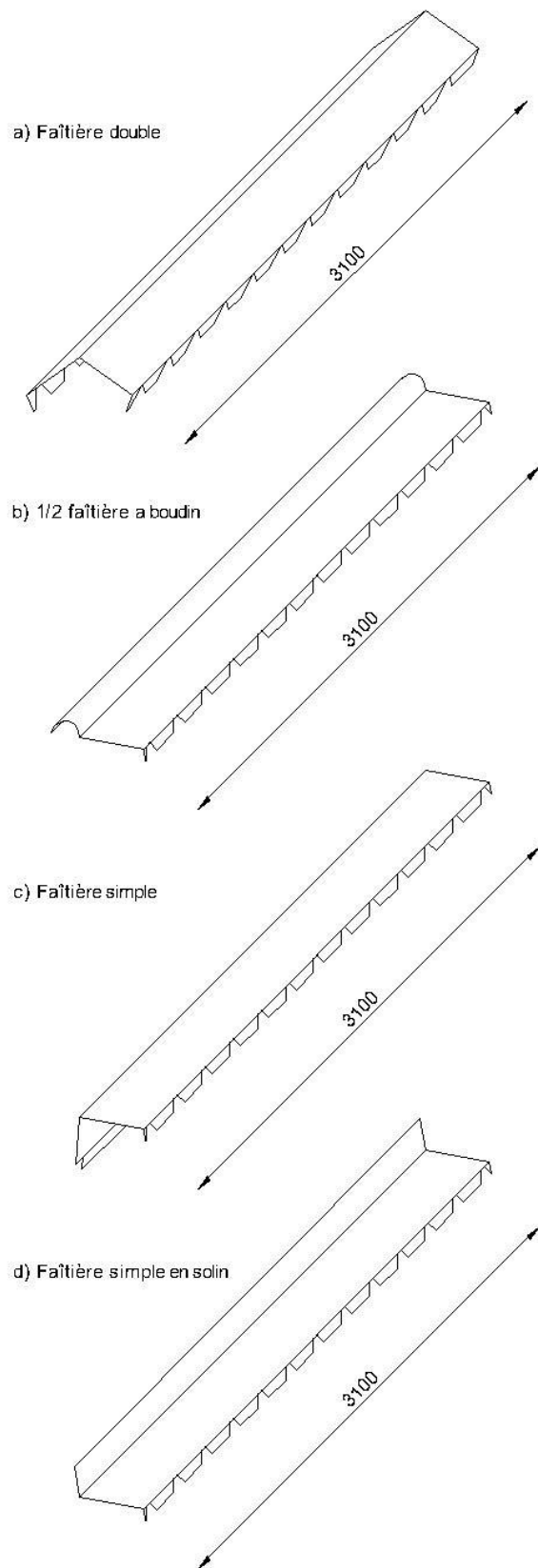


Figure 5 - Accessoires

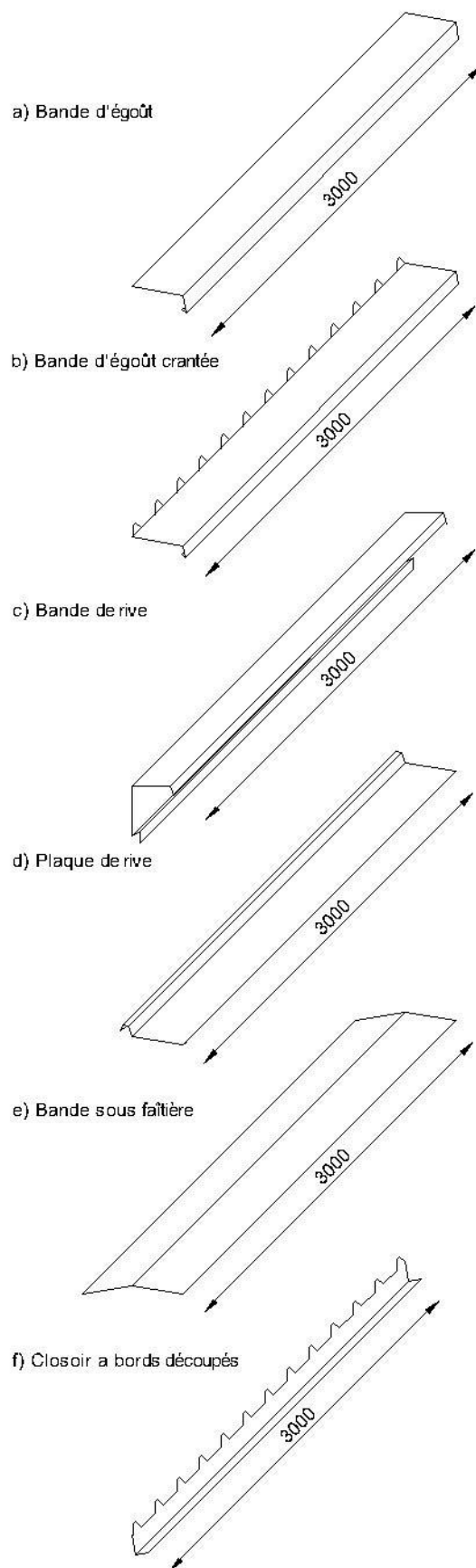
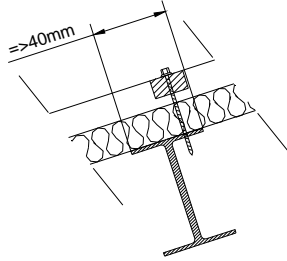


Figure 6 - Accessoires

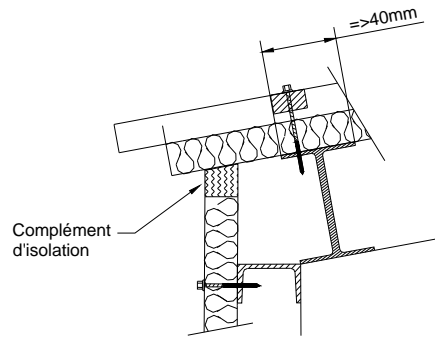
APPUIS EN PARTIE COURANTE

A - Panne acier

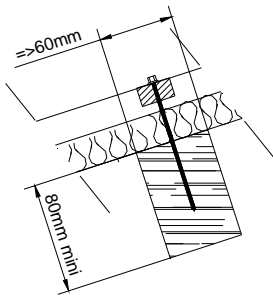


APPUIS D'EXTREMITES

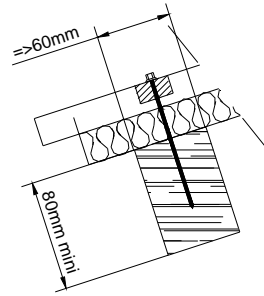
AA



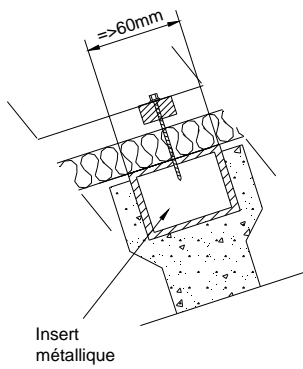
B - Panne bois



BB



C - Panne beton



CC

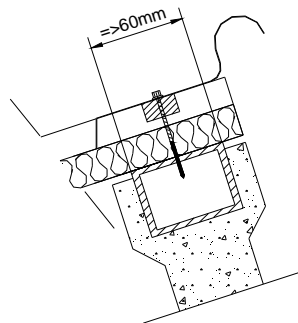


Figure 7 – Largeur minimale des appuis

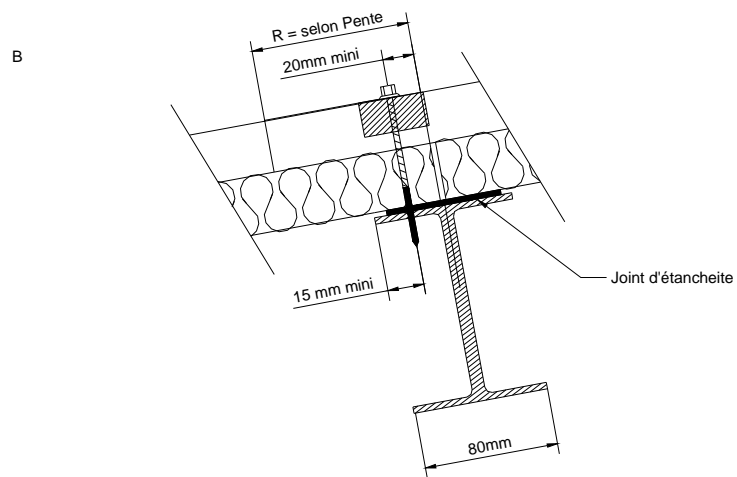
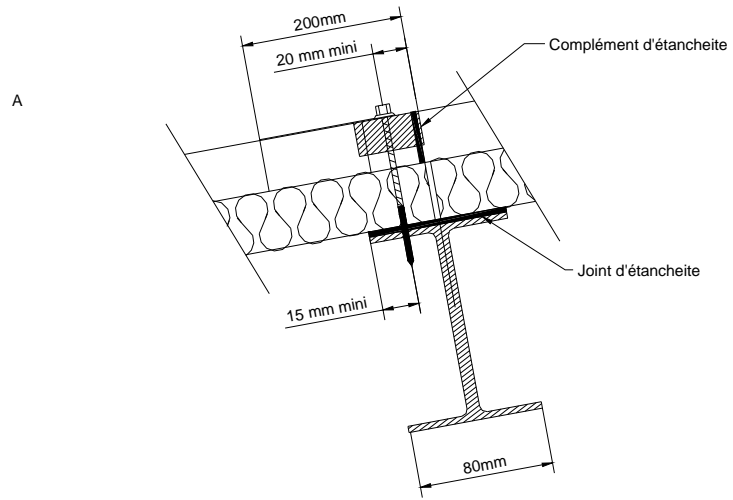


Figure 8 – Dispositions particulières au droit des recouvrements transversaux

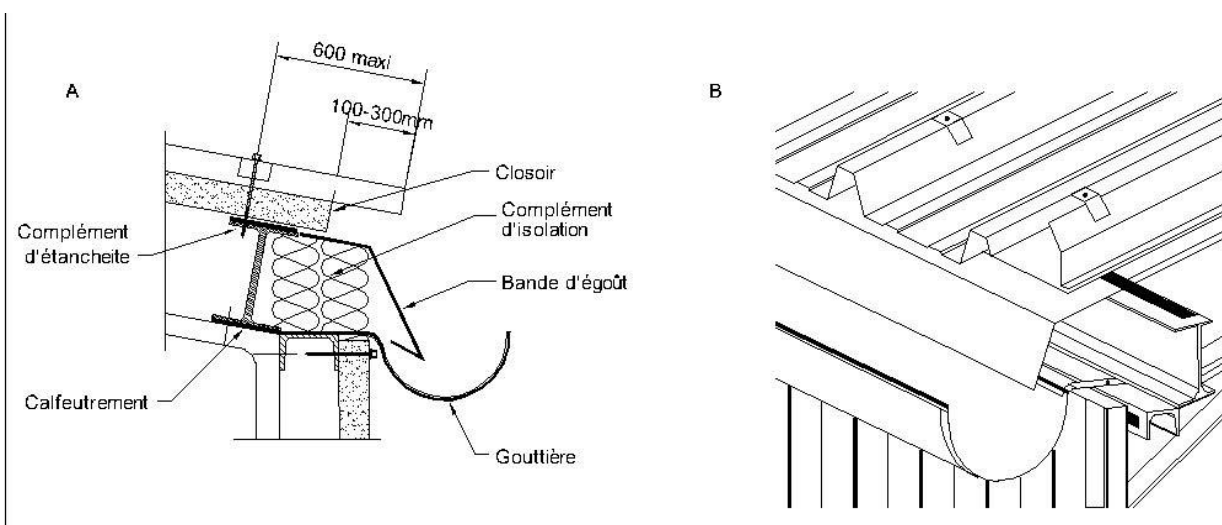


Figure 9 – Gouttière pendante

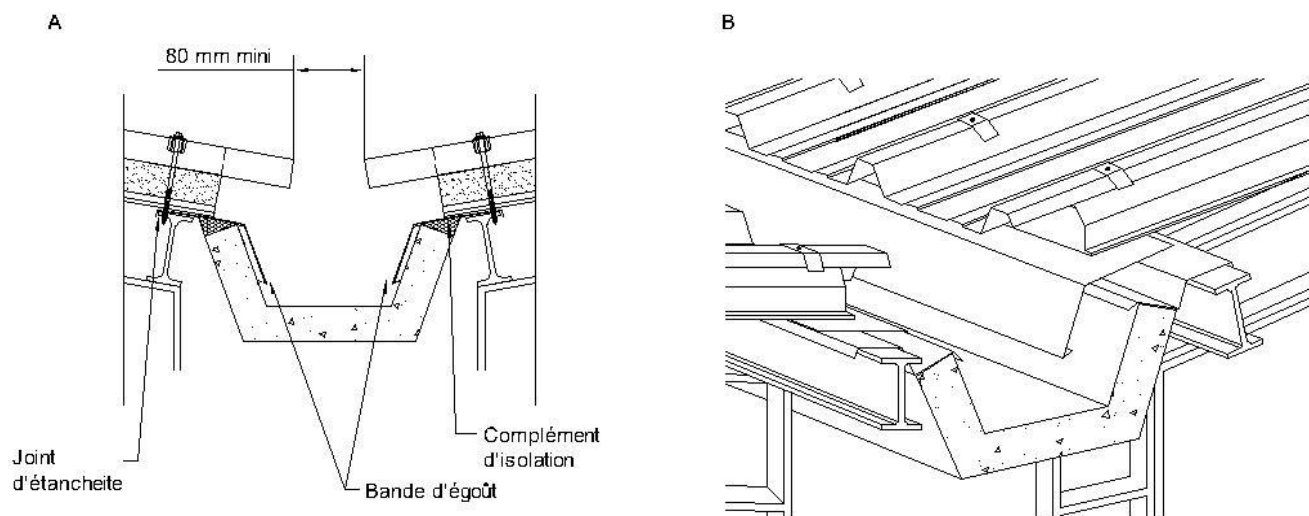


Figure 10 – Chêneau isolé

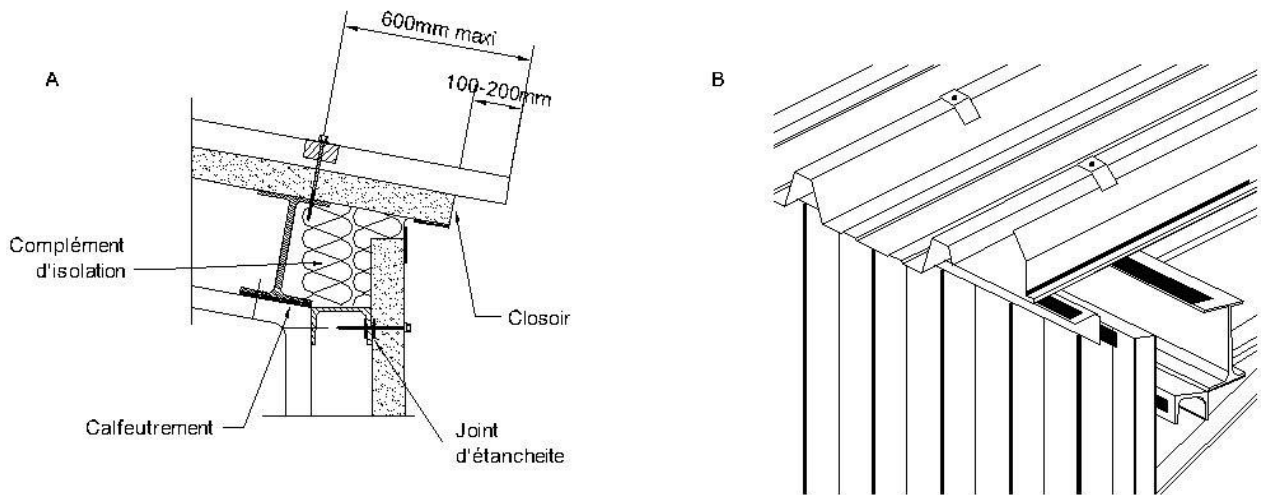


Figure 11 – Débord libre sans chéneau

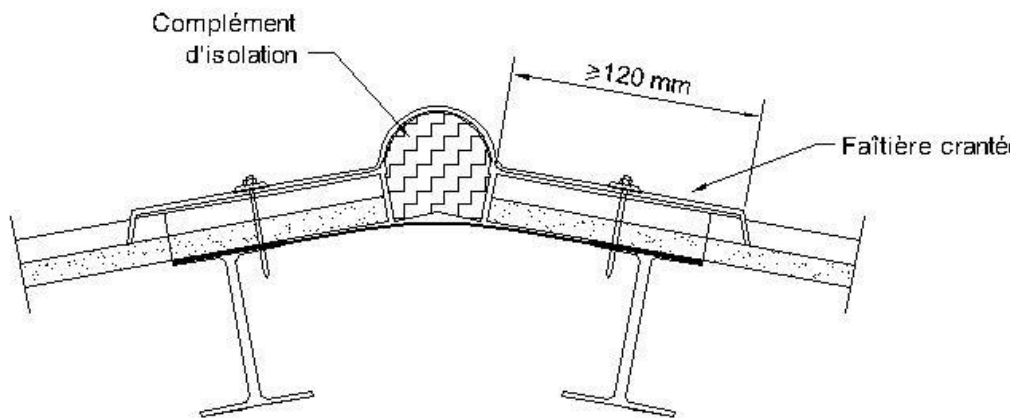


Figure 12 – Faîtière à boudin (pente > 10%)

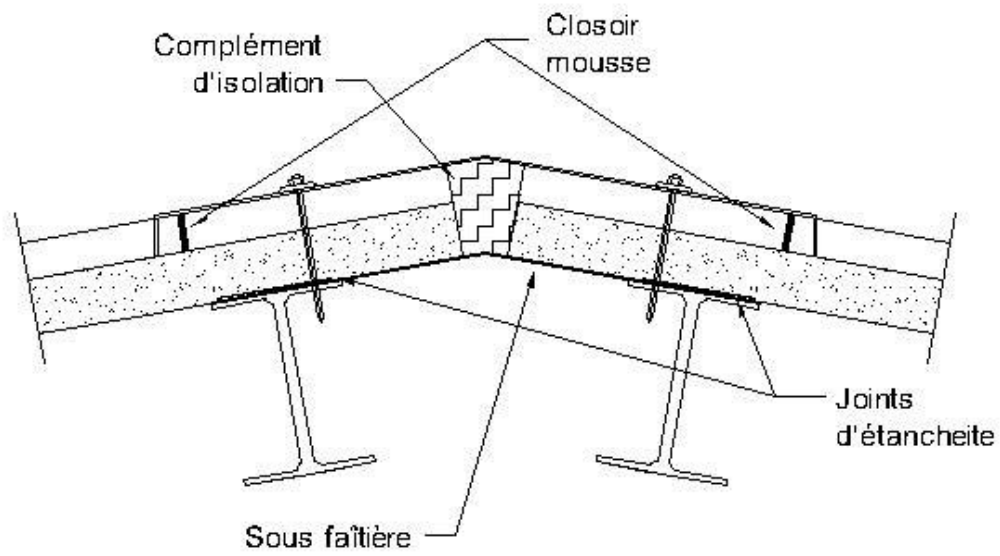


Figure 13 – Faîtage double à bords crantés (pente > 7%)

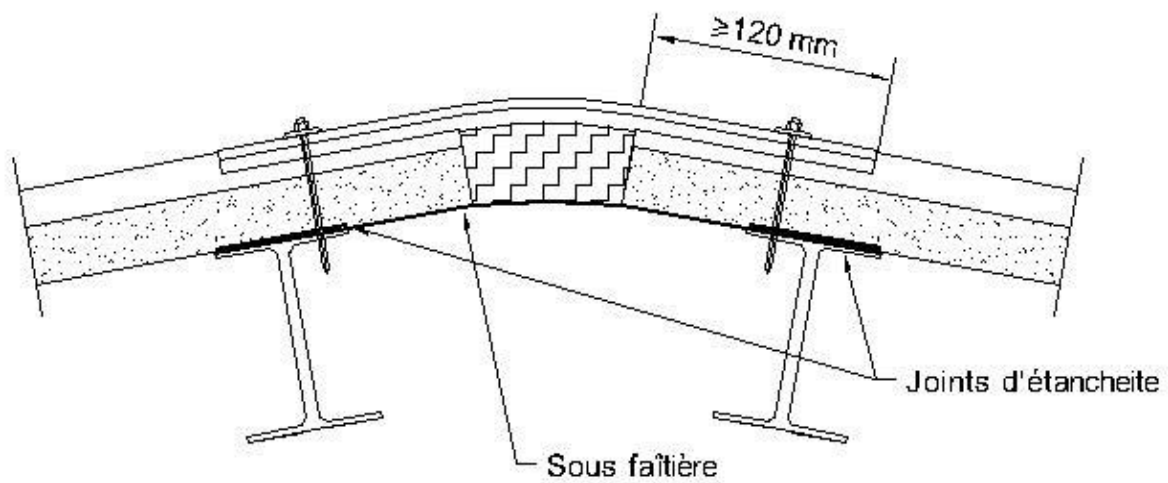


Figure 14 – Faîtage à double versant

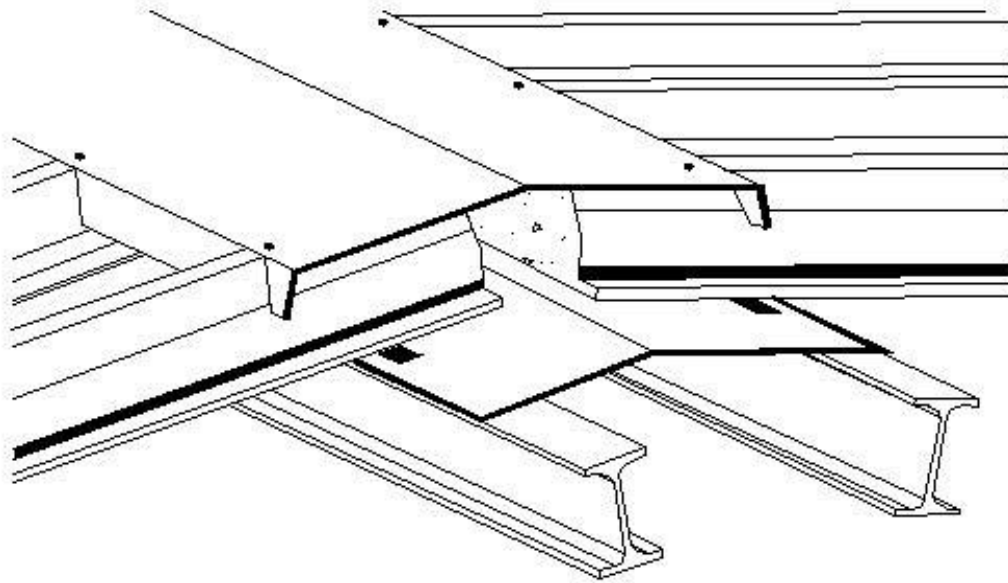


Figure 15 – Sous faitière

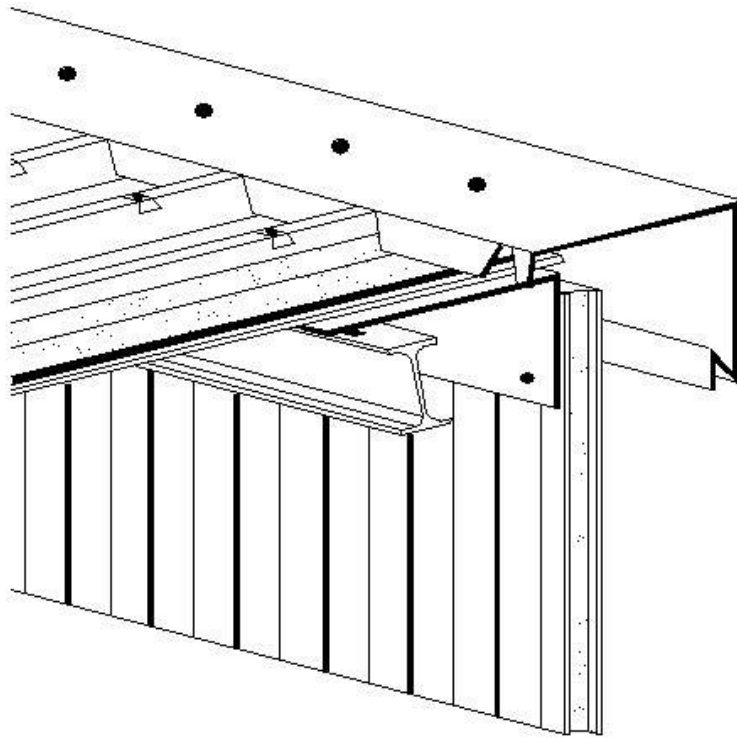


Figure 16A – Bandeau de faitage

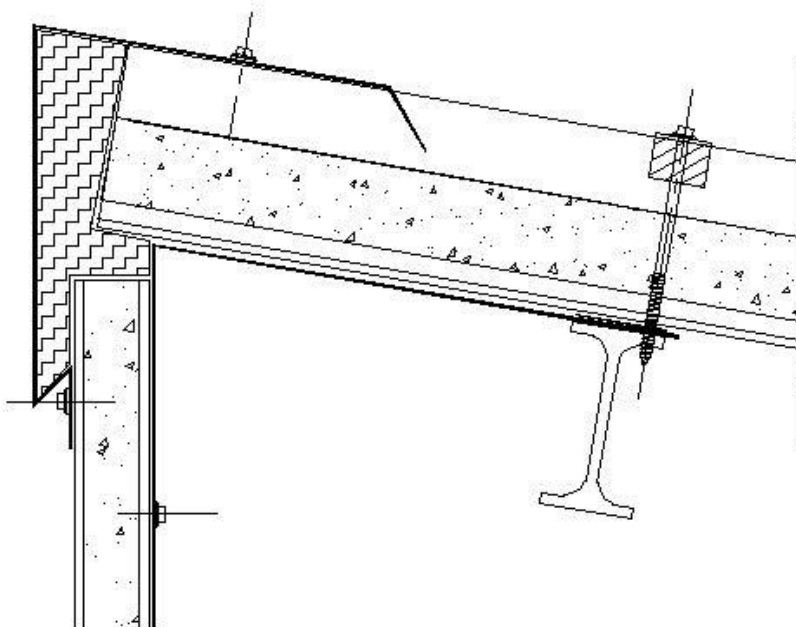


Figure 16B - Bandeau de faitage

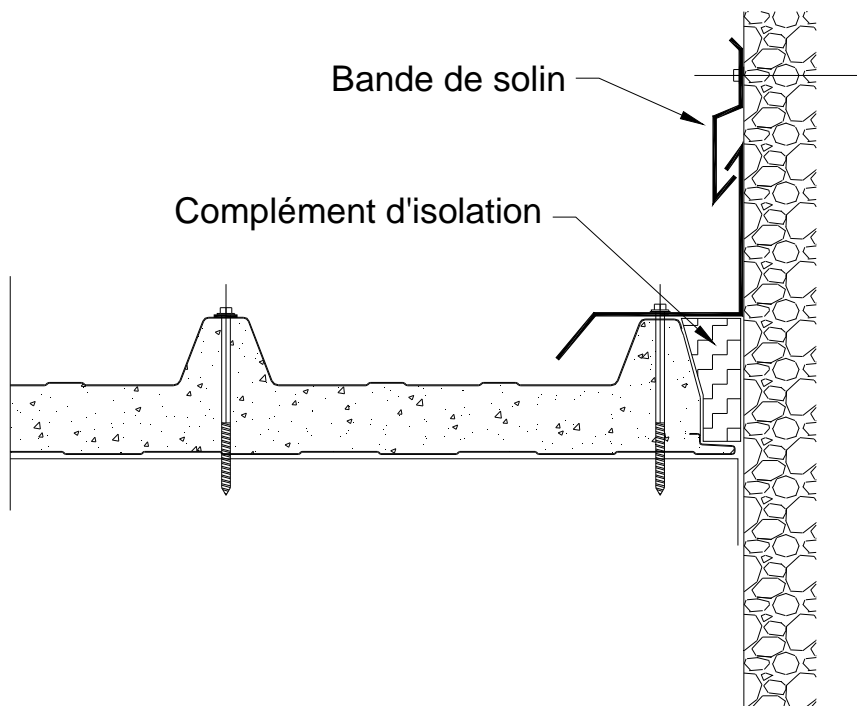


Figure 17 – Raccordement contre mur

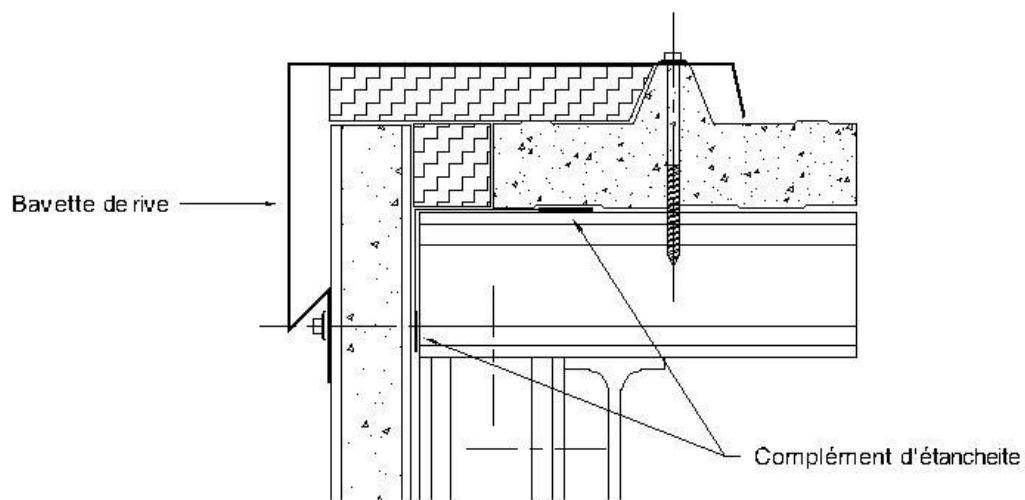


Figure 18 – Rive latérale

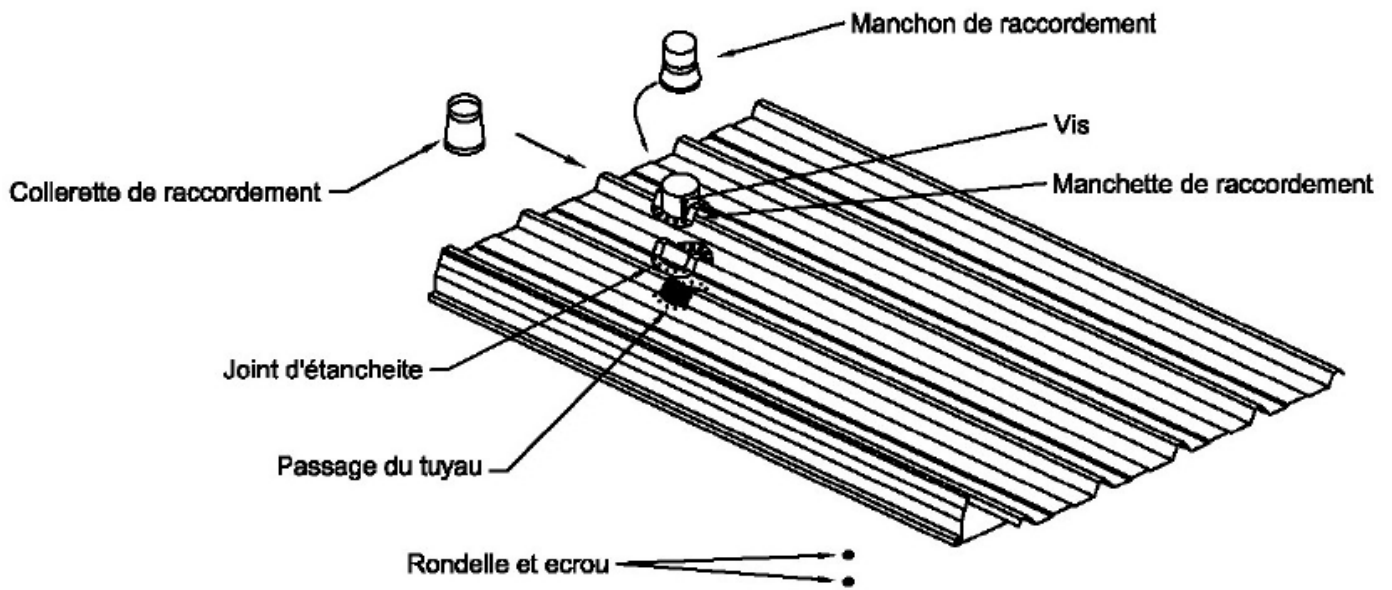
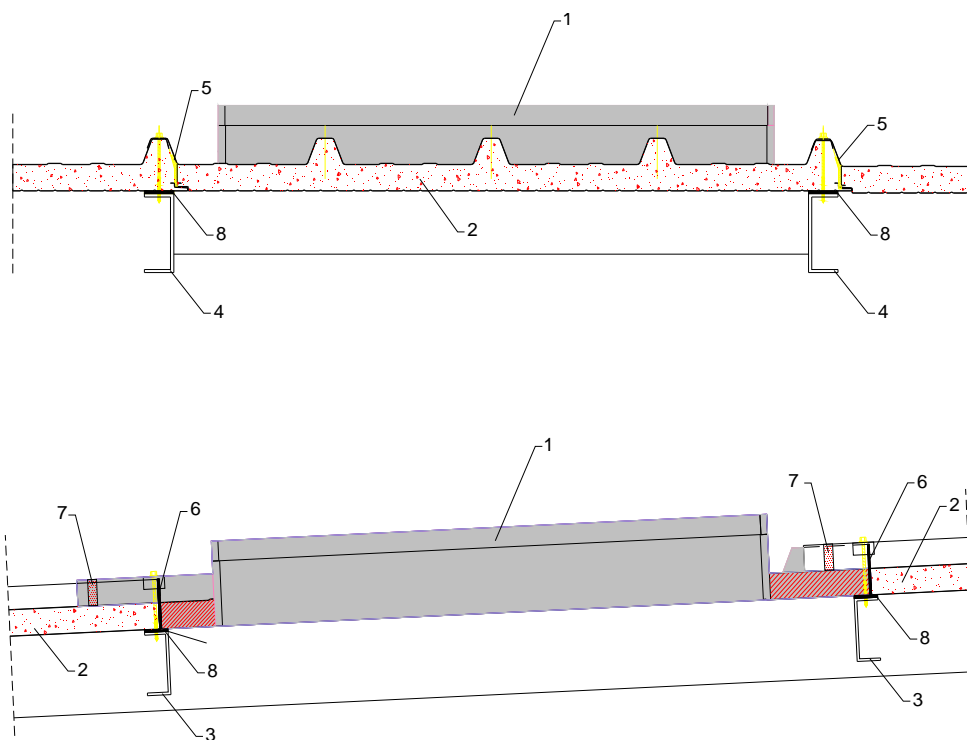


Figure 19 – Plaque à douille



- 1 - EMBASE
- 2 - PANNEAU
- 3 - CHEVETRE
- 4 - SUPPORT LATERAL
- 5 - JOINT MOUSSE POLYETHYLENE
- 6 - CALFEUTREMENT MOUSSE
- 7 - BANDE DE MOUSSE
- 8 - JOINT D'ETANCHEITE

Figure 20 – Châssis à visser