

Sur le procédé

Toiture structurale VMZINC®

Famille de produit/Procédé : Système de couverture chaude

Titulaire(s) : **Société VM BUILDING SOLUTIONS**

AVANT-PROPOS

Les avis techniques et les documents techniques d'application, désignés ci-après indifféremment par Avis Techniques, sont destinés à mettre à disposition des acteurs de la construction **des éléments d'appréciation sur l'aptitude à l'emploi des produits ou procédés** dont la constitution ou l'emploi ne relève pas des savoir-faire et pratiques traditionnels.

Le présent document qui en résulte doit être pris comme tel et n'est donc **pas un document de conformité ou à la réglementation ou à un référentiel d'une « marque de qualité »**. Sa validité est décidée indépendamment de celle des pièces justificatives du dossier technique (en particulier les éventuelles attestations réglementaires).

L'Avis Technique est une démarche volontaire du demandeur, qui ne change en rien la répartition des responsabilités des acteurs de la construction. Indépendamment de l'existence ou non de cet Avis Technique, pour chaque ouvrage, les acteurs doivent fournir ou demander, en fonction de leurs rôles, les justificatifs requis.

L'Avis Technique s'adressant à des acteurs réputés connaître les règles de l'art, il n'a pas vocation à contenir d'autres informations que celles relevant du caractère non traditionnel de la technique. Ainsi, pour les aspects du procédé conformes à des règles de l'art reconnues de mise en œuvre ou de dimensionnement, un renvoi à ces règles suffit.

Groupe Spécialisé n° 5.1 - Produits et procédés de couvertures

Versions du document

Version	Description	Rapporteur	Président
V3	<p>L'Avis Technique a été examiné par le Groupe Spécialisé n° 5.1 « Produits et procédés de couverture » en date du 1er juillet 2024.</p> <p>Annule et remplace l'Avis Technique n° 5.1/19-2569_V2. Cette version intègre les modifications suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mise à jour des coordonnées du titulaire ; • Ajout de la possibilité que les pattes fixes type 1 soient fabriquées par VMBSO. 	AUGEAI Marc	DUBOIS Alexis

Descripteur :

Le système de couverture Toiture structurale VMZINC® est un complexe de couverture chaude à fixations traversantes composé :

- D'un support de type tôle d'acier nervuré (cf. figure 1a), ou panneaux bois ou à base de bois (cf. figure 1b), recouvert d'une couche pare-vapeur de caractéristique adaptée à l'hygrométrie des locaux ;
- D'un isolant de type laine minérale d'épaisseur 50 à 260 mm (les épaisseurs (minimales notamment) devant être visées dans le Document Technique d'Application de l'isolant. (cf. § 2.3)), recouvert d'un écran d'interposition ;
- D'un système de fixation comportant des pattes fixes associées à des entretoises plastiques (et éventuellement rehausses d'entretoises) ainsi que des pattes coulissantes associées à des plaquettes de répartition ;
- D'une couverture en VMZINC® PLUS assurant l'étanchéité à l'eau et permettant de se prémunir des risques de corrosion de la sous-face du zinc grâce à une protection par laque composite de forte épaisseur et de faible perméance.

Le procédé est destiné aux couvertures de formes planes, cintrées simples ou double courbures, situées sur des locaux de faible à moyenne hygrométrie, en travaux neufs ou de rénovation totale (jusqu'à la charpente support), en France métropolitaine et climat de plaine (altitude < 900 m)

Les pentes de couverture sont celles prévues par le § 2.4.1.

Les longueurs de rampants maximales sont celles prévues par le DTU 40.41, soit 40 m.

Table des matières

1.	Avis du Groupe Spécialisé.....	5
1.1.	Domaine d'emploi accepté	5
1.1.1.	Zone géographique	5
1.1.2.	Ouvrages visés.....	5
1.2.	Appréciation.....	5
1.2.1.	Aptitude à l'emploi du procédé	5
1.2.2.	Durabilité	8
1.2.3.	Impacts environnementaux	8
1.3.	Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé	8
2.	Dossier Technique.....	9
2.1.	Mode de commercialisation	9
2.1.1.	Coordonnées.....	9
2.1.2.	Mise sur le marché.....	9
2.1.3.	Identification.....	9
2.2.	Description.....	9
2.2.1.	Principe.....	9
2.2.2.	Descriptions des éléments et matériaux.....	11
2.3.	Dispositions de conception	19
2.3.1.	Étude d'adaptation et organisation de la mise en œuvre	19
2.3.2.	Protection temporaire en cours de chantier.....	19
2.3.3.	Bâtiments de hauteur > 20 m	19
2.3.4.	Pare-vapeur sur TAN.....	19
2.3.5.	Charpentes supports	19
2.3.6.	Pente et longueur de rampant du procédé.....	19
2.4.	Dispositions de mise en œuvre	20
2.4.1.	Pente de la couverture.....	20
2.4.2.	Choix des éléments de fixation.....	20
2.4.3.	Calepinage des fixations (cf. figures 9a à 9d).....	21
2.4.4.	Pose du complexe de toiture.....	24
2.4.5.	Dispositions spécifiques aux toitures simple courbure (cf. figure 17)	29
2.4.6.	Dispositions spécifiques aux toitures gironnées cintrées ou double courbures (cf. figure 18).....	32
2.5.	Traitement des points singuliers.....	36
2.5.1.	Égout avec débord de couverture (cf. figures 21a à 21d).....	36
2.5.2.	Égout sans débord de couverture (cf. figure 22).....	39
2.5.3.	Rives latérales (cf. figures 23a à 23c).....	40
2.5.4.	Faîtage	42
2.5.5.	Jonctions transversales.....	46
2.5.6.	Noues.....	50
2.5.7.	Chéneaux encaissés (cf. figure 30)	52
2.5.8.	Pénétrations discontinues (cf. figure 31)	53
2.6.	Performances du système.....	53
2.6.1.	Performance vis à vis des contraintes de vent (versants plans et courbes)	53
2.6.2.	Performances acoustiques du système.....	54
2.6.3.	Performances thermiques.....	54
2.7.	Conditions relatives aux structures porteuses.....	54
2.8.	Cas particuliers : couverture courbe convexe avec zone de pente > 173 %	54
2.9.	Organisation de la mise en œuvre	55

2.10.	Entretien et réparation	55
2.11.	Assistance technique.....	55
2.12.	Principes de fabrication et de contrôle de cette fabrication.....	55
2.12.1.	Fabrication du VMZINC® PLUS.....	55
2.12.2.	Fabrication des accessoires de finition	55
2.12.3.	Fabrication des éléments de fixation fournis par VM Building Solutions	55
2.13.	Mention des justificatifs.....	56
2.13.1.	Résultats expérimentaux.....	56
2.13.2.	Références chantiers.....	56
2.14.	Annexe du Dossier Technique – Tableaux et schémas de mise en œuvre.....	57

1. Avis du Groupe Spécialisé

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

1.1. Domaine d'emploi accepté

1.1.1. Zone géographique

L'Avis a été formulé pour les utilisations en France métropolitaine et climat de plaine (altitude \leq 900 m).

1.1.2. Ouvrages visés

Le système de toiture Toiture structurale VMZINC® est de type couverture chaude et permet la réalisation de couvertures en zinc en construction neuve ou en cas de réfection totale d'une toiture et de son support.

Le système est adapté aux éléments porteurs en tôle d'acier nervurée ou bois ou panneaux à base de bois.

Il est destiné aux toitures :

- De pente minimale 5 % (2,86 °) et maximale 173 % (60 °), sauf dans les cas particuliers de couverture cintrée convexe :
 - continue au faîtage, où il est admis une pente inférieure à 5% en sommet de voûte (cf. § 2.4.5) ;
 - avec continuité de la couverture cintrée convexe jusqu'à la verticalité, avec récupération des eaux de pluie en pied de couverture (cf. § 2.8).
- De forme plane, cintrée simple ou double courbure ;
- Situées sur des locaux de faible à moyenne hygrométrie. Ce type de locaux peut notamment comprendre les écoles, gymnases, salles polyvalentes... après que ces derniers ont fait l'objet d'une étude adaptée permettant de confirmer cette classe d'hygrométrie ;
- En climat de plaine (altitude < 900 m).

La pose du procédé en zone de neige E (selon les règles NV 65 modifiées), lorsque l'altitude est supérieure à 700 mètres et que la pente est \geq 30° (57,7%) n'est pas visée.

1.2. Appréciation

1.2.1. Aptitude à l'emploi du procédé

1.2.1.1. Stabilité

Elle peut être considérée, sous l'action des charges descendantes, comme normalement assurée dans les conditions de pose des supports du procédé, telles que prévues par le Dossier Technique qui renvoie aux DTU de la série 43.* pour l'établissement de ces supports.

Dans le domaine d'emploi accepté par l'Avis (cf. § 1.1.2), la stabilité sous l'action des charges ascendantes, compte tenu des justifications expérimentales réunies en matière de fixation particulière de la couverture en zinc, paraît assurée de façon comparable à celle des toitures traditionnelles de référence visées par le DTU 40.41.

1.2.1.2. Sécurité en cas d'incendie

Vis-à-vis du feu extérieur

En ce qui concerne les bacs nus ou revêtus, du fait de la nature de leur parement extérieur (avec revêtement organique dont le PCS est inférieur à 4,0 MJ/m² selon essais), cette couverture répond aux exigences de performance vis-à-vis du feu venant de l'extérieur selon l'arrêté du 14 février 2003.

Concernant la réaction au feu :

- le produit est classé A1 pour les bacs seuls sans revêtement organique (classement conventionnel).
- Le classement de réaction au feu des bacs seuls revêtus Bilaqué VMZINC ou PIGMENTO®, selon la norme NF EN 13501-1, est A2-s1,d0.
- Le classement de réaction au feu des bacs revêtus avec tout autre revêtement n'est pas connu.

Vis-à-vis du feu intérieur

Les dispositions réglementaires à considérer sont fonction de la destination des locaux, de la nature et du classement de réaction au feu de l'isolant et de son support.

1.2.1.3. Pose en zones sismiques

Selon la nouvelle réglementation sismique définie par :

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

Le procédé peut être mis en œuvre, en respectant les prescriptions du Dossier Technique sur des bâtiments de catégorie d'importance I, II, III et IV, 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.

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

1.2.1.4. Acoustique

Les performances acoustiques des systèmes constituent des données nécessaires à l'examen de la conformité d'un bâtiment vis-à-vis de la réglementation acoustique en vigueur :

- Arrêté du 30 juin 1999 relatif aux bâtiments d'habitation ;
- Arrêté du 25 avril 2003 relatif aux hôtels, établissements d'enseignement et de santé ;
- Arrêté du 13 avril 2017 relatif aux travaux de rénovation en zones exposées au bruit.

Le passage de la performance du système à la performance de l'ouvrage peut être réalisé à l'aide d'une des trois approches suivantes :

- Le calcul selon la norme NF EN 12354-1 à 6, objet du logiciel ACOUBAT ;
- Le référentiel QUALITEL ;
- Les Exemples de Solutions Acoustiques, de janvier 2014.

Les performances acoustiques du procédé ont été évaluées par des essais d'affaiblissement acoustique référencés au § 2.13.1 (cf. aussi § 2.6.2).

1.2.1.5. Isolation thermique

Les résistances thermiques du panneau isolant utilisé à prendre en compte sont celles mentionnées dans le Document Technique d'Application spécifique de l'isolant.

Les bâtiments équipés de ce procédé soumis à la réglementation thermique, doivent faire l'objet d'études énergétiques pour vérifier le respect des réglementations thermiques en vigueur, pour les bâtiments neufs et existants selon le cas.

Ces études tiennent compte du coefficient de transmission surfacique global d'une paroi U_p (en $W/(m^2.K)$), ponts thermiques intégrés pris en compte, qui est calculé de la façon suivante :

$$U_p = U_c + \frac{(n \times \chi)}{A}$$

Avec :

- U_c le coefficient de transmission thermique en partie courante de toiture (sans ponts thermiques), en $W/(m^2.K)$;
- n la densité de fixation du pont thermique ponctuel, en m^{-2} ;
- χ le coefficient de transmission ponctuel de la fixation, en W/K , donné au tableau 1 ;
- A l'aire de la paroi.

La résistance thermique totale d'une paroi R (en $(m^2.K)/W$), ponts thermiques intégrés pris en compte, se fait de la façon suivante :

$$R = \frac{1}{U_p} - 0.2$$

Pour les constructions neuves qui entrent encore dans le champ d'application de la Réglementation Thermique 2005, la paroi dans laquelle est incorporée le procédé Toiture structurale VMZINC® devra satisfaire aux exigences du tableau VIII du fascicule 1/5 "Coefficient UBât" des Règles Th-U, qui définit le coefficient (U) surfacique maximal admissible pour la toiture.

Épaisseur (mm)	χ (W/(K)) support tôles d'acier nervurées (1)	χ (W/(K)) support bois (1)
50	0,004	0,005
60	0,004	0,005
70	0,003	0,005
80	0,003	0,005
90	0,003	0,005
100	0,003	0,004
110	0,002	0,004
120	0,002	0,004
130	0,002	0,004
140	0,002	0,004
150	0,002	0,004
160	0,002	0,003
170	0,002	0,003
180	0,002	0,003
200	0,002	0,003
220	0,002	0,003
240	0,002	0,003
260	0,002	0,003

(1) À partir de 180 mm, le pont thermique ponctuel χ est pris identique par défaut

Tableau 1 : Caractéristiques thermiques

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

La mise en œuvre de cette toiture impose les dispositions relatives à la sécurité des personnes contre les chutes de hauteur. En outre, il y a lieu de recourir à l'emploi de dispositifs de répartition de charges afin d'éviter les déformations permanentes des bacs préjudiciables au comportement de la couverture.

1.2.1.7. Complexité de couverture

Ce système est adapté au traitement des couvertures de formes droites, cintrées simple courbure concave ou convexe, et double courbure convexe, comportant peu de pénétrations.

1.2.1.8. Étanchéité à l'eau

Dans les conditions de pose prévues par le Dossier Technique, on peut considérer que cette couverture présente une étanchéité à l'eau comparable aux ouvrages de couverture en zinc traditionnels visés par le DTU 40.41.

1.2.1.9. Hygrométrie des locaux et risques de condensation

L'emploi de ce procédé est limité aux locaux à faible ou moyenne hygrométrie. Sur éléments porteurs en tôles d'acier nervurées uniquement, ce procédé peut être utilisé sur des locaux de moyenne hygrométrie tels que les écoles, gymnases, salles polyvalentes, etc., ayant fait l'objet d'une étude confirmant leur classe d'hygrométrie. Dans ces conditions, on peut considérer que les risques de condensation dans le complexe sont limités.

1.2.1.10. Mise en œuvre

Elle relève de la compétence des entreprises de couverture instruites des particularités de ce système, telles que précisées dans le Dossier Technique.

1.2.1.11. Fabrication et contrôle

Cet Avis est formulé en prenant en compte les contrôles et modes de vérification de fabrication décrits au § 2.12.

L'isolant thermique utilisé est, par référence aux dispositions prévues par le § 2.2.2.3 du Dossier Technique, décrit dans un procédé titulaire d'un Document Technique d'Application du Groupe Spécialisé n° 5.2.

La fabrication des feuilles de zinc, ainsi que celle des accessoires façonnés en zinc ou des pattes de fixation en acier inoxydable, relève des techniques traditionnelles et fait l'objet des contrôles habituels de conformité aux normes produits de référence. De plus, le revêtement acrylate-uréthane 60 μ m appliqué en sous-face du zinc fait l'objet d'un contrôle dans l'usine VMBSO de Viviez.

1.2.1.12. 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.

1.2.2. Durabilité

Dans les conditions de pose prévues par le domaine d'emploi accepté par l'Avis (cf. § 1.1.2), la durabilité de cette couverture peut être estimée comme comparable à celle d'une couverture en zinc traditionnelle de référence, établie selon le DTU 40.41. Lorsque le support est constitué de plaques nervurées métalliques perforées en nervures, il convient de s'assurer de la bonne adaptation du revêtement de la face des plaques en contact avec l'ambiance intérieure du local, et ce eu égard à l'agressivité de cette ambiance et de sa combinaison éventuelle avec l'hygrométrie intérieure.

Lorsque le support est en bois, les préconisations du §2.2.2.1 s'appliquent.

1.2.3. Impacts environnementaux

Le procédé Toiture structurale VMZINC® ne dispose d'aucune Déclaration Environnementale ⁽¹⁾ (DE) et ne peut donc revendiquer aucune performance environnementale particulière.

Les éléments porteurs en tôle d'acier nervurée font l'objet d'une Déclaration Environnementale ⁽¹⁾ (DE) collective.

Les DE « Support d'étanchéité en acier de masse surfacique comprise entre 12 et 19,63 kg / m² » et « Support d'étanchéité en acier de masse surfacique comprise entre 6 et 11,99 kg / m² » ont été établies en août 2021, ont fait l'objet d'une vérification par tierce partie indépendante selon l'arrêté du 31 août 2015, et sont déposées sur le site www.inies.fr.

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

Il est rappelé que les DE n'entrent pas dans le champ d'examen d'aptitude à l'emploi du produit.

(1) Non visé par l'Avis.

1.3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

Généralités

- En ce qui concerne les éléments du support bois, la mise en œuvre du système Toiture structurale VMZINC® se réfère au DTU 43.4. Si des évolutions dans ce domaine devaient être introduites dans le DTU 43.4 durant la validité de l'Avis, elles s'appliqueraient au système Toiture structurale VMZINC®.
- L'isolation thermique en sous-face du procédé n'est pas prévue dans le présent document.
- Comme pour tous les procédés de couverture métallique en feuilles et longues feuilles à joints debouts, la fixation d'équipements de protection individuels (lignes de vie, potelets, etc...) ou collectives (chemins de circulation, etc...) sur les joints debouts est exclue. Ceux-ci doivent être obligatoirement fixés dans la charpente (qui devra être vérifiée apte à cet usage) en respectant les principes d'étanchéité à l'eau des pénétrations du DTU 40.41 et du § 2.5.8.
- Comme pour tous les procédés de couverture sur éléments porteurs souples au sens des DTU de la série 43, l'ancrage d'équipements de protection individuels (lignes de vie, potelets, etc...) ou collectives (chemins de circulation, etc...) dans ces éléments porteurs souples est exclu.
- La pose du procédé en Département et Régions d'Outre-Mer (DROM) ou en climat de montagne (altitude ≥ 900 m) n'est pas visée.

Couvertures cintrées

- Comme pour tous les systèmes de couvertures métalliques cintrées, la charpente métallique doit présenter une tolérance d'implantation permettant la mise en œuvre et le bon fonctionnement du procédé (cf. § 2.3.5).

Toitures à double courbure

- Dans le cas de toitures à double courbure, du fait de la discrétisation en éléments simple courbure, les solutions proposées dans le Dossier Technique ne permettent pas de réaliser parfaitement la forme d'un tore, mais doivent être comprises comme solutions d'habillage d'un anneau à l'aide d'éléments facétisés.
- Dans le cas de toitures à double courbure, les largeurs minimales des bacs trapèzes doivent respecter les prescriptions du § 2.4.6.5 du Dossier Technique.

Sécurité

- Le Dossier Technique ne prévoit pas de chemins de circulation provisoires ou permanents. Le maître d'ouvrage devra en tenir compte et prévoir d'autres dispositions en cas de présence en toiture d'équipements dont la surveillance ou l'entretien doivent être assurés régulièrement.

2. Dossier Technique

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

2.1. Mode de commercialisation

2.1.1. Coordonnées

Titulaire et Distributeur :
Société VM Buildings Solutions (VMBSO)
Tour Altaïs
3, place Aimé Césaire
93100 Montreuil - France
Tél. : 01 49 72 42 42
Fax : 01 49 72 43 64
E-mail : vmzinc.france@vmzinc.com
Internet : www.vmzinc.fr

2.1.2. Mise sur le marché

En application du Règlement (UE) n° 305/2011, le produit « Bac à joint debout » VMZINC fait l'objet d'une Déclaration de Performances (DdP) établie par la Société VM Building Solutions sur la base de la norme NF EN 14783:2013. Les produits conformes à cette DdP sont identifiés par le marquage CE.

2.1.3. Identification

Les feuilles et bobines traditionnelles de zinc sont identifiées par un marquage conforme aux dispositions de la norme NF EN 14783. Ces feuilles et bobines peuvent être en métal « nu » (naturel), prépatiné (QUARTZ-ZINC®, ANTHRA-ZINC®, AZENGAR® ou PIGMENTO®) ou bilaqué VMZINC.

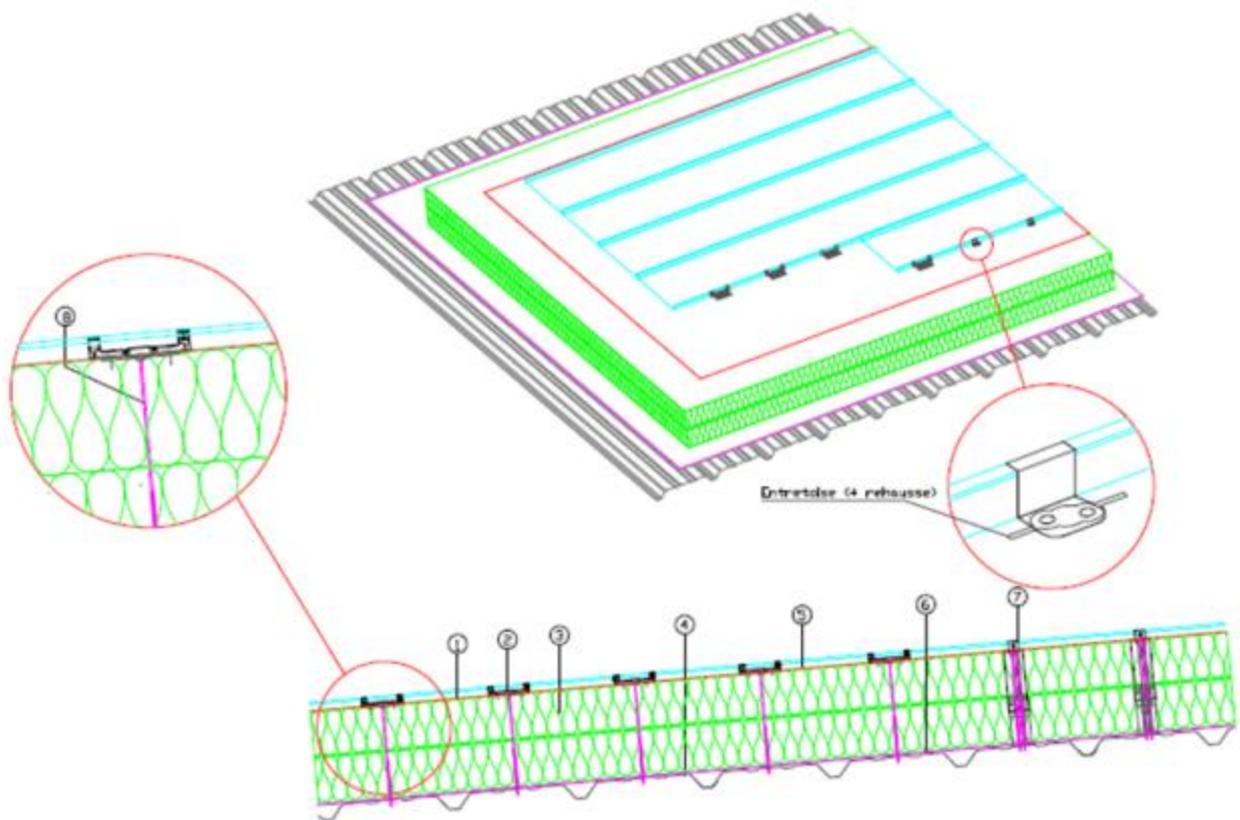
Les autres accessoires (pattes de fixations de la couverture), sont identifiables par leur géométrie particulière illustrée par les figures 3 à 8.

2.2. Description

2.2.1. Principe

Le système de couverture Toiture structurale VMZINC® est un complexe de couverture chaude à fixations traversantes composé:

- D'un support de type tôle d'acier nervuré (cf. figure 1a), ou panneaux bois ou à base de bois (cf. figure 1b), recouvert d'une couche pare-vapeur de caractéristique adaptée à l'hygrométrie des locaux ;
- D'un isolant de type laine minérale d'épaisseur 50 à 260 mm (les épaisseurs (minimales notamment) devant être visées dans le Document Technique d'Application de l'isolant. (cf. § 2.2.2.3)), recouvert d'un écran d'interposition ;
- D'un système de fixation comportant des pattes fixes associées à des entretoises plastiques (et éventuellement rehausses d'entretoises) ainsi que des pattes coulissantes associées à des plaquettes de répartition ;
- D'une couverture en VMZINC PLUS assurant l'étanchéité à l'eau et permettant de se prémunir des risques de corrosion de la sous-face du zinc grâce à une protection par laque composite de forte épaisseur et de faible perméance.



LEGENDE

1. Couverture VMZ Zinc Plus à joint debout
2. Plaquette de répartition avec patte coulissante
3. Laine minérale rigide
4. Bac acier
5. Ecran d'interposition
6. Pare vapeur
7. Entretolse (+ rehausse si nécessaire) avec patte fixe
8. Vis spéciale VMZINC

Figure 1a – Toiture structurale VMZINC® support tôles d'acier nervurées

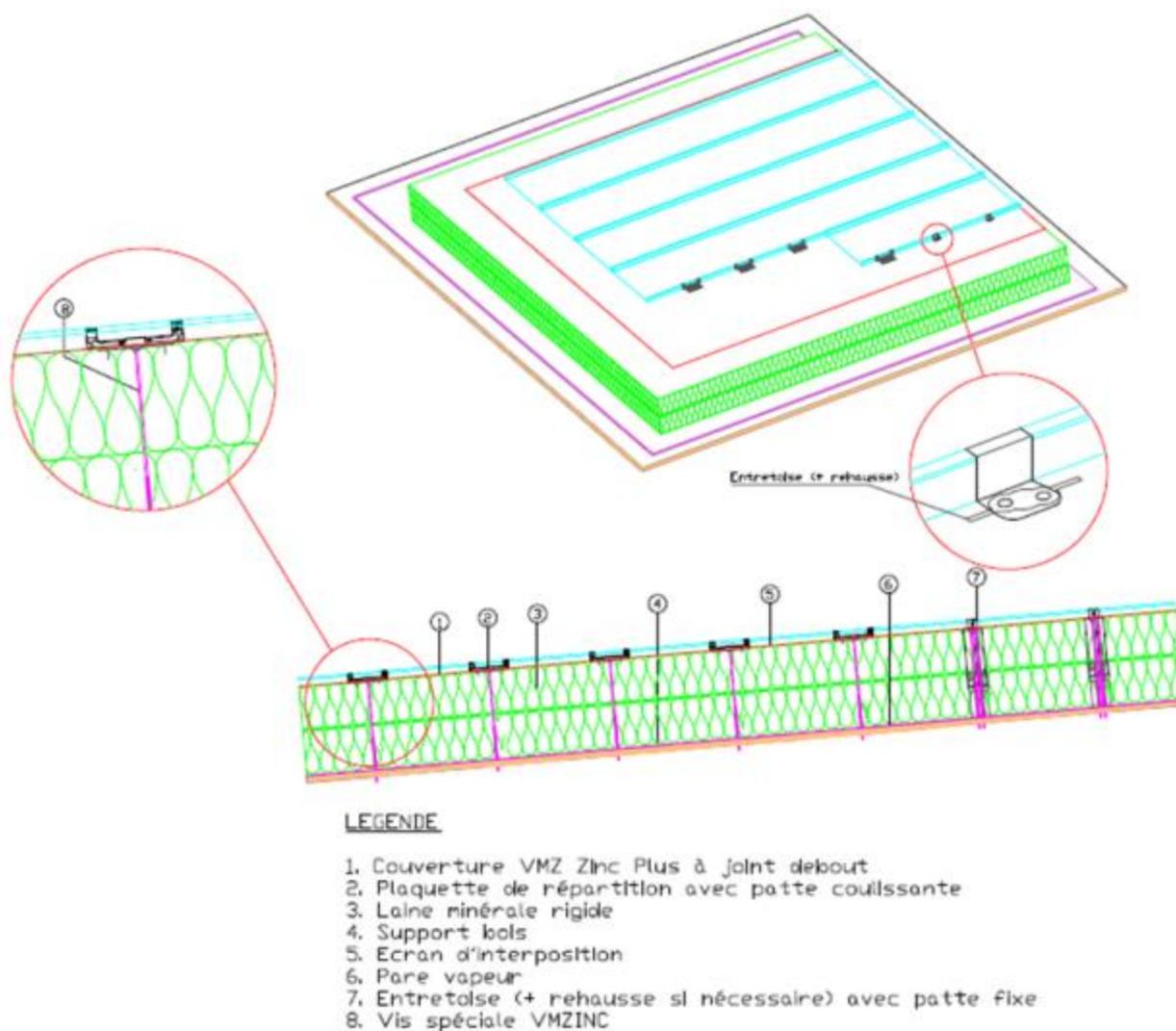


Figure 1b - Toiture structurale VMZINC® support panneaux à base de bois

2.2.2. Descriptions des éléments et matériaux

2.2.2.1. Éléments porteurs (non fournis par VMBSO)

- Les éléments porteurs en tôle d'acier nervurée, sont conformes à la norme NF DTU 43.3 et son Amendement A1, et au CPT commun « Panneaux isolants non porteurs supports d'étanchéité mis en œuvre sur éléments porteurs en tôles d'acier nervurées dont l'ouverture haute de nervure est supérieure à 70 mm » pour des versants plans (Cahier du CSTB 3537_V2 de Janvier 2009 et ses mises à jour). Les éléments porteurs en tôle d'acier nervuré perforé en nervures sont autorisés. Les perforations (ou crevaisons) en plages ne sont pas autorisées. L'épaisseur des tôles d'acier est limitée à 1,25 mm maximum, afin que le foret de la vis de fixation (cf. § 2.2.2.4.6) soit capable de traverser les éventuelles cornières d'épaisseur 1,25 mm ;
- Les éléments porteurs en bois, panneaux à base de bois ou panneaux CLT sont conformes à la norme NF P 84-207 (DTU 43.4) ou à un Avis Technique ou Document Technique d'Application favorable pour l'emploi en couverture à partir de 5 %. Le support présente une épaisseur minimale de 15 mm dans le cas de panneaux de contreplaqué, 18 mm dans le cas des panneaux de particules et 22 mm dans le cas de bois massif.

2.2.2.2. Pare-vapeur

Il peut être utilisé le pare-vapeur ALUDEX® MAX, fourni par VMBSO, en combinaison éventuelle avec le primaire INITIAL C350, ou un autre pare-vapeur non fourni par VMBSO, en fonction des supports et de l'hygrométrie des locaux (cf. § 2.4.4.3).

2.2.2.2.1. Pare vapeur ALUDEX® MAX (fourni par VMBSO)

ALUDEX® MAX est un pare-vapeur auto-adhésif, pour support tôle d'acier nervuré ou bois et panneaux à base de bois, en faible et moyenne hygrométrie, de composition suivante :

- Face inférieure en bitume modifié associé à un film de protection pelable en polyéthylène ;
- Armature en grille de fils de fibre de verre (60 g/m²) ;
- Face supérieure constituée d'un complexe polyester-aluminium-polyester.
- La température minimale de mise en œuvre est de +5°C.

Le produit est marqué CE selon la Norme EN 13970.

Le pare-vapeur ALUDEX® MAX est utilisé en combinaison avec le primaire INITIAL C350.

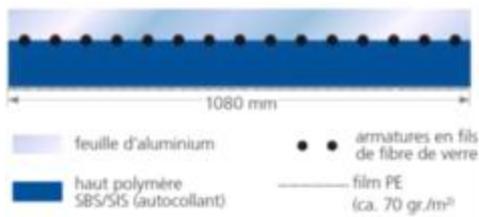


Figure 2a - Pare-vapeur ALUDEX® MAX

Caractéristiques :

- Épaisseur : 0,60 mm ± 10 % ;
- Masse surfacique : 700 g/m² ± 5 % ;
- Longueur : 40 m +0,05 -0,0 ;
- Largeur : 1,08 m ;
- Résistance à la traction : 500/500 N/50 mm selon EN 12311-2 ;
- Souplesse à basse température : - 20 °C selon EN 495-5 ;
- Résistance au cisaillement des joints autocollants : ≥ 200 N/5 cm selon EN 12317 ;
- Sd ≥ 1 200 m selon EN 1931 ;
- Résistance à la déchirure au clou selon EN 12310-1 : > 100 N ;
- Poids du rouleau : 31 kg.

2.2.2.2.2. Primaire INITIAL C350 (fourni par VMBSO)

Le primaire INITIAL C350 est constitué de caoutchouc et de résines synthétiques avec addition d'un diluant organique exempt d'halogène.



Figure 2b - Primaire INITIAL C350 (fourni par VMBSO)

Caractéristiques :

- Masse volumique : 0,84 g/cm³ ;
- Teneur en cendre : 35 % ;
- Point éclair : - 10 °C ;
- Température minimale d'utilisation : 5°C ;
- Temps de séchage : 35 minutes ;
- Conditionnement :
 - Boîtes métalliques de 4,5 et 12,5 kg.
 - Bonbonne autonome sous pression de 14,4 kg. La bonbonne sous pression doit être complètement vidée avant d'être mise au rebut.

Durée de conservation : 12 mois dans l'emballage d'origine.

2.2.2.3. Pare vapeur non fourni par VMBSO

Les désignations commerciales des feuilles pare-vapeur sont données à titre d'exemple, elles peuvent être remplacées par celles qui sont citées, pour cet usage, dans un Document Technique d'Application de revêtement d'étanchéité.

- **Support tôle d'acier nervuré plein**

En faible hygrométrie, on utilise un pare-vapeur du type feuille en bitume modifié par élastomère SBS armée (BE 25 VV 50) avec joints soudés (par exemple : ELASTOPHENE 25 de la Société Soprema SAS), ou encore un écran voile de verre 60 g/m² collé sur une feuille d'aluminium 0,04 mm d'épaisseur avec pontage des joints conforme au DTU 43.3 (par exemple : VAPOBAC + bandes SOPRASOLIN TAN de la Société Soprema SAS).

En moyenne hygrométrie, on utilise un pare-vapeur auto-adhésif comportant une feuille d'aluminium (par exemple : ADEVAPO de la Société Siplast) ;

- **Support tôle d'acier nervurée perforée en nervures**

Dans le cas d'usage d'un support en tôle d'acier perforée en nervures, on adoptera les spécifications prévues pour les bâtiments de moyenne hygrométrie ;

- **Support bois et panneaux à base de bois (cf. DTU 43.4 - § 5.2) – Faible et moyenne hygrométrie**

Pose en semi-indépendance :

- Soit, une feuille en bitume modifié par élastomère SBS armée (BE 25 VV 50) fixée au support par des clous spéciaux à large tête (diamètre 10 mm au moins) conformément aux dispositions de la norme NF DTU 43.4 (Par exemple : ELASTOPHENE 25 de la Société Soprema SAS, ou IREX PROFIL ou PARADIENE VV de la Société Siplast),
- Soit, une couche d'EIF et une membrane en bitume élastomère auto-adhésive définie dans un Document Technique d'Application de revêtement d'étanchéité auto-adhésif (par exemple ADEPAR JS de la Société Siplast).

Pose en adhérence :

- Une couche d'EIF,
- Un pontage des joints de panneaux par une bande de métal-bitume conforme à la norme NF P 84-316 de 20 cm de large, (par exemple SOPRALAST 50 TV ALU, face Alu sur le support, de la Société Soprema SAS, ou PARADIAL S de la Société Siplast),
- Une feuille en bitume modifié par élastomère SBS armée (BE 25 VV 50) soudée, à recouvrement de 6 cm minimum (par exemple : ELASTOVAP de la Société Soprema SAS ou IREX PROFIL de la Société Siplast).

2.2.2.3. Isolant (non fourni par VMBSO)

L'isolant en laine minérale doit être titulaire d'un Document Technique d'Application, en tant que panneau isolant support d'étanchéité de toitures. Les panneaux admis sont uniquement les panneaux cités aux § 2.2.2.3.1 et 2.2.2.3.2 ci-après. Ils ont une épaisseur de 50 à 260 mm, les épaisseurs (minimales notamment) devant être visées dans le Document Technique d'Application de l'isolant.

2.2.2.3.1. Isolant nu mono densité ;

Les panneaux isolants nus mono densité compatibles avec le procédé Toiture structurale VMZINC® sur support en tôle d'acier nervurée et bois ou panneaux à base de bois sont les panneaux suivants :

- ROCKACIER B Nu, ROCKACIER C Nu, Hardrock 2 NU de la Société Rockwool SAS ;
- Alphatoit et Panotoit FiBac 2 de la Société Saint Gobain Isover ;
- Rocterm Coberlan C, Rocterm Coberlan Power, Rocterm Coberlan N50 F de la Société BM France SARL.

Pour les tôle d'acier dont l'ouverture haute de nervure est supérieure à 70 mm, il convient d'utiliser un isolant adapté. Parmi les isolants compatibles, on peut citer :

- ROCKACIER B Nu, ROCKACIER C Nu ;
- Panotoit Fibac 2 ou Panotoit Tekfi 2 de la Société Saint Gobain Isover ;
- Rocterm Coberlan C, Rocterm Coberlan Power de BM France SARL.

Pour la réalisation de coyaux, dans le cas d'ouvrage de dimension limitée, on aura recours à des isolants de section triangulaire qui doivent être découpés sur chantier à partir des panneaux isolants choisis.

2.2.2.3.2. Isolant nu bi-densité ;

Les panneaux isolants nu bi-densité compatibles avec le procédé Toiture structurale VMZINC® sont les panneaux suivants :

- Rockacier B Nu Energy, Hardrock 2 Energy de la Société Rockwool SAS.

2.2.2.4. Système de fixation (fourni par VMBSO)

2.2.2.4.1. Patte de fixation de point fixe (cf. figure 3)

Patte fixe profil 1 en inox X5CrNi 18-10 (1.4301) selon la norme NF EN 10088-2, d'épaisseur 0,4 mm comportant 2 trous ($\varnothing = 5,4$ mm) à cuvelage pour l'utilisation sur support bois et tôle d'acier.

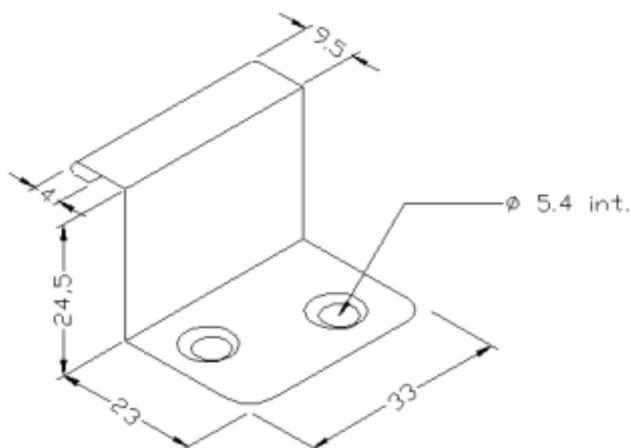


Figure 3 - Patte fixe

2.2.2.4.2. Patte de fixation de point coulissant (cf. figure 4)

Patte coulissante profil 1 en inox X5CrNi18-10 (1.4301) selon la norme NF EN 10088-2, d'épaisseur 0,4 mm, à double agrafe et épingle centrale renforcée comportant un trou ($\varnothing = 6,6$ mm) avec cuvelage.

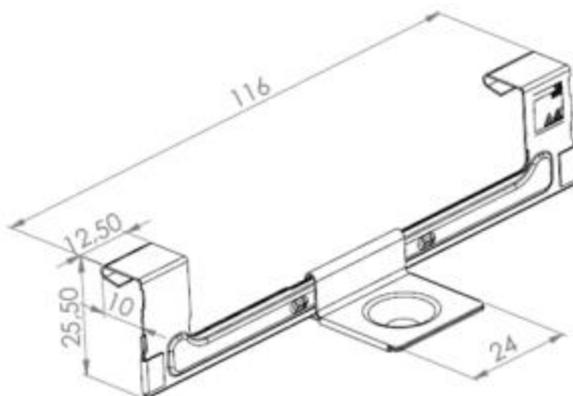


Figure 4 - Patte coulissante à fixation unique

2.2.2.4.3. Plaquette de répartition pour patte coulissante (cf. figure 5)

Plaquette de répartition en inox X5rNi18-10 (1.4301), d'épaisseur 0,5 mm, comportant un trou à cuvelage, une empreinte de positionnement de la patte coulissante et trois griffes de part et d'autre permettant l'ancrage de la plaquette dans l'isolant.

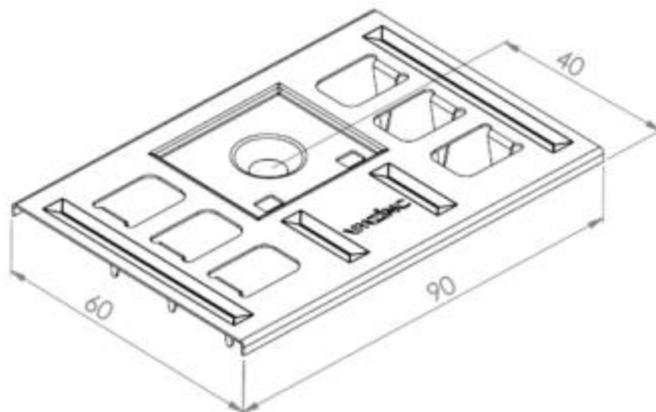


Figure 5 - Plaquette de répartition

2.2.2.4.4. Entretoise pour patte fixe (cf. figure 6)

Entretoise en polyéthylène haute densité de couleur noire de hauteur 50, 60, 80, 100, 120, 140, 150, 160 et 180 mm comportant des réservations destinées à permettre le passage des vis de fixation. Le cas échéant, l'entretoise peut être découpée par le pied pour rectifier sa hauteur et la faire correspondre à une épaisseur différente de la couche d'isolant. La découpe ne devra pas dépasser 25mm.

L'entretoise permet le blocage de la patte fixe vis-à-vis des efforts transmis dans le plan de la couverture (dilatation/retrait, poids propre, surcharges climatiques).

Caractéristiques du Polyéthylène

- Densité : $\geq 0,964 \text{ g/cm}^3$ (ISO 1183 / ASTM D1505) ;
- Résistance à la traction : $\geq 27 \text{ MPa}$ (NF EN ISO 527-2/1A/50) ;
- Allongement à la rupture en traction : $\geq 100 \%$ (NF EN ISO 527-2/1A/50).

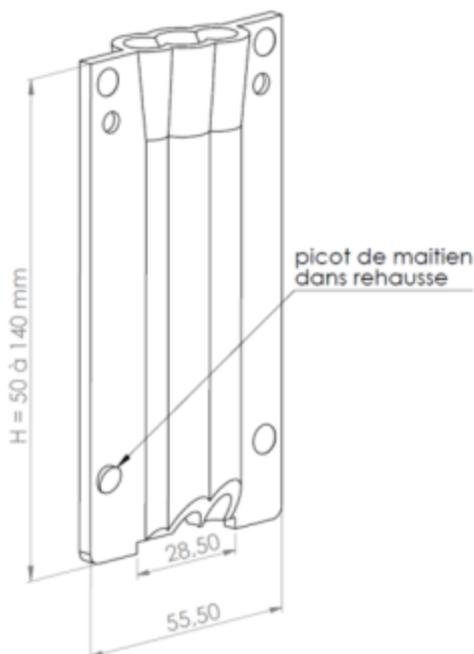


Figure 6.1 - Entretoise H50 à 140 mm

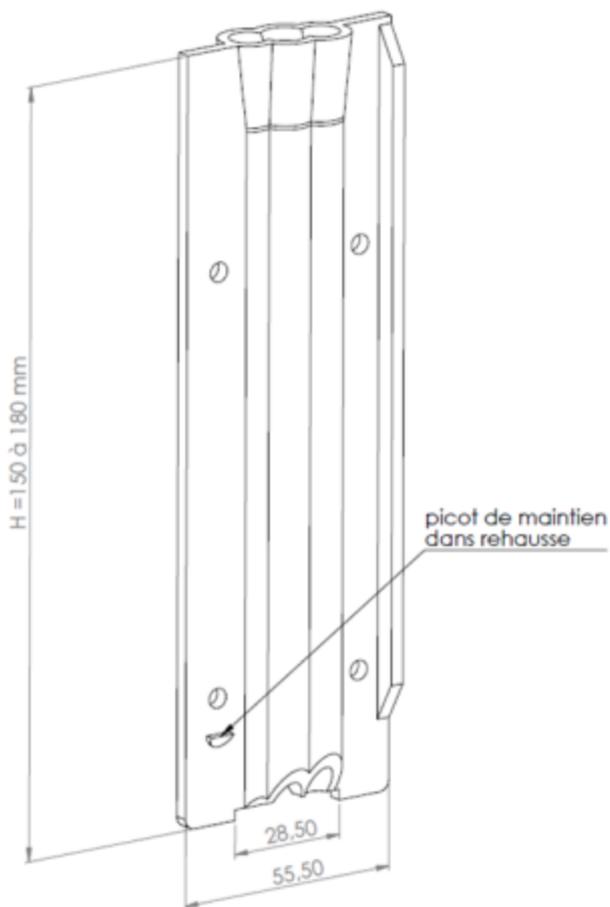


Figure 6.2 - Entretoise H150 à 180 mm

2.2.2.4.5. Rehausse pour entretoise (cf. figure 6.3)

Rehausse pour entretoise en polyéthylène haute densité, de composition identique aux entretoises mais de couleur blanche, de hauteur totale 140 mm et hauteur utile 100 mm, comportant des réservations destinées à permettre le passage des vis des pattes de fixation ainsi qu'un emplacement de 40 mm de profondeur en partie haute permettant d'y loger une entretoise. La rehausse pour entretoise permet d'augmenter la hauteur de l'entretoise et permet l'utilisation d'isolant jusqu'à 260 mm pour les supports en tôles d'acier et en bois.

En cas d'ajustement de hauteur sur chantier, seule la découpe du pied des entretoises est autorisée (cf. § 2.2.2.4.4) et non de la rehausse.

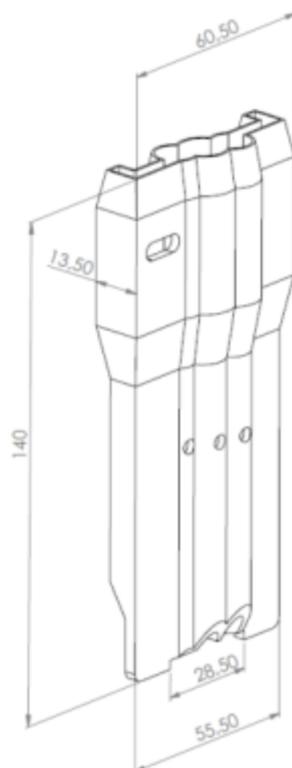


Figure 6.3 – Rehausse d'Entretoise

2.2.2.4.6. Vis de fixation (cf. figure 7)

Vis spéciale VMZ ZINC SD2-S4-T20-4,8xL pour tôles d'acier et bois, en acier inoxydable X5CrNiMo 17-12-2 (1.4401), à empreinte Torx T20 de diamètre 4,8 mm, à tête large fraisée cylindrique plate, à pointe autoperceuse réduite, de capacité de perçage dans l'acier de 2x1,25 mm et présentant un P_K minimum de 150 daN pour les supports en tôles d'acier épaisseur 0,75 mm et un P_K minimum de 130 daN selon NF P 30-310 pour les supports bois massifs (valeur pour un ancrage de 22mm), de longueurs 80, 120, 160, 180, 200, 220, 260 et 300 mm (les longueurs 80 et 180 mm sont fabriqués à la demande). La vis spéciale VMZ ZINC ayant un P_K de 118 daN dans un support en panneaux bois contreplaqués de 15 mm, les entraxes maximums de fixation seront conformes au tableau 5 ter, calculé sur la base de la formule du § 2.4.3.

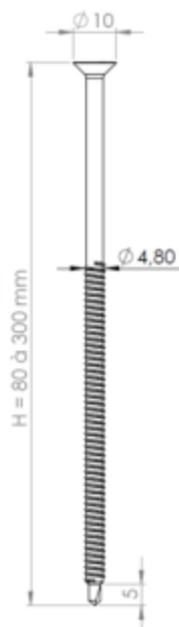


Figure 7 – Vis de fixation spéciale VM ZINC

2.2.2.5. Autres vis de fixation non fournies par VMBSO

Vis de fixation des feuillards en acier galvanisé S320GD + Z275 d'épaisseur 1 mm sur tôles d'acier posés perpendiculaires à l'égout de type SFS Group SAS SN 3/18 4,2 x 25 mm (P_k selon NF P30-314 de 200 daN dans acier St37 (375N/mm²) de 1,5 mm d'épaisseur) cf. § 2.4.4.2.1.

2.2.2.6. Écran d'interposition (non fourni par VMBSO)

Il s'agit d'un écran de sous-toiture respirant, certifié QB, et de classe Sd1 selon le Référentiel de certification QB25.

2.2.2.7. VMZ ZINC PLUS (fourni par VMBSO)

Zinc laminé conforme à la NF EN 988 revêtu en usine sur sa face interne d'une protection de type laque composite polyuréthane-polyamide de 60 µm.

- Largeur : 500 mm ;
- Épaisseur : 0,70 mm (+60 µm de protection).

Les finitions suivantes sont disponibles :

- QUARTZ-ZINC® PLUS : finition prépatiné gris ;
- VMZINC® PLUS : finition naturel ;
- ANTHRA-ZINC® PLUS : finition prépatiné foncé ;
- AZENGAR® PLUS ;
- PIGMENTO® PLUS : système polyuréthane bi-couche d'épaisseur totale de 35 µm (finition rouge terre, vert lichen, brun écorce ou bleu cendre) ;
- Bilaqué VMZINC PLUS : système polyuréthane-polyester haute durabilité épaisseur totale de 25 µm.

Adaptation aux contraintes atmosphériques extérieures

Les dispositions du DTU 40.41 s'appliquent à ce système. Le tableau 7 en fin de Dossier récapitule les dispositions à considérer en fonction de l'exposition atmosphérique extérieure, et du type de finition.

2.2.2.8. Autres composants

Kit de rive non ventilé VMZINC PLUS pour égouts avec ou sans débord, rives latérales et faitage (cf. figure 8) (fourni par VMBSO)

Bande pré-façonnée en zinc d'épaisseur 0,65 mm et de longueur 2 m, comportant trois joncs à son extrémité et une zone de rétreint favorisant le recouvrement latéral entre bandes. Les bandes sont fixées à l'aide de quatre raidisseurs livrés avec la bande.

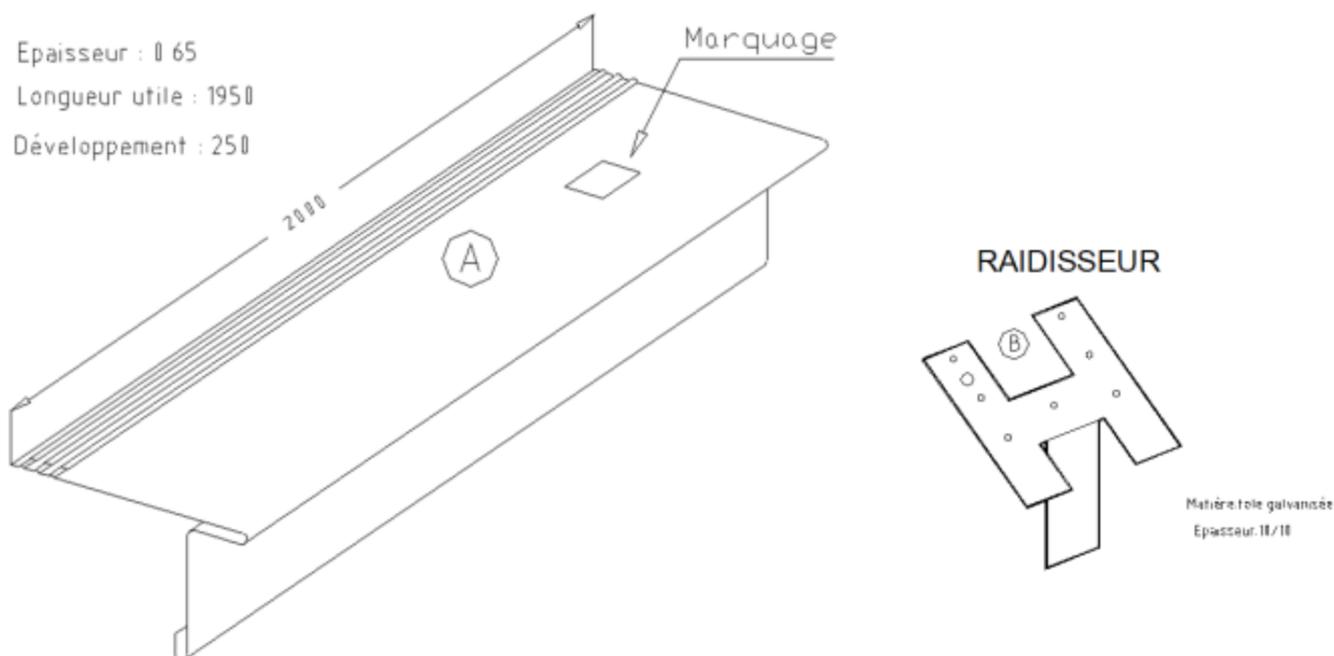


Figure 8 - Kit de rive Toiture structurale VMZINC®

2.3. Dispositions de conception

2.3.1. Étude d'adaptation et organisation de la mise en œuvre

Le fabricant est tenu d'apporter, aux entreprises qui en font la demande, son assistance pour procéder à l'étude préalable de calepinage et d'adaptation de ce système.

La pose du système Toiture structurale VMZINC® doit être effectuée par des entreprises dûment averties des particularités de ce procédé, lesquelles nécessitent, pour la réalisation des premiers chantiers, un monitorat et une assistance technique du fabricant.

2.3.2. Protection temporaire en cours de chantier

L'entreprise de couverture est tenue de protéger, lors de l'interruption de la pose de la couverture en zinc (en fin de journée en particulier), les parties non revêtues. Cette protection devra permettre d'éviter les infiltrations d'eau entre la couverture déjà posée et la membrane d'interposition. Lors de la pose, il faudra s'assurer que l'isolant n'est et ne sera pas mouillé.

2.3.3. Bâtiments de hauteur > 20 m

Dans ce cas, non habituel, il est rappelé que la structure et l'élément porteur doivent être dimensionnés pour, entre autres, résister aux actions du vent. L'élément porteur doit notamment être conforme au DTU 43.3 paragraphe C.3.2.

2.3.4. Pare-vapeur sur TAN

En dérogation à l'amendement A1 du NF DTU 43.3, l'utilisation d'un pare-vapeur sur tôles d'acier nervurées pleines est obligatoire pour les locaux à faible et moyenne hygrométrie. Le choix de ce pare-vapeur doit être conforme aux spécifications données dans le § 2.2.2.2 du Dossier Technique.

2.3.5. Charpentes supports

Le contreventement de la charpente doit être prévu sans contribution de la couverture.

Le procédé se caractérise généralement par une faible pente de couverture, celle-ci étant donnée par les éléments supports de bacs.

Une attention particulière doit être apportée à la qualité de la pose du support de couverture et en particulier dans le cas des toitures courbes (limitation des désaffleurements et de la facettisation). Le support doit faire l'objet d'une réception contradictoire entre le charpentier et le couvreur, selon les préconisations de ce Document Technique d'Application.

La mise en œuvre du procédé Toiture structurale VMZINC® est prévue pour être exécutée sur des structures porteuses, en :

- Acier, conformément à la norme NF EN 1993-1-1/NA. Dans ce cas, les valeurs limites maximales à prendre en compte pour les flèches verticales sont celles de la ligne « Toiture en général » du tableau 1 de la clause 7.2.1 (1) B de la NF EN 1993-1-1/NA.
Les tolérances de la classe 1 de fabrication de la norme NF EN 1090-2, ainsi que les tolérances de montage de classe 2 de cette même norme sont compatibles avec le procédé.
- Bois, conformément à la norme NF EN 1995-1-1/NA. Dans ce cas, les valeurs limites à prendre en compte pour les flèches sont celles figurant à l'intersection de la colonne « Bâtiments courants » et de la ligne « Éléments structuraux » du tableau 7.2 de la clause 7.2 (2) de la NF EN 1995-1-1/NA.

Les tolérances d'acceptation de la charpente sont celles du DTU 40.41. Ces tolérances doivent être précisées dans les DPM du charpentier.

Pour les couvertures gironnées cintrées ou à double courbure, la structure support de la couverture devra être contrôlée et acceptée par un géomètre.

2.3.6. Pente et longueur de rampant du procédé

La pente minimale est de 5 % et celle maximale est de 173 % (sauf cas particuliers des toitures courbes convexes, cf. § 2.4.5.1 et § 2.8).

La longueur maximale des longues feuilles est conforme au DTU 40.41 (sauf cas particuliers des toitures courbes, cf. § 2.4.5).

La longueur des rampants en projection horizontale est limitée à 40 m, conformément aux dispositions prévues par le DTU 40.41.

Les joints debouts sont posés dans le sens de la plus grande pente.

Les versants sont plans, ou cintrés simple courbure convexe ou concave, ou cintrés double courbure convexe.

2.4. Dispositions de mise en œuvre

2.4.1. Pente de la couverture

La pente de la couverture doit être conforme aux prescriptions du DTU 40.41 (article 3,21) c'est-à-dire au moins égale à 5 % (3 °). La pente maximale est de 173 % (60 °).

Dans le cas des couvertures cintrées convexes, les dispositions du chapitre 5.5 du DTU 40.41 s'appliquent, en autorisant l'utilisation du système Toiture structurale VMZINC® à des pentes supérieures à 173 % si la partie fixe des bandes zinc sont situées dans une zone de pente $\leq 173\%$ avec récupération des eaux de pluie en pied de couverture (cf. § 2.8).

En outre, dans le cas des couvertures cintrées convexes, on admet une zone à pente inférieure à 5 % pour autant qu'elle soit située au sommet avec une dimension maximale de 6 m (3 m de chaque côté du sommet), et sans aucune jonction transversale, ni pénétration interrompant un joint debout. Seule, la ligne de faîtage est à pente nulle.

La pente du support doit permettre l'obtention du respect des exigences minimales de la pente de la couverture. Une réception du support est nécessaire si les titulaires du lot charpente et couverture sont différents.

Les panneaux isolants utilisés sont plats, sauf dans le cas particulier de réalisation de coyaux (ressaut ou noues encaissées) pour lesquels des panneaux isolants pentés pourront être utilisés (cf. § 2.2.2.3).

2.4.2. Choix des éléments de fixation

Le choix des longueurs des éléments de fixation sera réalisé selon le tableau de correspondance suivant :

- **Support acier :**

La longueur de la vis doit être au minimum supérieure de 10 mm à l'épaisseur de l'isolant et ne doit pas dépasser l'épaisseur du complexe (isolant + support) de plus de 60 mm.

Le choix des longueurs des éléments de fixation sera réalisé selon le tableau de correspondance suivant :

Épaisseur isolant (mm)	50	60	80	100	120	140	150
Longueur vis (mm)	80	80	100	120	140	160	160
Hauteur entretoise (mm)	50	60	80	100	120	140	150
Hauteur rehausse + entretoise (mm)							150

Épaisseur isolant (mm)	160	180	200	220	240	260
Longueur vis (mm)	180	200	220	260	260	300
Hauteur entretoise (mm)	160	180				
Hauteur rehausse + entretoise (mm)	160	180	200	220	240	260

Tableau 2a : Hauteur des fixations en fonction des épaisseur d'isolant dans le cas d'un support acier

- **Support bois :**

La longueur de la vis doit être au minimum supérieure de 27 mm à l'épaisseur de l'isolant et ne doit pas dépasser l'épaisseur du complexe (isolant + support) de plus de 30 mm.

Le choix des longueurs des éléments de fixation sera réalisé selon le tableau de correspondance suivant :

Épaisseur isolant (mm)	50	60	80	100	120	140	150
Longueur vis (mm)	80	120	120	160	160	180	180
Hauteur entretoise (mm)	50	60	80	100	120	140	150
Hauteur rehausse + entretoise (mm)							150

Épaisseur isolant (mm)	160	180	200	220	240	260
Longueur vis (mm)	200	200	260	260	300	300
Hauteur entretoise (mm)	160	180				
Hauteur rehausse + entretoise (mm)	160	180	200	220	240	260

Tableau 2b : Hauteur des fixation en fonction des épaisseur d'isolant dans le cas d'un support acier

Pour rendre les pointes de fixations non visibles en sous-face, il doit être utilisé un support bois d'épaisseur minimale 40 mm ou 60 mm selon la longueur de la vis utilisée.

Pour l'épaisseur 50 mm (si visée dans le DTA du panneau isolant (cf. § 2.2.2.3)), l'entretoise n'est pas nécessaire.

2.4.3. Calepinage des fixations (cf. figures 9a à 9d)

La disposition et la densité des pattes joint debout sont fonction de la nature du support et des sollicitations de vent définies à partir des Règles NV 65 modifiées.

L'espacement entre pattes est déterminé selon le support en appliquant les spécifications décrites au § 2.6.1. Pour les bâtiments d'élanement courant de hauteur maximale 40 m dans le cas de supports tôle d'acier ou bois ou panneaux à base de bois, le tableau 5, en fin de dossier, donne les espacements maximums entre pattes.

Dans le cas de couvertures situées en dehors des limitations décrites ci-dessus, on aura recours à l'assistance technique de VM Building Solutions, notamment pour la détermination de l'espacement entre pattes calculé en fonction de la :

- Dépression appliquée sur la couverture (déterminée d'après les Règles NV 65 modifiées) ;
- Résistance admissible au vent extrême des pattes VMZ ZINC (48 daN) ;
- Résistance caractéristique à l'arrachement P_k (selon NF P 30-310) des vis de fixation (cf. § 2.2.2.4.6 et § 2.2.2.5).

Dans tous les cas, l'espacement calculé entre pattes ne pourra être supérieur aux valeurs données dans les tableaux 5 à 5 ter.

On vérifiera que les résistances caractéristiques à l'arrachement P_k (selon NF P 30-310) des vis de fixation utilisées sur chantier sont supérieures à celles décrites au § 2.2.2.4.6. Dans le cas contraire, on corrigera les entraxes des tableaux 3 à 3 ter en appliquant la formule suivante :

$$\text{Entraxe} = \frac{P_{k \text{ fixation chantier}}}{P_{k \text{ référence (cf. § 2.2.2.4.6)}}} \times \text{entraxe}$$

Le positionnement des pattes fixes est réalisé conformément aux prescriptions du DTU 40.41. En particulier, la partie fixe (5 pattes fixes) est disposé en tête des longues feuilles et au plus à 10 m de leur extrémité basse. De part et d'autre, on dispose des pattes coulissantes (cf. dispositions présentées figures 9a et 9b). Pour les épaisseurs d'isolant supérieures à 180 mm, il convient d'installer 6 pattes fixes au lieu de 5 pour conserver le même comportement en résistance au cisaillement.

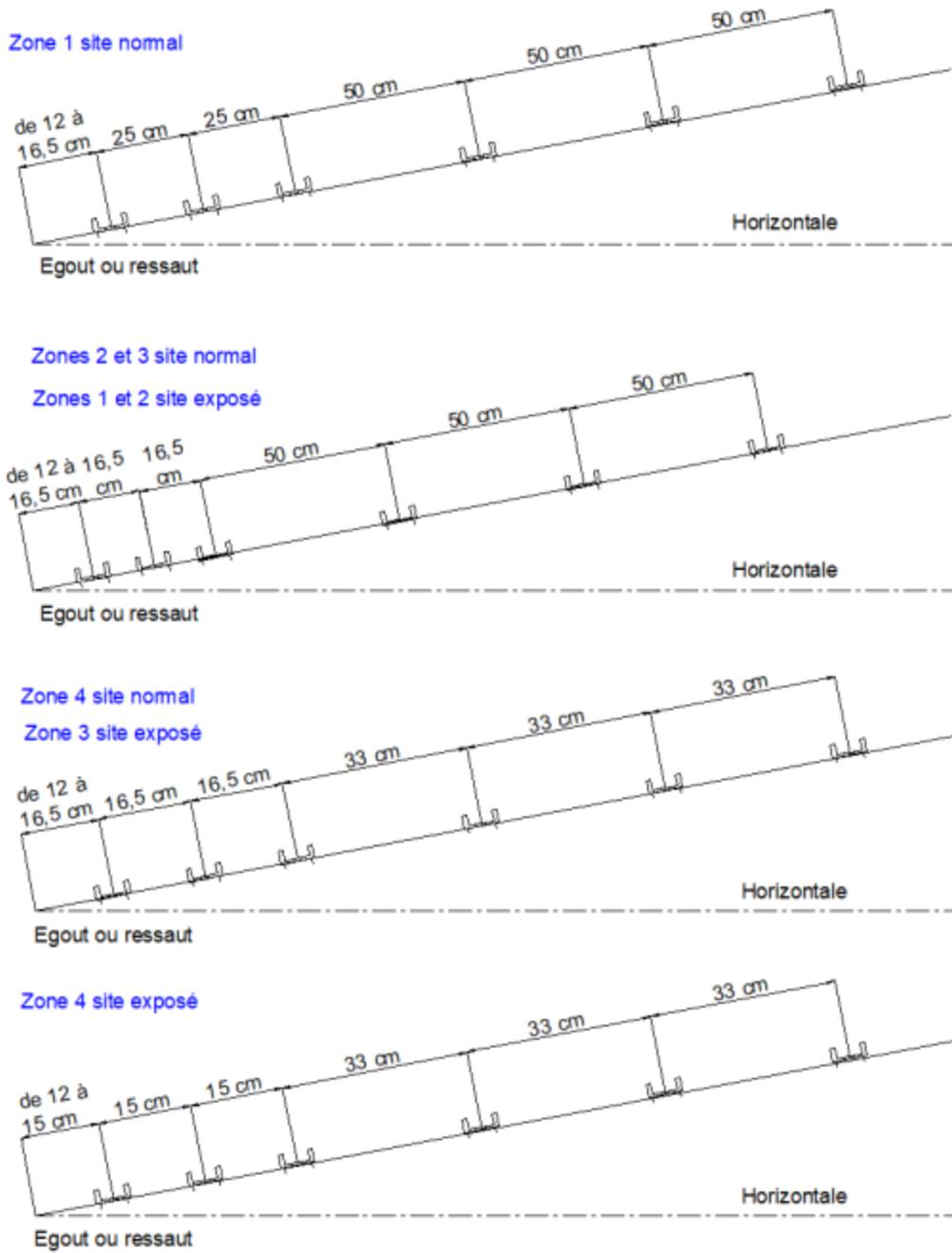


Figure 9a - Disposition des pattes de fixation en partie courante

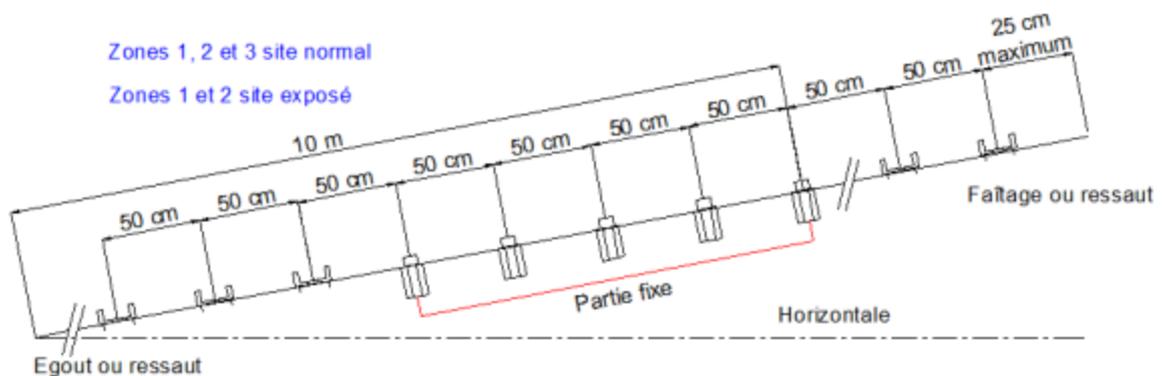


Figure 9b - Exemple de réalisation de la zone de points fixes en partie courante de la couverture

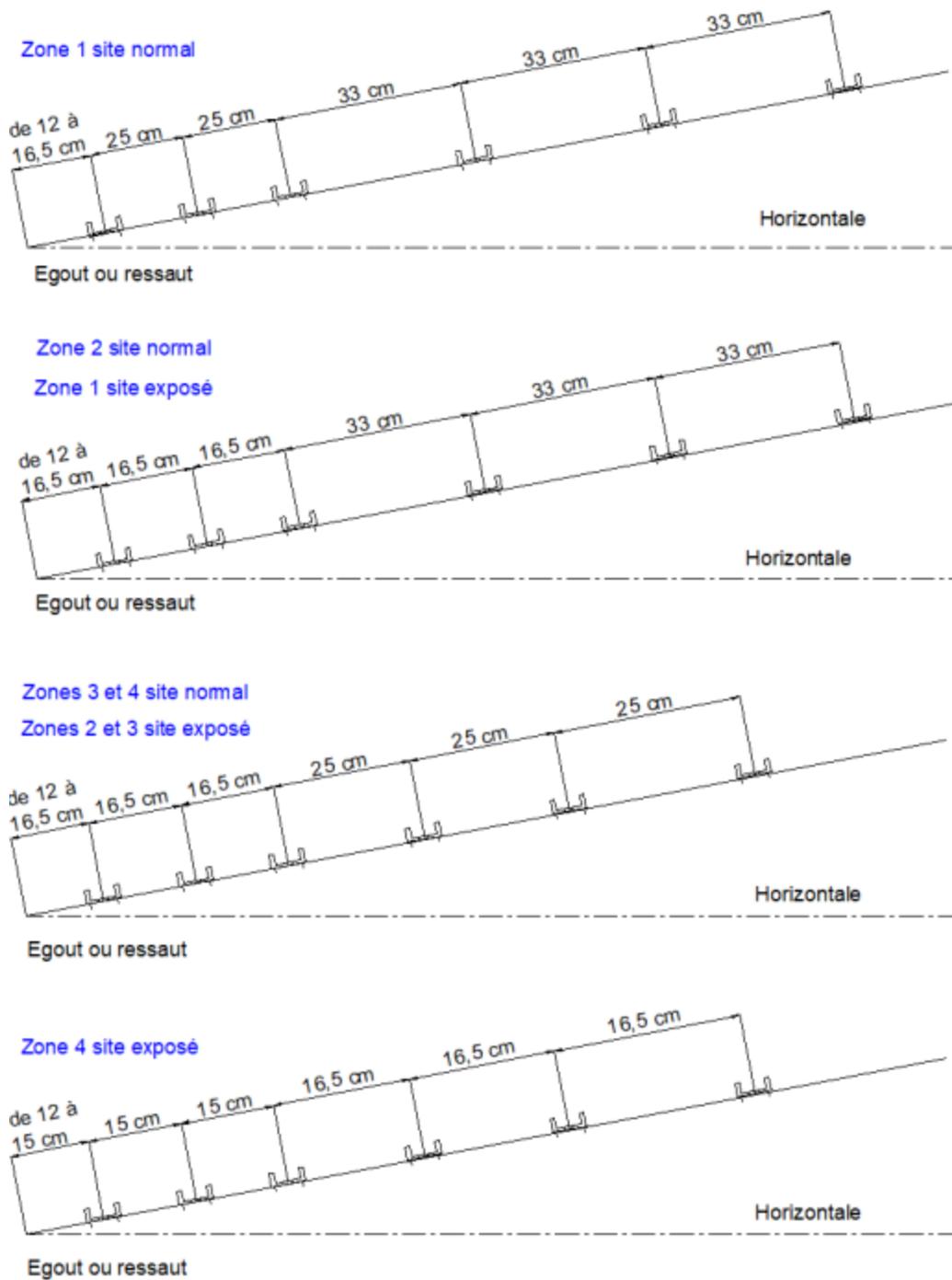


Figure 9c - Disposition des pattes de fixation en zones de rive

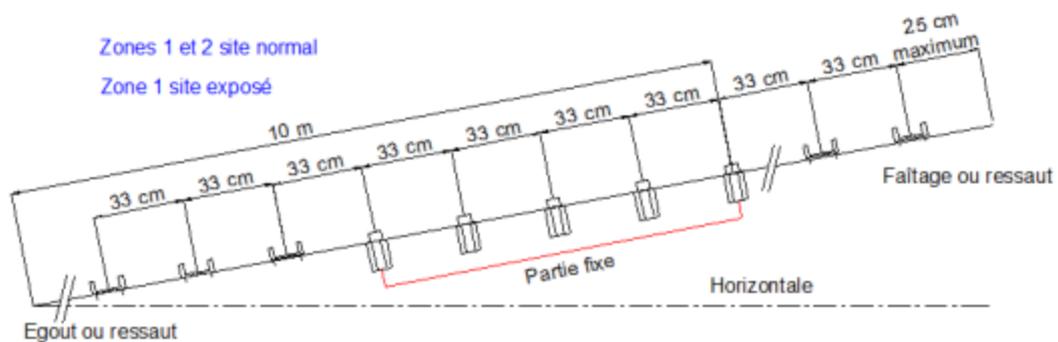


Figure 9d - Exemple de réalisation de la zone de points fixes en rive de la couverture

2.4.4. Pose du complexe de toiture

La pose du système est réalisée par couches successives (support, pare-vapeur, isolant, écran d'interposition, couverture zinc) telle que décrite ci-dessous.

2.4.4.1. Approvisionnement et circulation en toiture

L'approvisionnement des matériaux sur la couverture doit faire l'objet de précautions, en particulier en ce qui concerne les surcharges admissibles. La manutention et le stockage sur le platelage en tôles d'acier nervurées ne se fera qu'après fixation et couturage de ces derniers.

La manutention et le stockage sur la couche d'isolant des bacs de VMZINC® PLUS ne pourront être envisagés qu'avec un platelage de protection.

La circulation en toiture des personnes, particulièrement dans les zones les plus sollicitées (les accès par ex.), ne se fera que par le biais de la mise en œuvre de moyens de protection adaptés (chemin de circulation en planches par exemple).

2.4.4.2. Pose du support

2.4.4.2.1. Cas des éléments en tôle d'acier nervuré de largeur de vallée inférieure ou égale à 70 mm

Les éléments en tôles d'acier nervurées sont posés conformément aux spécifications du DTU 43.3. On privilégiera la pose des nervures parallèlement à l'égout afin de limiter les risques de faire coïncider les lignes de fixation des pattes joint debout avec les vallées des tôles d'acier nervurées.

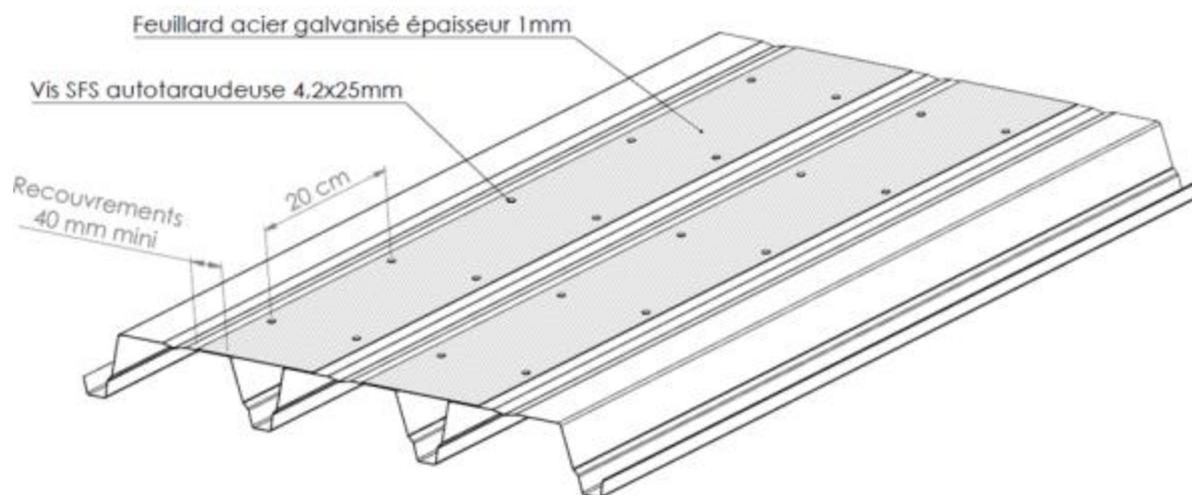
Dans le cas contraire, et après étude du calepinage du support et de la couverture zinc, on adoptera une des deux dispositions suivantes :

- Adapter le calepinage de la couverture zinc pour éviter qu'un joint debout ne tombe au droit d'une nervure, en utilisant un ou plusieurs bacs joint debout de largeurs différentes ;

ou

- Dans les cas où il n'est pas possible d'utiliser des bacs de largeurs différentes (raisons esthétiques ou dimensionnelles), on repérera via un calepinage préalable les joints debout susceptibles de coïncider avec les nervures du bac acier. On disposera au droit de ces nervures un feuillard (ou bande redressée) en acier galvanisé S320GD + Z275 (selon NF EN 10346) d'épaisseur 1 mm. La pose de ce feuillard se fera avant la pose du pare-vapeur. La largeur du feuillard permettra de recouvrir les nervures du bac acier en offrant une zone d'ancrage sur ses deux bords longitudinaux (cf. figure 10). Le feuillard sera fixé par des vis auto-taraudeuses de type SFS Group SAS SN 3/18 4,2 x 25 mm positionnées face à face tous les 0,20 m sur les deux bords longitudinaux du feuillard (décalage de 0,20 m entre les deux lignes de fixation). Dans le dimensionnement des bacs acier, sera pris en compte le poids propre des couches supérieures (isolant + couverture zinc) du complexe de couverture. On pourra retenir un poids propre égal à : 6 kg / m² (zinc) + 1,5 kg / m².cm d'isolant (cf. figure 10).

Dans le cas des toitures courbes, la facettisation de la courbure et le désaffleurement des tôles d'acier nervurées seront limités par l'adoption de l'une des dispositions constructives rappelées à l'article 4.52.



**Figure 10 - Pose des feuillards en acier galvanisé
(en cas de pose des tôles d'acier nervurées perpendiculaires à l'égout, cf. § 2.4.4.2.1)**

2.4.4.2.2. Cas des éléments en tôle d'acier nervuré de largeur de vallée supérieure à 70 mm

Les éléments en tôle d'acier nervuré planes de largeur de vallée supérieure à 70 mm sont dimensionnés et posés conformément au Cahier du CSTB 3537_V2 de Janvier 2009 et ses mises à jour.

Afin de s'assurer de la coïncidence des pattes de fixation avec les plages des tôles d'acier nervurées, on procédera à un calepinage des bacs de couverture et des tôles d'acier nervurées. Dans le cas de pose avec nervures perpendiculaires à l'égoût, l'utilisation de feuillards en acier galvanisé recouvrant les nervures n'est pas autorisée.

2.4.4.2.3. Cas du support en bois massif ou en panneaux à base de bois

Les éléments du support sont mis en œuvre conformément au DTU 43.4, ou aux Documents Techniques d'Application de panneaux CLT visant l'utilisation en tant que support de couverture.

Les éléments en bois massif sont fixés (cf. DTU 43.4 - § 6.2.1.3) au moyen de vis ou de pointes sur une structure en bois et par vis auto-perceuses ou auto-taraudeuses ($\varnothing \geq 6$ mm) sur une structure métallique.

Les éléments de support à base de bois sont des panneaux de contreplaqué NF-Extérieur CTB-X d'épaisseur minimale de 18 mm ou des panneaux de particules CTB-H d'épaisseur minimale 18 mm. Les panneaux sont fixés par des vis (cf. DTU 43.4 - § 6.2.2.3) sur une structure en bois et par des vis auto-perceuses ou auto-taraudeuses ($\varnothing \geq 6$ mm) sur une structure métallique.

Dans tous les cas, le désaffleurement entre éléments ne doit pas excéder 2 mm.

Dans le cas des couvertures cintrées, pour réduire la facettisation de la courbure, il peut être utilisé un support contreplaqué NF-Extérieur CTB-X d'épaisseur 15 mm. Les entraxes maximums des pattes de fixations sont alors donnés par le tableau 5 ter.

2.4.4.3. Pose du pare-vapeur

Le pare-vapeur est soit l'ALUDEX® MAX fourni par VMBSO, défini au § 2.2.2.2.1 du présent document, soit un pare-vapeur non fourni par VMBSO, tel que défini au § 2.2.2.2.3. L'écran pare-vapeur ne peut être considéré comme un revêtement d'étanchéité, ni comme une mise hors d'eau provisoire. Sa pose doit précéder immédiatement la mise en œuvre des panneaux isolants.

Les types de pare vapeur utilisés (définis au § 2.2.2.2) sont fonction de l'hygrométrie intérieure des locaux et du type de support utilisé. Le pare-vapeur remonte sur toute la hauteur de l'isolant (cf. figures 21 à 22).

2.4.4.3.1. Pose du pare-vapeur ALUDEX® MAX et primaire INITIAL C350 éventuel (fournis par VMBSO)

Le pare-vapeur est déroulé et positionné avant l'enlèvement progressif du film amovible, ce faisant, le pare -vapeur est marouflé au moyen d'une brosse. Les recouvrements longitudinaux comme transversaux sont de 5 cm, ils sont maroufflés au moyen d'un rouleau en silicone.

Le support doit être propre, sec et exempt d'huile et de graisse.

2.4.4.3.1.1. Support tôle d'acier nervurée

Sur supports en tôles d'acier nervurées (TAN), le support ne nécessite pas de primaire INITIAL C350, mais il doit être dégraissé si la tôle est galvanisée sans envers de bande, avant la mise en œuvre du pare-vapeur. Les lés sont posés dans le sens du bac. Le raccordement des recouvrements transversaux est réalisé en plaçant provisoirement sous les feuilles une planche ou une tôle plane afin de réaliser un support plan permettant le marouflage du joint. Afin de faciliter l'opération le film amovible du lé inférieur n'est pas entièrement retiré afin d'éviter l'adhésion sur le plan de marouflage. Une fois le raccord exécuté, le film amovible peut être retiré.

Les raccords longitudinaux se font obligatoirement sur une plage de la tôle.

2.4.4.3.1.2. Support bois et panneaux à base de bois

L'application du primaire INITIAL C350 est obligatoire sur supports en bois.

Le temps de séchage du primaire INITIAL C350 est d'environ 35 minutes selon la température. Le primaire doit être sec au toucher avant l'application d'une membrane.

Le primaire INITIAL C350 est appliqué, à raison de 200 g/m², juste avant la mise en œuvre du pare vapeur ALUDEX® MAX (il ne doit pas être appliqué les jours précédents la mise en œuvre du pare-vapeur, afin d'éviter les dépôts de poussières par exemple, qui pourraient altérer la qualité du collage).

Il est appliqué sur un support sec et propre. En cas de risque de pluie, le primaire INITIAL C350 doit être appliqué sur une surface limitée pouvant être recouverte et fermée rapidement.

L'application peut se faire :

- Soit manuellement au rouleau laineux ;

Soit par pulvérisation, au moyen d'une bonbonne sous pression.



Figure 11 - Application du primaire INITIAL C350

2.4.4.3.2. Pose du pare vapeur non fourni par VMBSO

2.4.4.3.2.1. Support tôles d'acier nervurée

En faible hygrométrie, on disposera le pare-vapeur type feuille de bitume armée élastomère SBS à joints soudés avec recouvrement entre lés d'au moins 6 cm. Dans le cas de pare-vapeur type voile de verre- alu, la face aluminium sera disposée en face supérieure et les jonctions entre lés seront pointées par une bande rapportée collée. Le recouvrement entre lés sera dans ce cas de 10 cm.

En moyenne hygrométrie, le pare-vapeur autoadhésif comportant une feuille d'aluminium sera disposé en lés avec recouvrement d'au moins 6 cm.

2.4.4.3.2.2. Support bois et panneaux à base de bois

Pose en semi-indépendance

- Membrane en bitume élastomère SBS armée clouée : pose avec recouvrements de 0,10 m minimum et fixation au support par des clous spéciaux à large tête à raison d'une fixation tous les 0,10 m en bordure des feuilles, et d'une fixation tous les 0,33 m en quinconce sur toute la surface. Dans le cas où les joints sont soudés au chalumeau, le recouvrement entre feuille peut être réduit à 6 cm minimum ;
- Membrane en bitume élastomère auto-adhésive : mise en œuvre conformément à son Document Technique d'Application.

Pose en adhérence

- Membrane en bitume élastomère SBS armée soudée : dans ce cas de pose, les joints entre panneaux sont obligatoirement pontés par une bande métal-bitume conforme à la norme NF P 84-316 de 20 cm de large. Le recouvrement entre lés de la feuille est de 6 cm minimum.

2.4.4.4. Pose de l'isolant (cf. figure 12)

Les emballages doivent être ouverts à proximité du lieu de pose. Aucun panneau ne devra être utilisé s'il est humidifié dans son épaisseur.

L'entreprise de couverture est tenue de protéger, lors de l'interruption de la pose de la couverture en zinc (en fin de journée en particulier), les parties non revêtues. Cette protection devra permettre d'éviter les infiltrations d'eau entre la couverture déjà posée et la membrane d'interposition. Lors de la pose, il faudra s'assurer que l'isolant n'est et ne sera pas mouillé.

Les panneaux isolants sont fixés mécaniquement selon les Documents Techniques d'Application des panneaux (dans le cas où ils sont supports d'étanchéité fixé mécaniquement).

La pose des panneaux est réalisée en quinconce, grand bord perpendiculaire aux nervures des tôles d'acier nervurées, en un ou plusieurs lits.

Dans le cas de l'utilisation des isolants en laine minérale bi-densité, la couche sur-densifiée est disposée sur le dessus.

La surface de l'isolant après pose ne doit pas comporter des désaffleurements supérieurs à 5 mm entre panneaux.

Les dispositions spécifiques pour les toitures courbes sont précisées dans les Documents Techniques d'Application des produits et rappelées à l'article 5.5.

Dans le cas de tôles d'acier nervurés de largeur de vallée supérieure à 70 mm, la pose de l'isolant est conforme aux prescriptions du Cahier du CSTB 3537_V2 de janvier 2009 et ses mises à jour ou conforme aux prescriptions des Documents Techniques d'Application des isolants dédiés cités dans le Dossier Technique au § 2.2.2.3. L'épaisseur minimale est celle prescrite dans le Document Technique d'Application de l'isolant visant favorablement ces tôles d'acier nervurées.

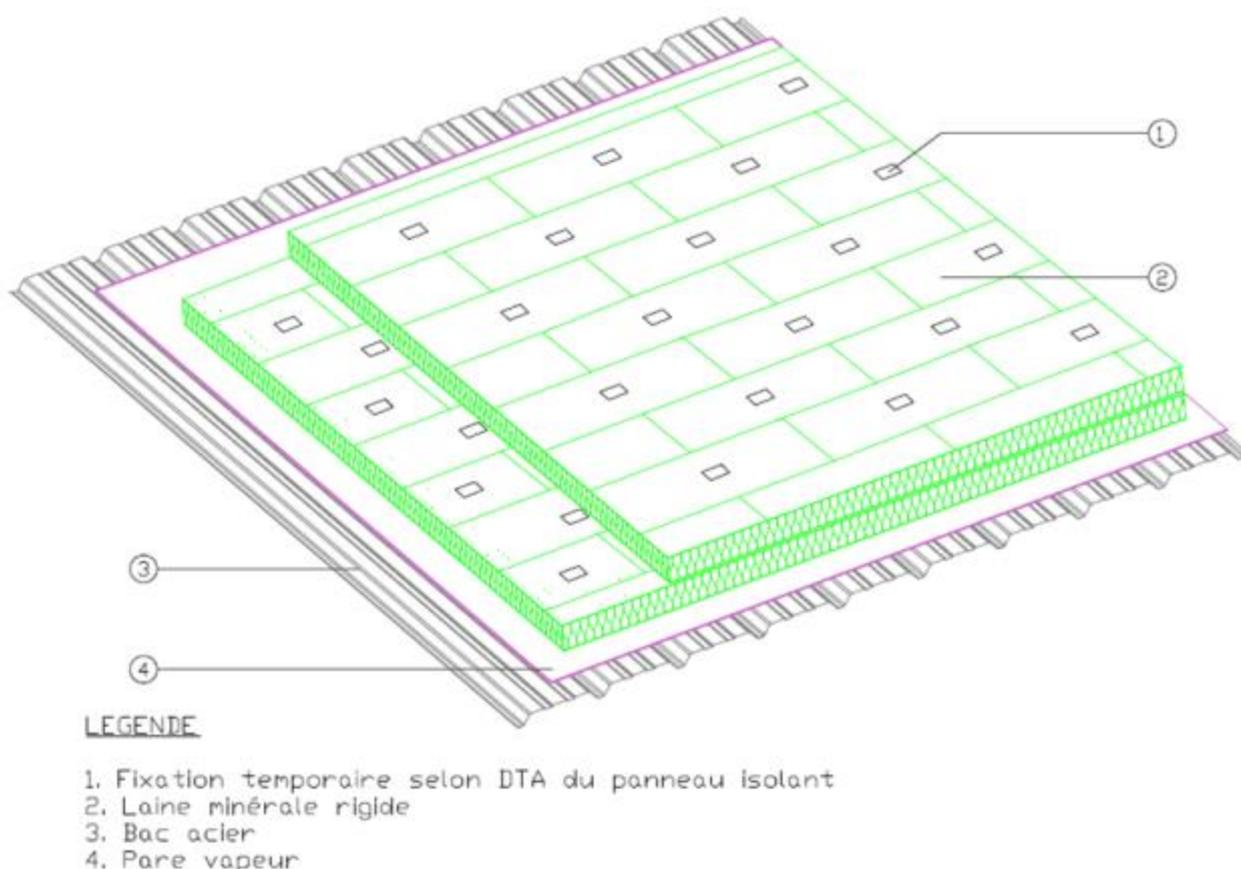


Figure 12 - Pose de l'isolant

2.4.4.5. Pose de l'écran d'interposition

On disposera sur l'isolant un écran d'interposition respirant posé en lés parallèles ou perpendiculaires à l'égout avec un recouvrement de 0,20 m. Temporairement, dans l'attente de la pose de la couverture zinc, l'écran sera maintenu par des platines de fixation (cf. § 2.2.2.4.3) ancrées à intervalle régulier dans la couche d'isolant au travers de l'écran.

Aux égouts, rives ou faitages monopentes, l'écran d'interposition est posé par-dessus les butées en acier galvanisé et jusqu'à leurs extrémités avant la pose des bandes d'égout ou des bandes de rive qui le recouvrent.

2.4.4.6. Pose de la couverture zinc

La couverture est posée conformément aux spécifications du DTU 40.41 (pente, jonctions transversales, longueur des bacs...), la largeur utile des feuilles après façonnage est de 0,43 m.

Les entretoises des pattes fixes sont disposées à l'avancement de la pose des bacs de couverture. Une entaille est réalisée dans l'épaisseur de l'isolant à l'aide d'un outil adapté (couteau pour isolant, scie égoïne) afin de permettre l'enfoncement de l'entretoise. Cette dernière est ensuite enfoncée à la main jusqu'à affleurement de la surface du panneau isolant. La patte fixe, une fois agrafée sur le relevé du bac zinc, est positionnée sur l'entretoise, les trous et réservations étant mis en vis-à-vis. Les pattes fixes sont fixées par deux vis de fixation (cf. figure 14) sur support tôles d'acier nervurées et bois ou panneaux à base de bois.

Pour les épaisseurs d'isolant supérieures à 180 mm, les entretoises sont associées obligatoirement à des rehausses d'entretoises (cf. § 2.2.2.4.5 et figure 14bis).

La hauteur de l'entretoise à utiliser est égale à l'épaisseur d'isolant réduite de la hauteur utile de la rehausse (100 mm).

Les entretoises sont insérées par leur partie inférieure dans la partie supérieure des rehausses par emboîtement manuel et jusqu'en butée.

L'ensemble est inséré dans l'isolant de façon identique à une entretoise seule. Il est possible d'utiliser un maillet afin de faciliter l'enfoncement.

La rehausse d'entretoise ne peut pas être utilisée seule à la place d'une entretoise.

Les platines de répartition sont ancrées dans l'isolant et reçoivent les pattes de fixation coulissantes positionnées au droit de la réservation prévue à cet effet dans la platine. Les pattes coulissantes sont fixées à l'aide d'une seule vis (cf. figure 13).

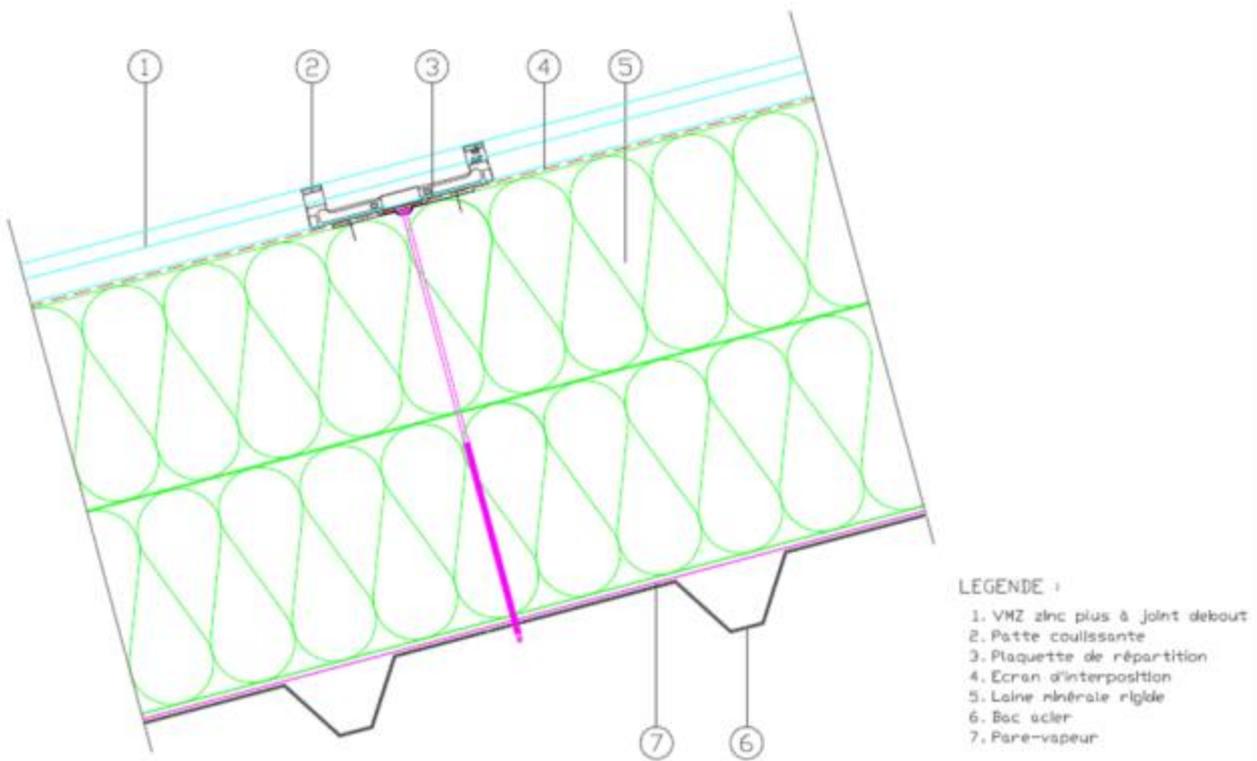


Figure 13 - Partie coulissante

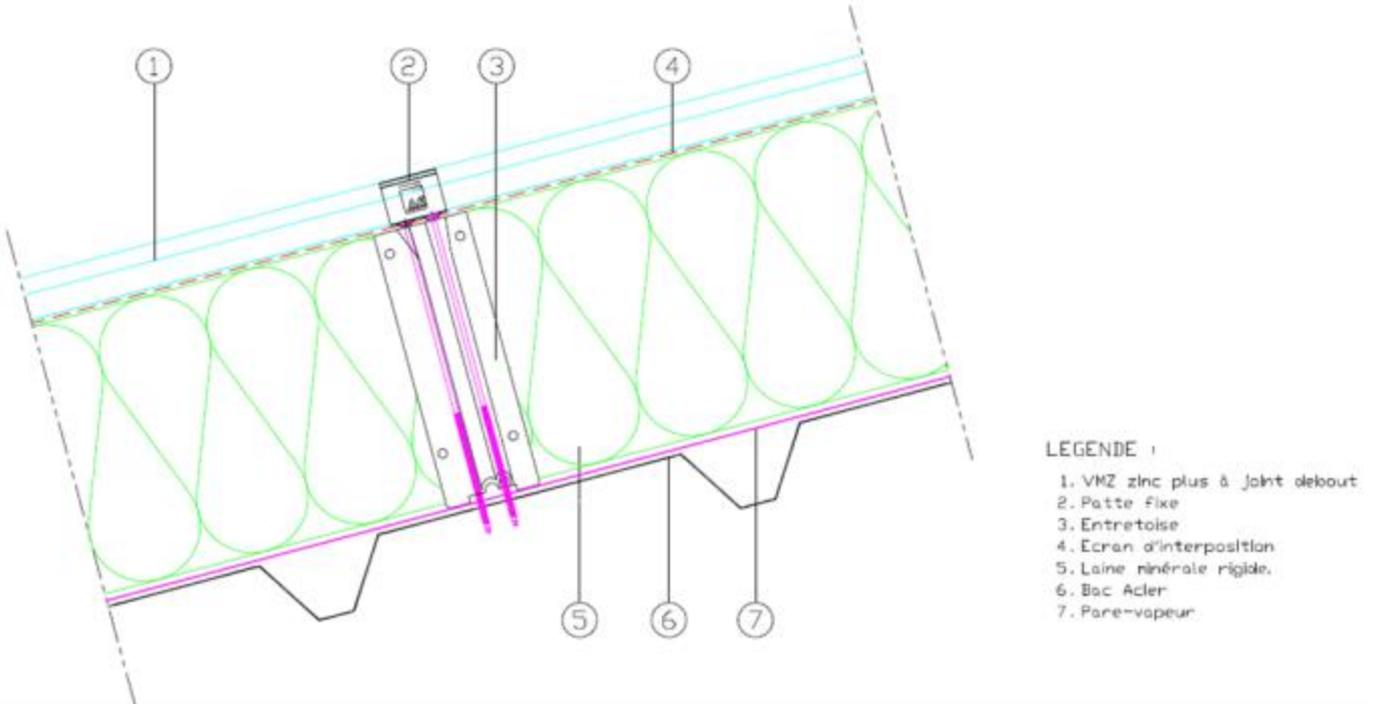


Figure 14 - Partie fixe avec entretoise

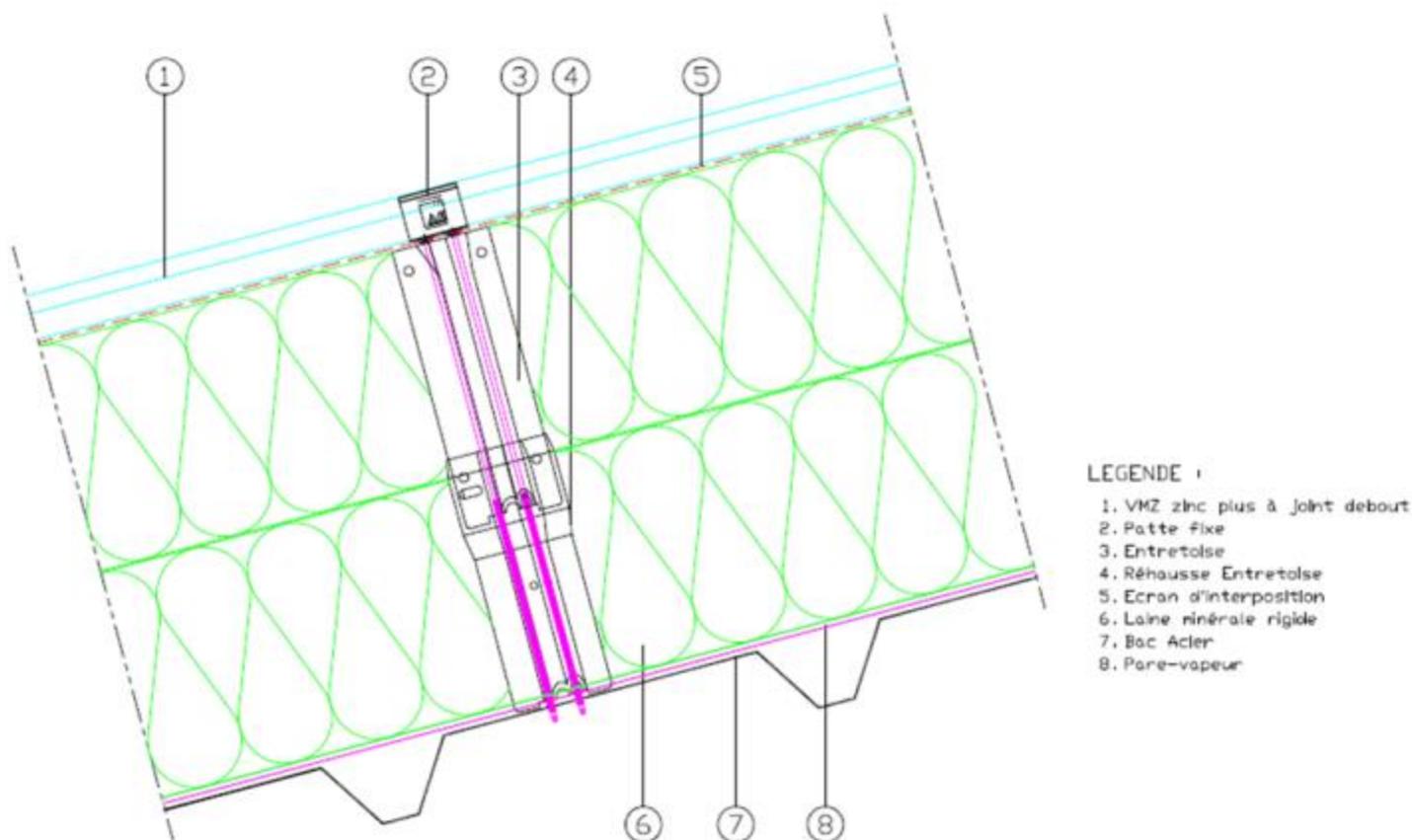


Figure 14bis - Partie fixe avec entretoise et réhausse

2.4.5. Dispositions spécifiques aux toitures simple courbure (cf. figure 17)

2.4.5.1. Généralités

Il est possible d'utiliser des longues feuilles en zinc jusqu'à 20 m pour autant que l'axe de la zone des pattes fixes disposée au point haut central ne soit pas à plus de 10 m de chaque extrémité de la bande.

Les couvertures à simple courbure peuvent être de type concave ou convexe, sous réserve du respect des pentes minimales de 5 % en tout point de la couverture.

Dans le cas de toiture courbe convexe sans interruption au faîtage (cf. § 5.51 - DTU 40.41), la couverture peut être disposée dans des zones de pente inférieure à 5 %, pour autant que cette zone soit située au sommet du rampant avec une dimension maximale de 10 m sans aucune jonction transversale (cf. figure 15). Le rayon de courbure de la couverture sera donc inférieur ou égale à 100 m.

Les inversions de courbures de type concave-convexe continues sans rupture de la couverture ne sont pas visées. Les deux parties de toiture doivent ainsi être traitées séparément, avec une rupture de la couverture de type ressaut, chéneau, ou double agrafure dilatante, en fonction de la pente au point d'inflexion (pente minimum pour double agrafure selon DTU 40.41) (cf. figure 16).

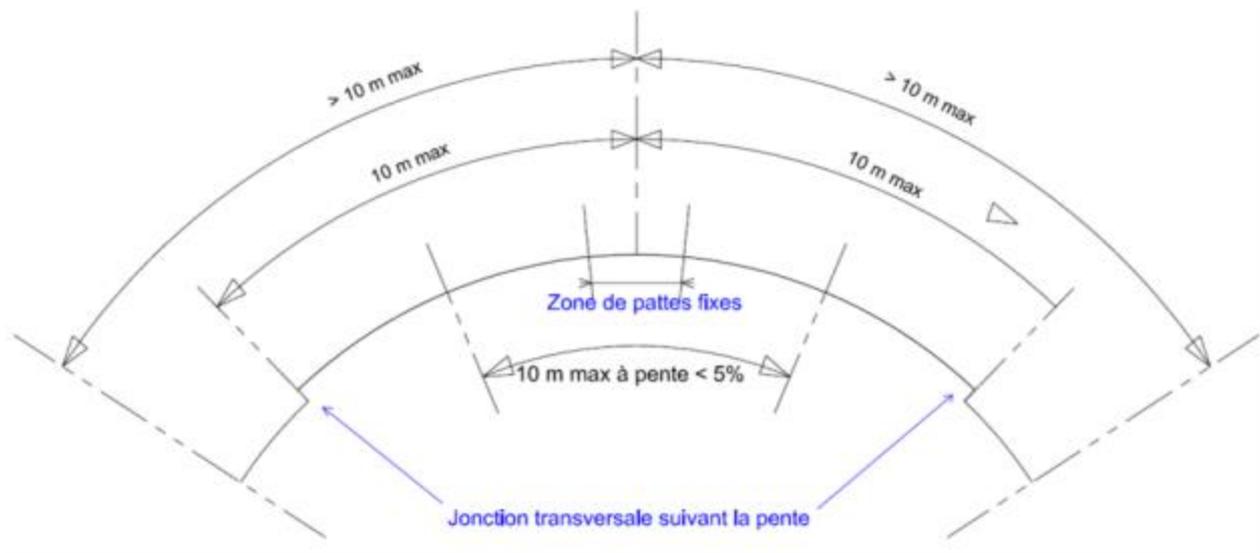


Figure 15 - Dispositions spécifiques aux toitures courbes

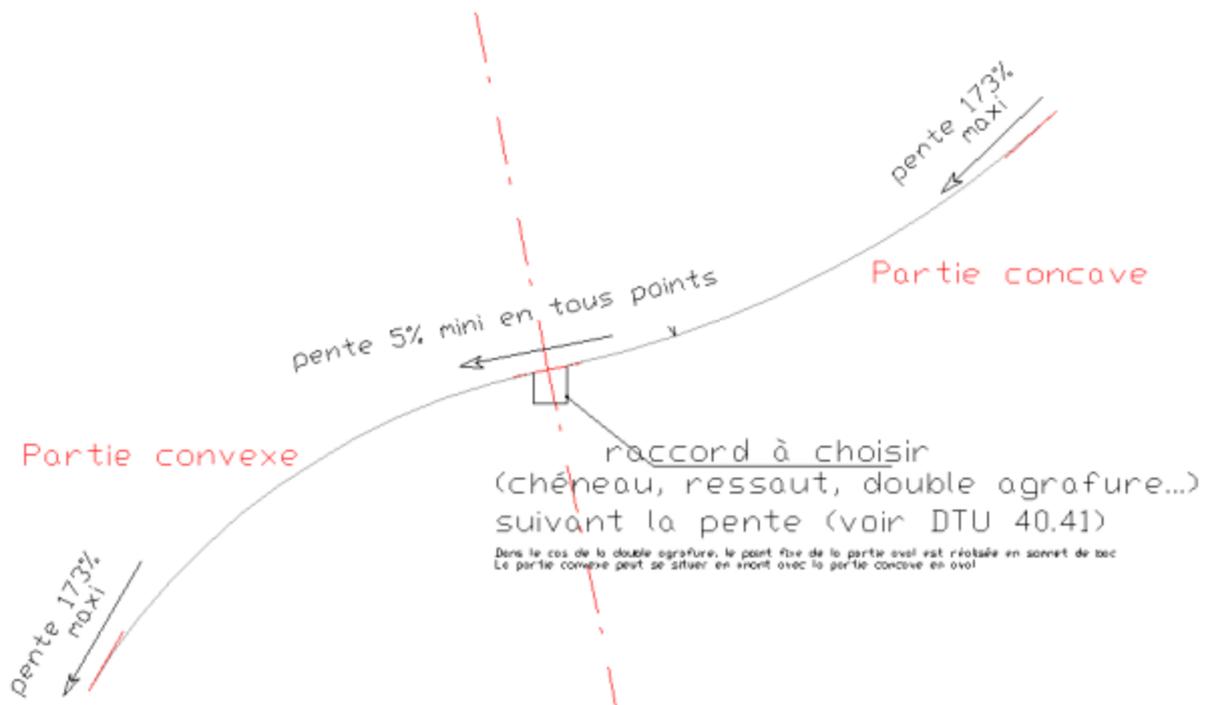


Figure 16 - Rupture sur couverture de type concave-convexe

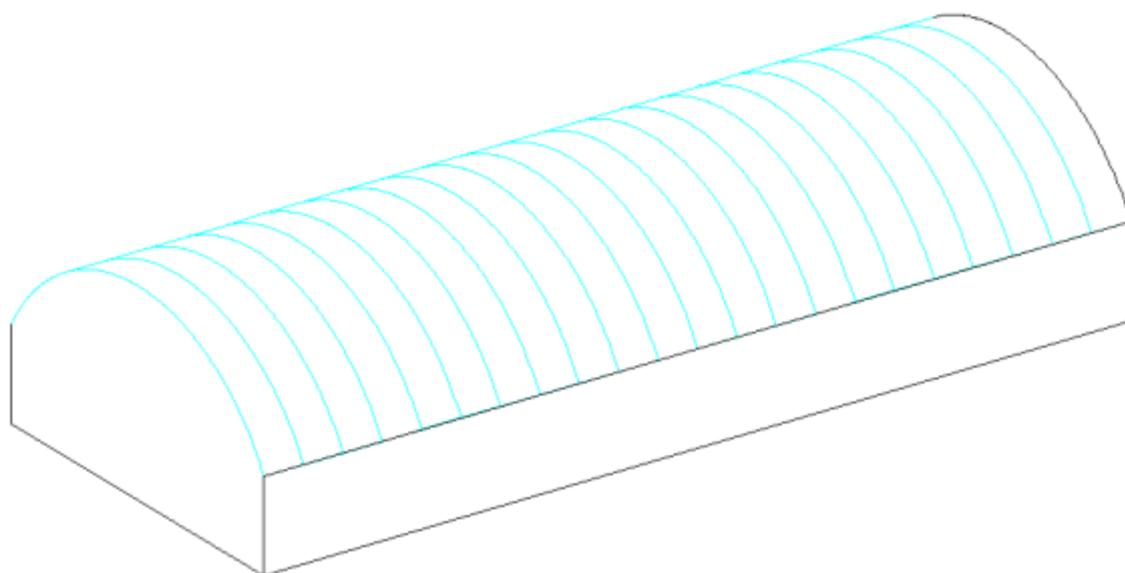


Figure 17 – Toiture simple courbure

2.4.5.2. Support tôles d'acier nervurées

Dans le cas de toiture courbe, conformément aux spécifications du DTU 43.3 (art. C.2.2.3), l'entreprise titulaire du lot concerné devra procéder à une étude d'exécution du support en liaison avec le fournisseur des tôles d'acier nervurées, afin de limiter la facettisation de la courbure notamment.

Cette étude d'exécution doit comprendre la vérification :

- De la cintrabilité des tôles d'acier nervurées en lien avec les documentations techniques des fabricants ;
- De la résistance aux charges descendantes et ascendantes de base de la tôles d'acier nervurées en fonction de ses caractéristiques et du nombre d'appuis ;
- Du mode de fixation de la tôle d'acier nervurée sur les appuis ;
- De recouvrement et de couture entre tôles d'acier nervurées.

Il pourra être envisagé, à titre d'exemple, une pose des tôles d'acier nervurées avec nervures parallèles à l'égout.

Le désaffleurement des tôles d'acier nervurées est au maximum de 2 mm au droit des recouvrements.

2.4.5.3. Support bois

Le rayon de courbure des éléments porteurs en bois massif (frises, planches, lames) ne doit pas être inférieur à 250 fois l'épaisseur de ces éléments (cf. DTU 43.4 - § 6.2.1.4).

Le rayon de courbure des panneaux à base de bois est indiqué dans le tableau 4 en fin de dossier. Dans tous les cas, le mode de fixation des éléments est identique à celui décrit au § 2.4.4.2.3.

2.4.5.4. Isolant

Les dimensions et la pose des panneaux isolant doivent être adaptées au rayon de courbure de la toiture. Les Documents Techniques d'Application (cf. § 2.2.2.3) précisent, pour chacun des isolants, les adaptations à mettre en œuvre (réduction de la largeur des panneaux, pose en deux lits ou saignées sur la face inférieure des panneaux).

Cependant, on privilégiera l'utilisation d'un isolant (cf. § 2.2.2.3) en deux lits d'épaisseur équivalente à joints décalés. Cette pose permet, par la réduction de l'épaisseur, de cintrer les panneaux plus aisément et de limiter, par le décalage des joints, les déperditions thermiques.

2.4.5.5. Couverture zinc

Les bandes de VMZINC® PLUS à joint debout doivent être pré-cintrées en atelier à partir de rayons de courbure inférieurs à 10 m en convexe, 14 m en concave.

La couverture est posée conformément aux spécifications du § 2.4.4.6 et du DTU 40.41.

2.4.6. Dispositions spécifiques aux toitures gironnées cintrées ou double courbures (cf. figure 18)

2.4.6.1. Généralités

L'emploi du procédé Toiture structurale VMZINC® est autorisé sur les formes de toitures de type convexes « gironnées cintrées » ou double courbures caractérisées par un rayon de cintrage dans le plan vertical et deux rayons de giration (intérieur et extérieur), dans le plan horizontal (cf. figures 18 et 18 bis).

Les deux types de bâtiment double-courbure visés sont :

- Les Tores (cf. figure 18) : caractérisés par des rayons de giration interne et externe à l'égout ;
- Les Dômes (cf. figure 18 bis) : caractérisés par un rayon de giration interne au faîtage.

Les différentes limites de rayons admissibles pour réaliser ces formes de couvertures complexes dépendent du support, et sont définis aux § 2.4.6.2 et 2.4.6.3.

La continuité du support entre chacune des zones à simple courbure doit être traitée conformément aux § 2.4.6.2 et 2.4.6.3.

Les limitations de pente en zone sommitale sont similaires aux couvertures simples courbures convexes (cf. 2.4.5.1). Dans le cas d'un faîtage contre mur, la pente au sommet doit être de 5% minimum.

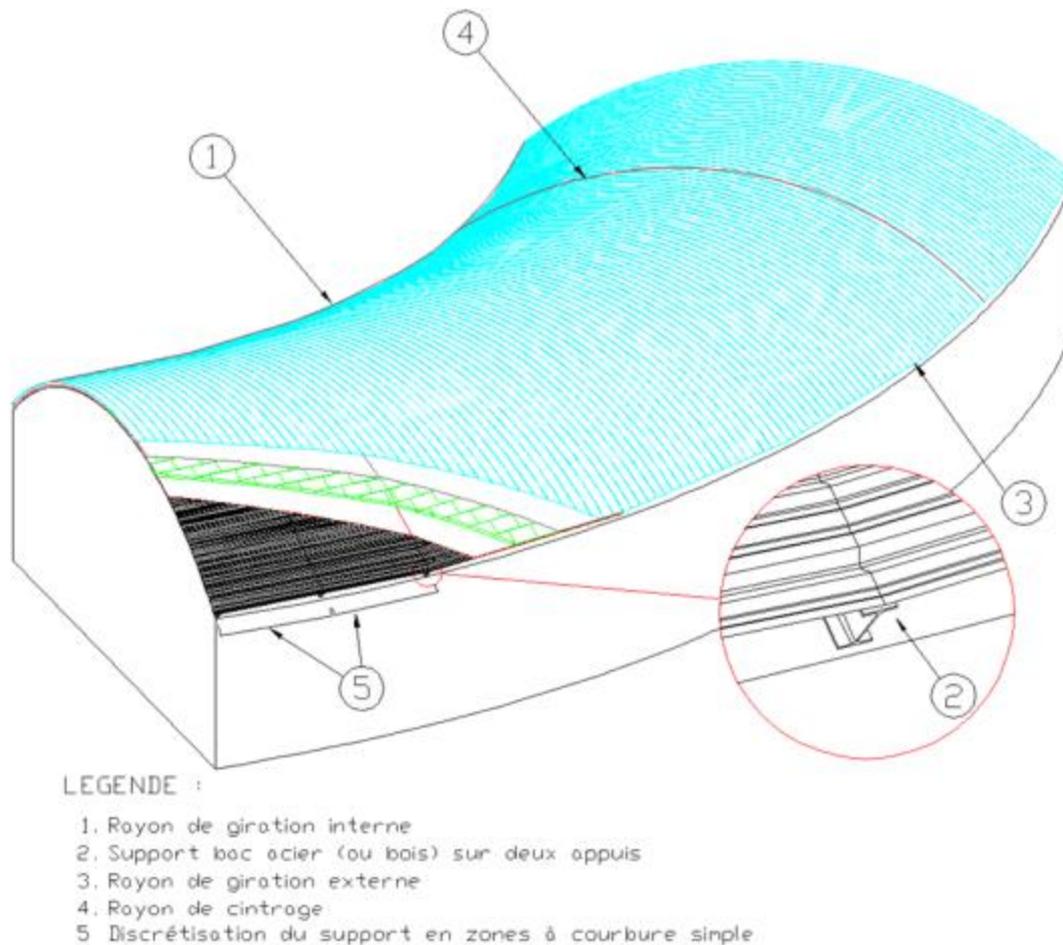
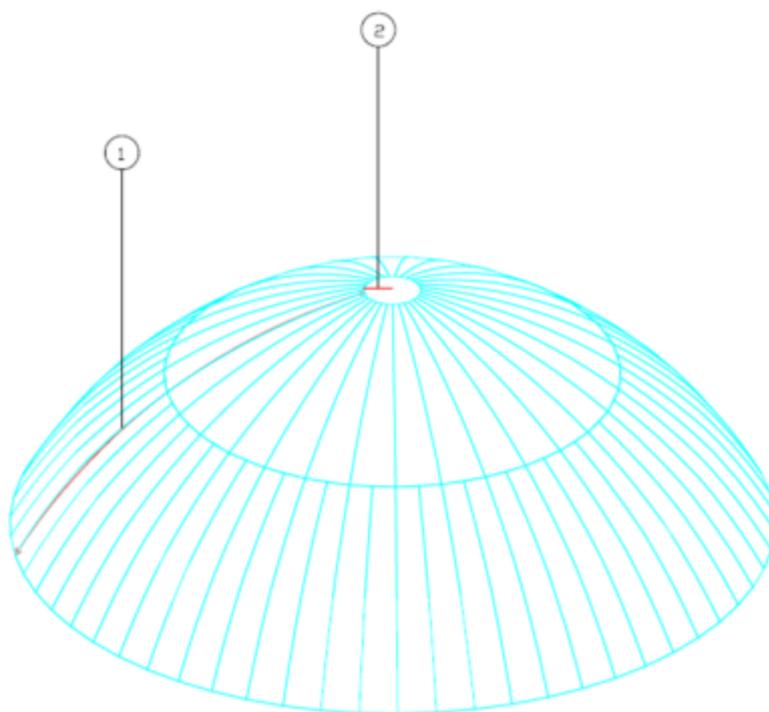


Figure 18 – Toiture double courbure : Tore



1. Rayon de cintrage > 8 m
2. Rayon de giration interne ou faitage > 1m

Figure 18bis – Toiture double courbure : Dôme

2.4.6.2. Support tôles d'acier nervurées

Pour gérer la courbure de la toiture dans le plan horizontal (rayons de giration intérieur et extérieur), les tôles d'acier nervurées seront posés sur deux appuis, facétisant ainsi la sous-face de la couverture en un assemblage de plusieurs zones à simple courbure (cf. figure 18).

Chacune des zones à simple courbure sera réalisée conformément aux spécifications du § 2.4.5.

La jonction entre les tôles d'acier nervurées le long de la ligne d'arête est recouverte par un feuillard (ou bande redressée) posé dans le même axe, en acier galvanisé S320GD + Z275 (selon NF EN 10346) d'épaisseur 1 mm et de largeur environ 15 cm (cf. figure 19a). La pose de ce feuillard se fera avant la pose du pare-vapeur. Le feuillard sera fixé par des vis auto-taraudeuses de type SFS Group SAS SN 3/18 4,2 x 25 mm, positionnées face à face, tous les 0,20 m maximum sur les deux bords longitudinaux du feuillard.

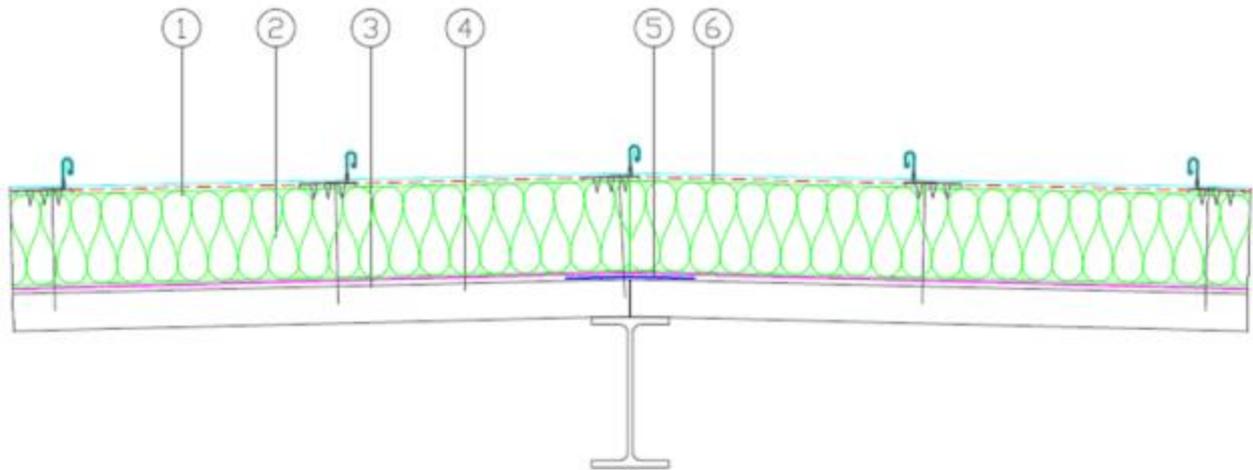
Dans le cas où l'angle entre les tôles d'acier nervurées de part et d'autre de la ligne de jonction est supérieur à 178 °, les tôles d'acier nervurées pourront être raccordés par recouvrement et le feuillard pourra être omis (cf. figure 19b). Dans ce dernier cas, on limitera les surépaisseurs au droit des recouvrements longitudinaux et transversaux. À titre d'exemple, il pourra être réalisé un décalage des tôles d'acier nervurées de part et d'autre de la ligne d'arête.

Rayons limites pour Tores / tôles d'acier nervurées

La toiture devra présenter un rayon de cintrage supérieur à 8 m et un rayon de giration intérieur supérieur à 80 m sur support tôles d'acier nervurées.

Rayons limites pour Dômes / tôles d'acier nervurées

La toiture devra présenter un rayon de cintrage supérieur à 8 m et un rayon de giration intérieur au faitage supérieur à 1 m sur support tôles d'acier nervurées.

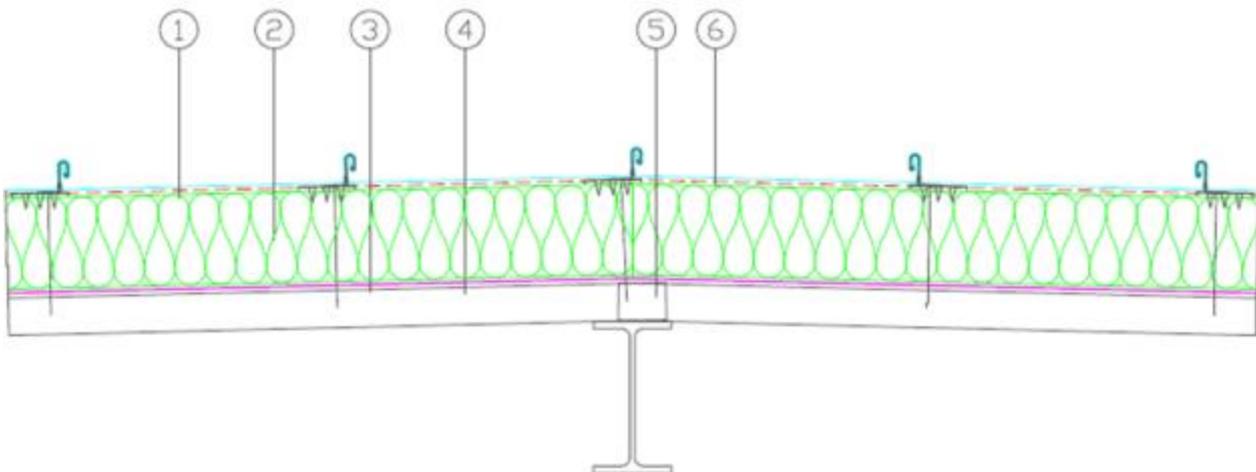


LEGENDE :

1. Couverture VMZ Zinc Plus à joint debout
2. Isolant rigide en laine minérale
3. Pare vapeur
4. Bac acier
5. Raccord par feuillard
6. Ecran d'interposition

Nota : Les fixations du bac sur la structure ne sont pas représentées.

Figure 19a - Pose des tôles d'acier nervurées sans recouvrement avec feuillard



LEGENDE :

1. Couverture VMZ Zinc Plus à joint debout
2. Isolant rigide en laine minérale
3. Pare vapeur
4. Bac acier
5. Raccord des bacs acier par recouvrement
6. Ecran d'interposition

Nota : Les fixations du bac sur la structure ne sont pas représentées.

Figure 19b - Pose des bacs tôles d'acier nervurées avec recouvrement

2.4.6.3. Support Bois

Pour gérer la courbure de la toiture dans le plan horizontal (rayons de giration intérieur et extérieur), les supports bois seront posés sur deux appuis, facétisant ainsi la sous-face de la couverture en un assemblage de plusieurs zones à simple courbure. Chacune des zones à simple courbure est réalisée conformément aux spécifications du § 2.4.5.

La jonction entre les éléments porteurs en bois massif ou panneaux à base de bois est traitée conformément aux spécifications du chapitre 8.4 du DTU 43.4.

Rayons limites pour Tores / Bois

La toiture devra présenter un rayon de cintrage supérieur à 8 m et un rayon de giration intérieur supérieur à 7 m sur support bois.

Rayons limites pour Dômes / Bois

La toiture devra présenter un rayon de cintrage supérieur à 8 m et un rayon de giration intérieur au faîtage supérieur à 1 m sur bois.

2.4.6.4. Isolant

Se reporter aux exigences du § 2.4.5.4. La continuité de l'isolation est réalisée par découpe de chacun des panneaux le long de la ligne de jonction.

2.4.6.5. Couverture Zinc

La couverture est réalisée à l'aide de bacs zinc trapézoïdaux.

La largeur maximale du fond de bac des bacs zinc trapézoïdaux est de 430 mm et leurs largeurs minimales sont de 50 mm ou 200 mm en fonction du sens de la pente (cf. figure 20).

Les bacs zinc trapézoïdaux sont posés conformément aux spécifications du § 2.4.4.6 et du DTU 40.41.

Les jonctions de la couverture zinc au droit des raccords entre les zones à simple courbure sont réalisées par un principe d'arêtier à joint debout. La coïncidence du positionnement entre les bacs joints debout et les tôles d'acier nervurées du support est assurée à l'aide du calepinage des bacs en zinc (bac gironné cintré, bac de rattrapage, arêtier à joint debout...).

Le dimensionnement et la mise en place des pattes de fixations est conforme au § 2.4.3.

La pose des pattes est réalisée conformément au § 2.4.4.6.

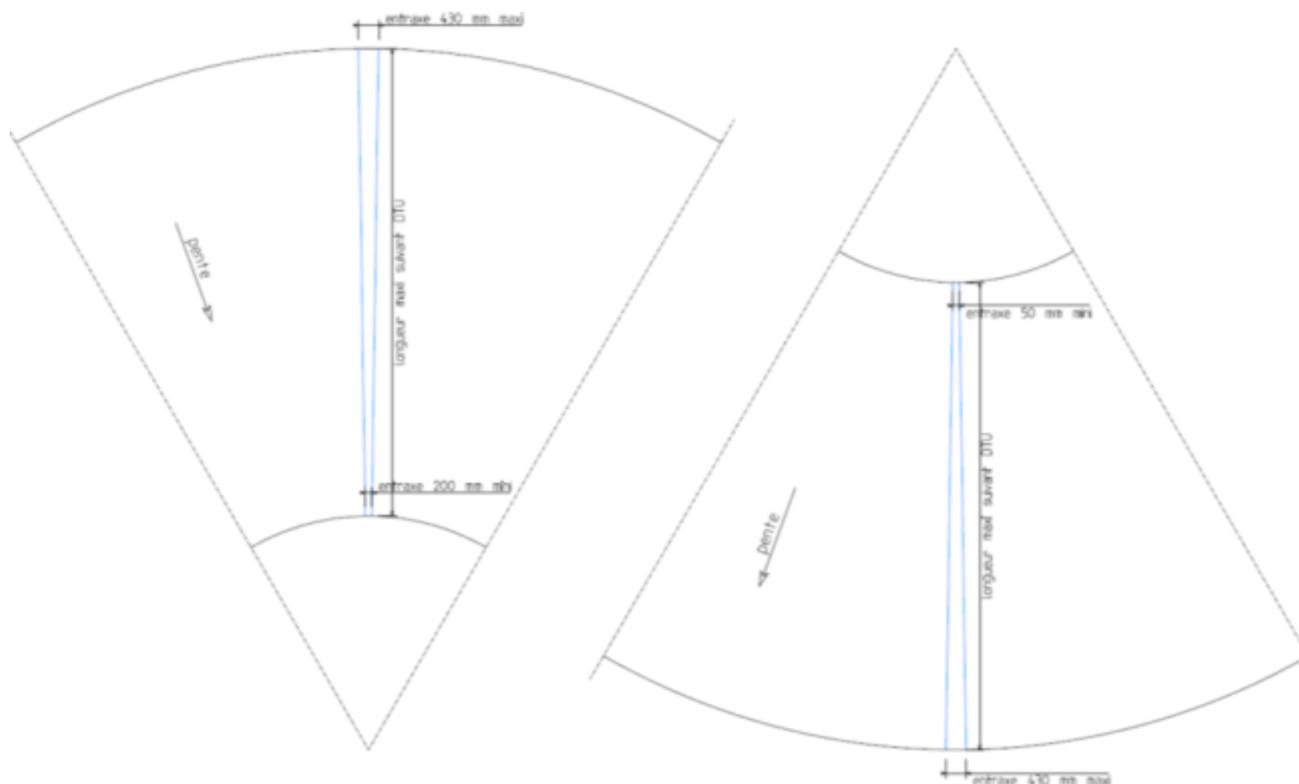


Figure 20 – Dimensions limites des feuilles zinc pour toitures doubles courbures

2.5. Traitement des points singuliers

2.5.1. Égout avec débord de couverture (cf. figures 21a à 21d)

Les panneaux d'isolant sont maintenus par une cornière en forme de Z ou de U en acier galvanisé S320GD + Z275, d'épaisseur 1,25 mm pour les épaisseurs d'isolant inférieures ou égales à 180 mm (cf. figure 21a). Pour les cas d'épaisseur d'isolant supérieures à 180 mm, une deuxième bande de renfort d'épaisseur 1,25 mm en forme de Z est ajoutée, dont la partie basse est de longueur inférieure à 5 cm (cf. figures 21b et 21d), formant une butée disposée le long de l'égout. La partie haute de la cornière est de longueur maximale 100 mm. La cornière est fixée sur les supports en tôles d'acier nervurées selon les dispositions du chapitre 7.5.4.1 du DTU 43.3 P1-1 et pour les supports bois selon les dispositions du chapitre 8.2.5 du DTU 43.4 P1-1. La cornière doit être disposée sous le pare-vapeur. Ce dernier, dans le cas des locaux à moyenne hygrométrie est raccordé à la cornière par un relevé le long de cette dernière et collage par bande rapportée.

La finition est traitée avec le kit de rive fournie par VM ZINC.

Afin de limiter les surépaisseurs, les raidisseurs de bande d'égout pourront être omis. Également, une réservation doit être effectuée dans l'épaisseur de l'isolant au droit de la bande d'égout et les hauteurs des cornières doivent être réduites de manière à disposer sa partie haute à fleur de l'isolant ainsi réservé.

La bande d'égout est posée à l'avancement après la pose de l'écran d'interposition. Elle recouvre l'écran d'interposition. La bande d'égout est engagée dans la cornière en forme de Z et fixée dans le support par vis entre les deux derniers joncs. Les vis sont celles utilisées en partie courante.

Il est possible de remplacer la butée Z épaisseur 1,25 mm par une butée en forme de U épaisseur 1,25 mm pour conserver la verticalité de la finition en cas de forte pente. Dans ce cas, la bande d'égout est fixé par vis de couture de type SFS Group SAS 4,2*25 mm SN 3/18 sur la partie haute de la butée (cf. figure 21c). Dans le cas d'isolant d'épaisseurs > 180 mm, il convient alors d'utiliser un Z d'épaisseur 1,25 mm et une bande de renfort U 1,25 mm (cf. figure 21d).

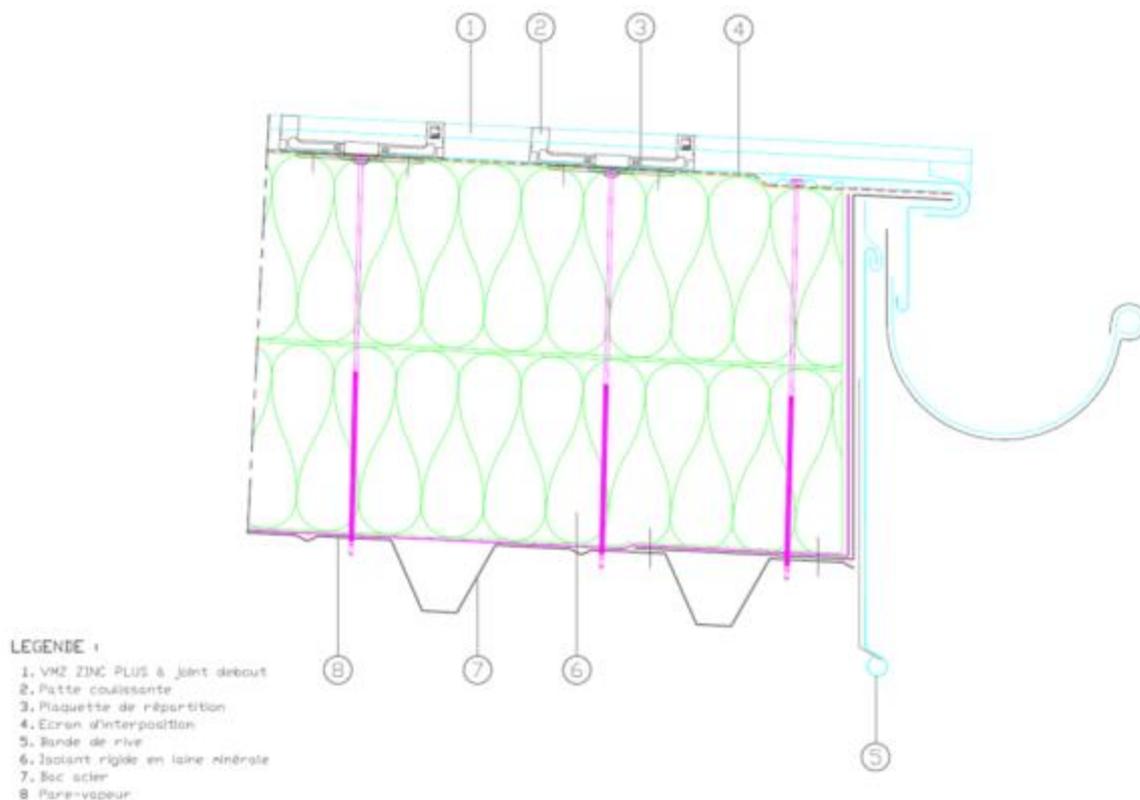
La première patte de fixation joint debout est disposée immédiatement derrière la bande d'égout et au maximum disposée à la distance prévue entre pattes coulissantes à l'égout dans la zone considérée du tableau 5 du présent dossier.

La finition du joint debout à l'égout est, par exemple, assurée par le rabattement de la languette sur le relevé du joint et la mise en place d'un point de soudure sur la partie de sertissage du joint. Elle peut être également réalisée par d'autres finitions traditionnelles (languette étirée...).

Les ouvrages de récolte des EEP (gouttières) et d'habillage (bande de rive...) sont fixés sur la butée en acier galvanisé.

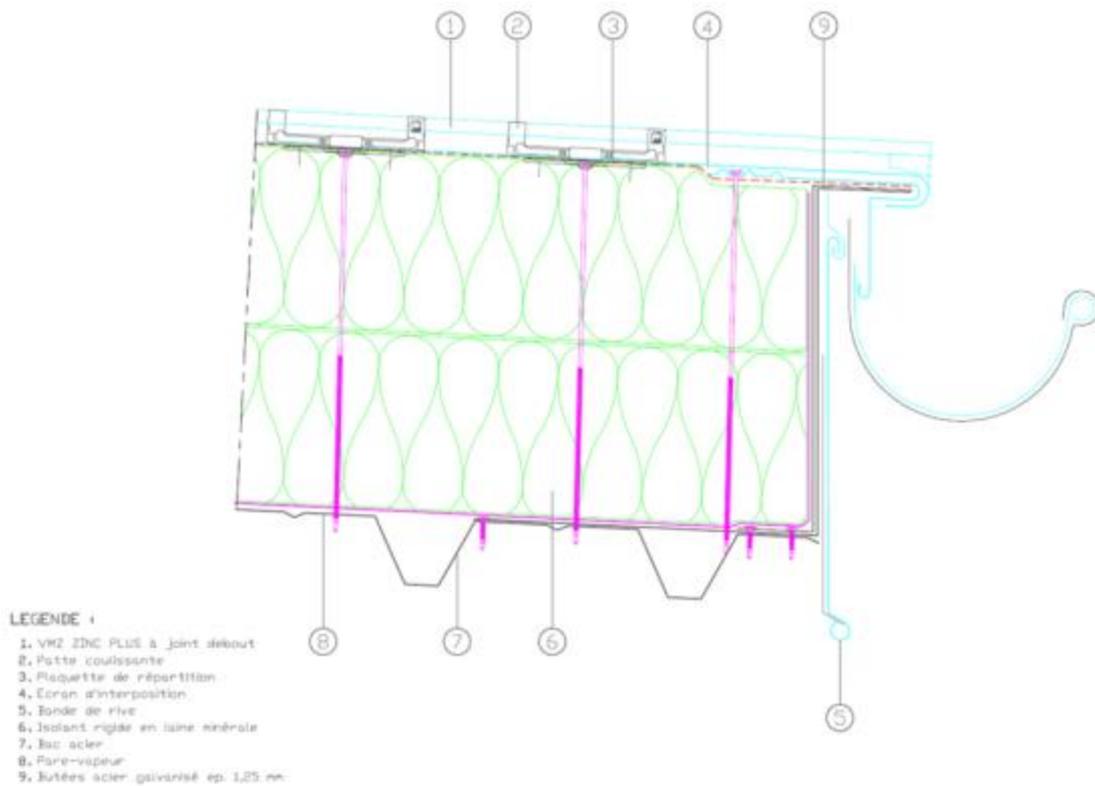
Dans le cas où les tôles d'acier nervurées sont posées nervures dans le sens du rampant, un closoir d'obturation des nervures sera disposé à l'égout.

La pente minimale en égout pour les toitures courbes est de 5 %.



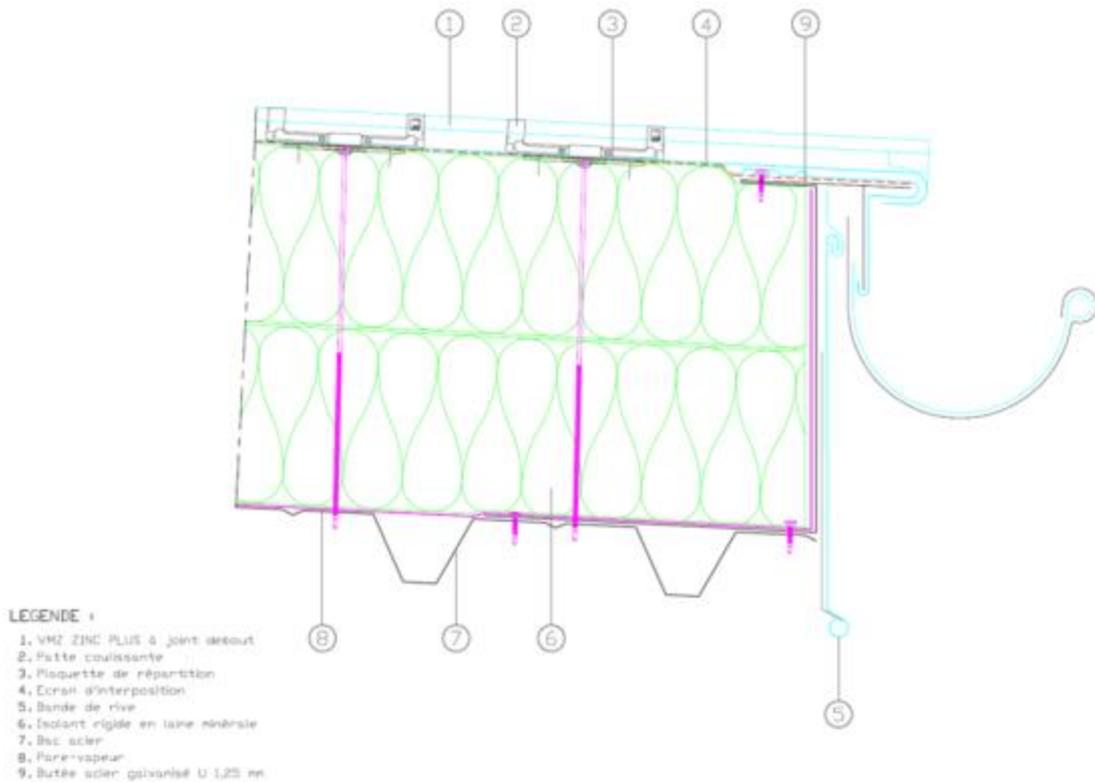
Nota : Les fixations du bac sur la structure ne sont pas représentées.

Figure 21a - Égout avec débord de couverture - Épaisseurs d'isolant ≤ 180 mm



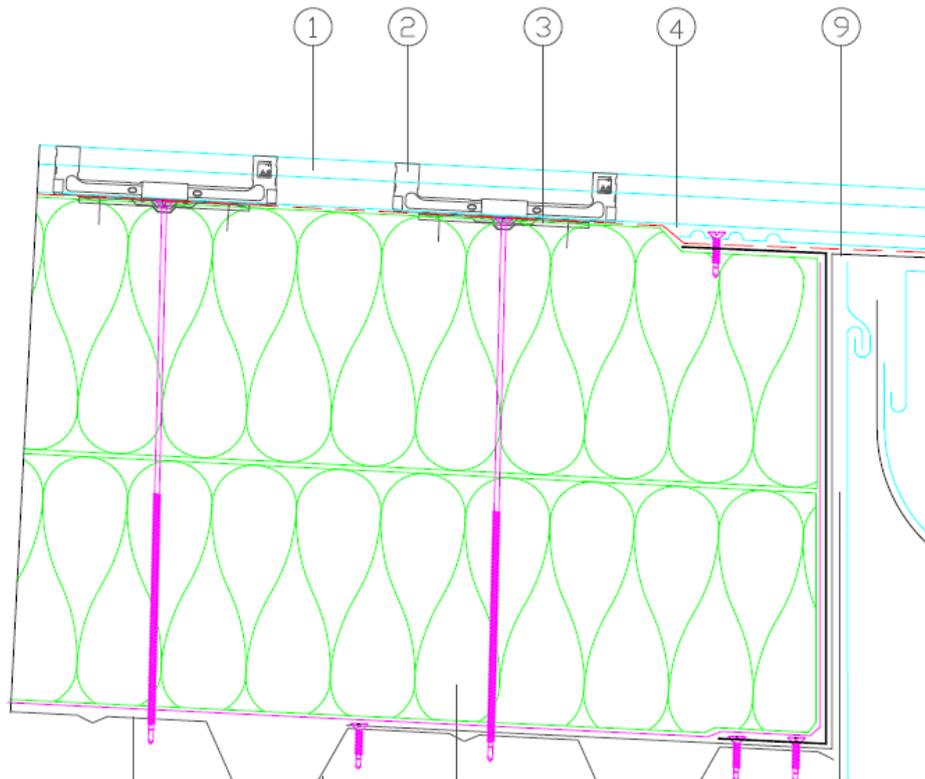
Nota : Les fixations du bac sur la structure ne sont pas représentées.

Figure 21b - Égout avec débord de couverture- Épaisseur d'isolant > 180 mm



Nota : Les fixations du bac sur la structure ne sont pas représentées.

Figure 21c - Égout avec débord de couverture - Cas où l'on souhaite conserver la verticalité de la finition (aplomb) - Épaisseurs d'isolant ≤ 180 mm



LEGENDE :

1. VMZ ZINC PLUS à joint de
2. Patte coulissante
3. Plaquette de répartition
4. Ecran d'interposition
5. Bande de rive
6. Isolant rigide en laine min
7. Bac acier

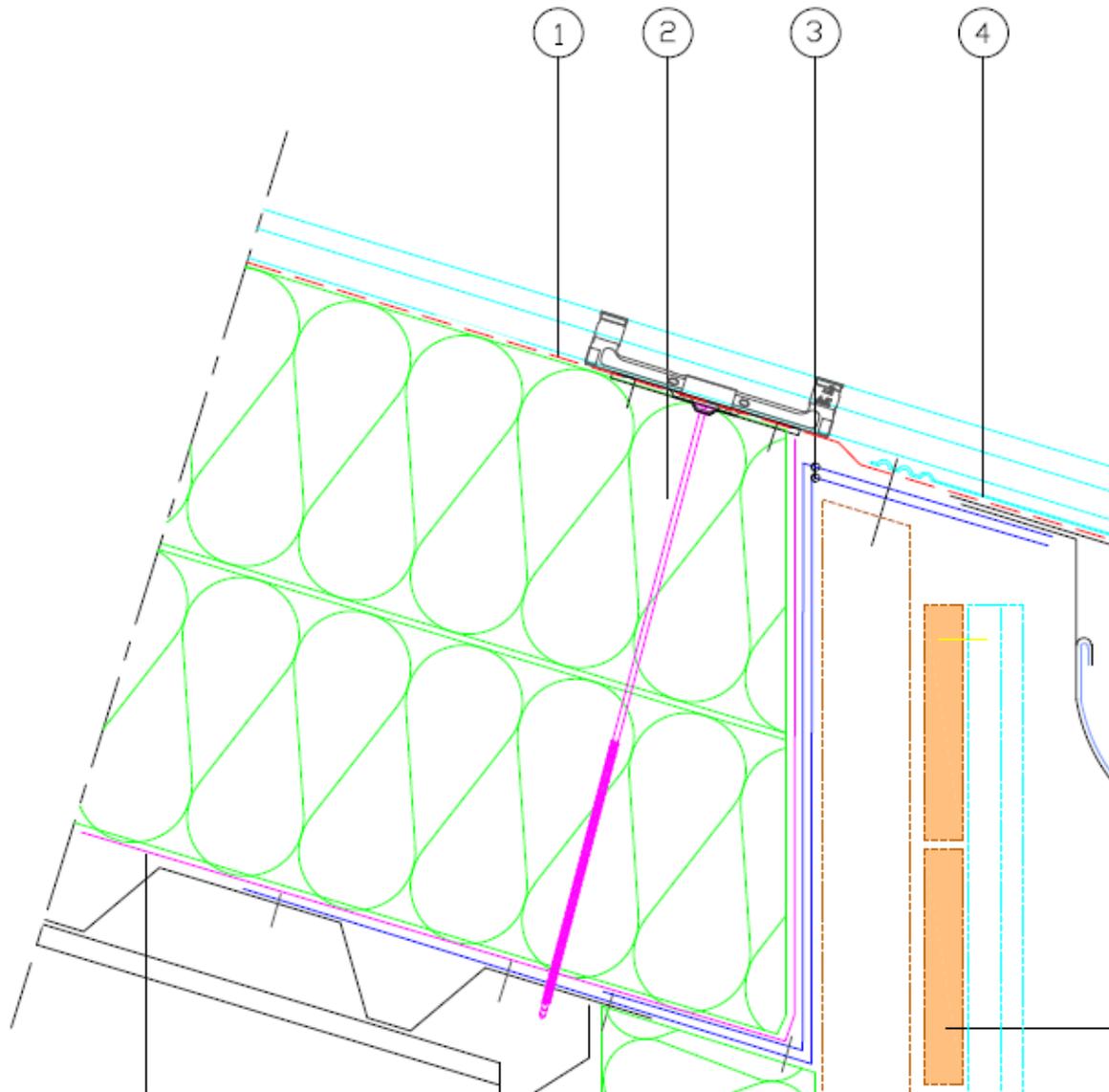
Nota : Les fixations du bac sur la structure ne sont pas représentées.

Figure 21d - Égout avec débord de couverture - Cas où l'on souhaite conserver la verticalité de la finition (aplomb) - Épaisseurs d'isolant > 180 mm

2.5.2. Égout sans débord de couverture (cf. figure 22)

La finition est traitée avec le kit de rive fournie par VM ZINC. Les raidisseurs de bande d'égout ne peuvent pas être omis.

Le principe de traitement de l'égout sans débord de couverture adopte les mêmes règles que l'égout avec l'ajout d'une butée de renfort en forme de Z d'épaisseur 1,25 mm. Un support bois est installé de manière à ce que la partie supérieure des joncs de la bande d'égout soient disposés à fleur de la partie supérieure de l'isolant. La bande d'égout est fixée entre les deux premiers joncs en amont à l'aide de vis à bois 4*30 mm tous les 50 cm.



LEGENDE

1. Ecran d'interposition
2. Laine minérale rigide
3. Equerres en acier galvanisé ep
4. Bande d'égout VMZINC + raidiss
5. Pare vapeur

Nota : Les fixations du bac sur la structure ne sont pas représentées.

Figure 22 - Égout sans débord de couverture

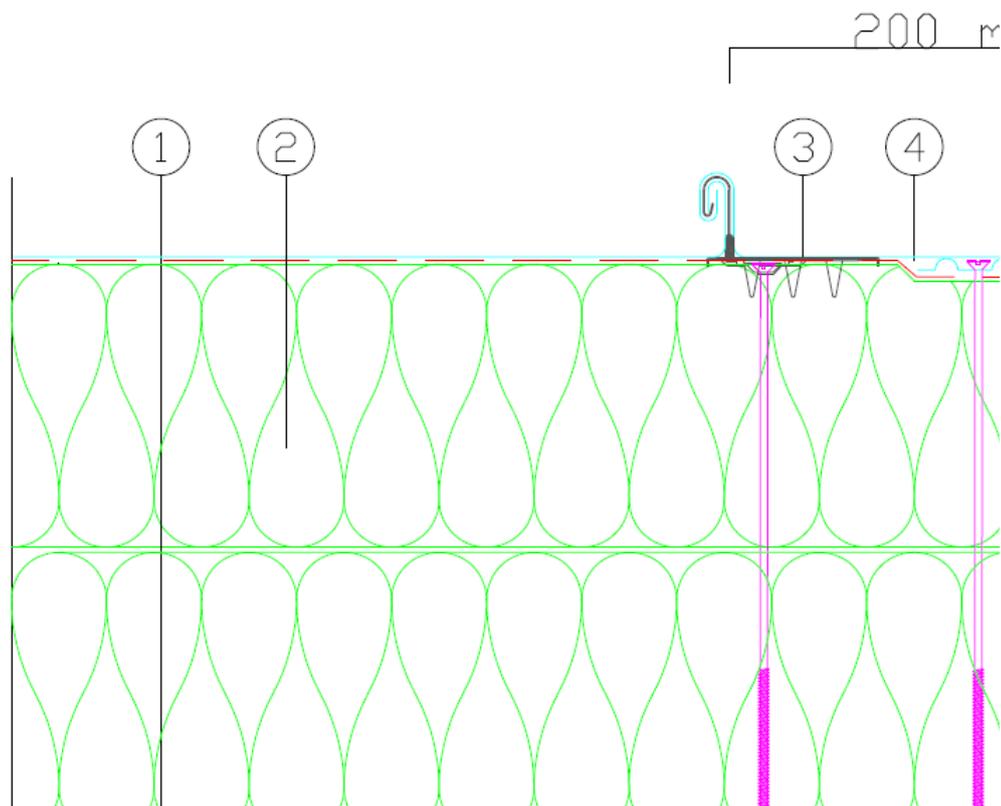
2.5.3. Rives latérales (cf. figures 23a à 23c)

Les rives sont réalisées de la même façon que les égouts, en évitant les surépaisseurs par création d'une réservation dans l'isolant, et en veillant lors du calepinage à ne pas dépasser une distance de 20 cm entre le dernier joint debout et la rive.

En cas de rive courbe, on substituera au kit de rive pré-façonné une bande de rive pliée sur chantier destinée à suivre la courbure.

On appliquera les mêmes exigences que pour l'égout quant au calfeutrement du pare-vapeur et des abouts de nervures et des spécifications liées à l'épaisseur des butées (fixation sur les supports en tôles d'acier nervurées selon les dispositions du chapitre 7.5.4.1 du DTU 43.3 P1-1 et pour les supports bois selon les dispositions du chapitre 8.2.5 du DTU 43.4 P1-1).

Il est possible de réaliser une rive à tasseau. Dans ce cas, le tasseau sera fixé sur une cornière en acier galvanisé fixée sur la tôle d'acier nervurée et formant support du tasseau, la finition étant traitée avec relevé agrafé contre tasseau.

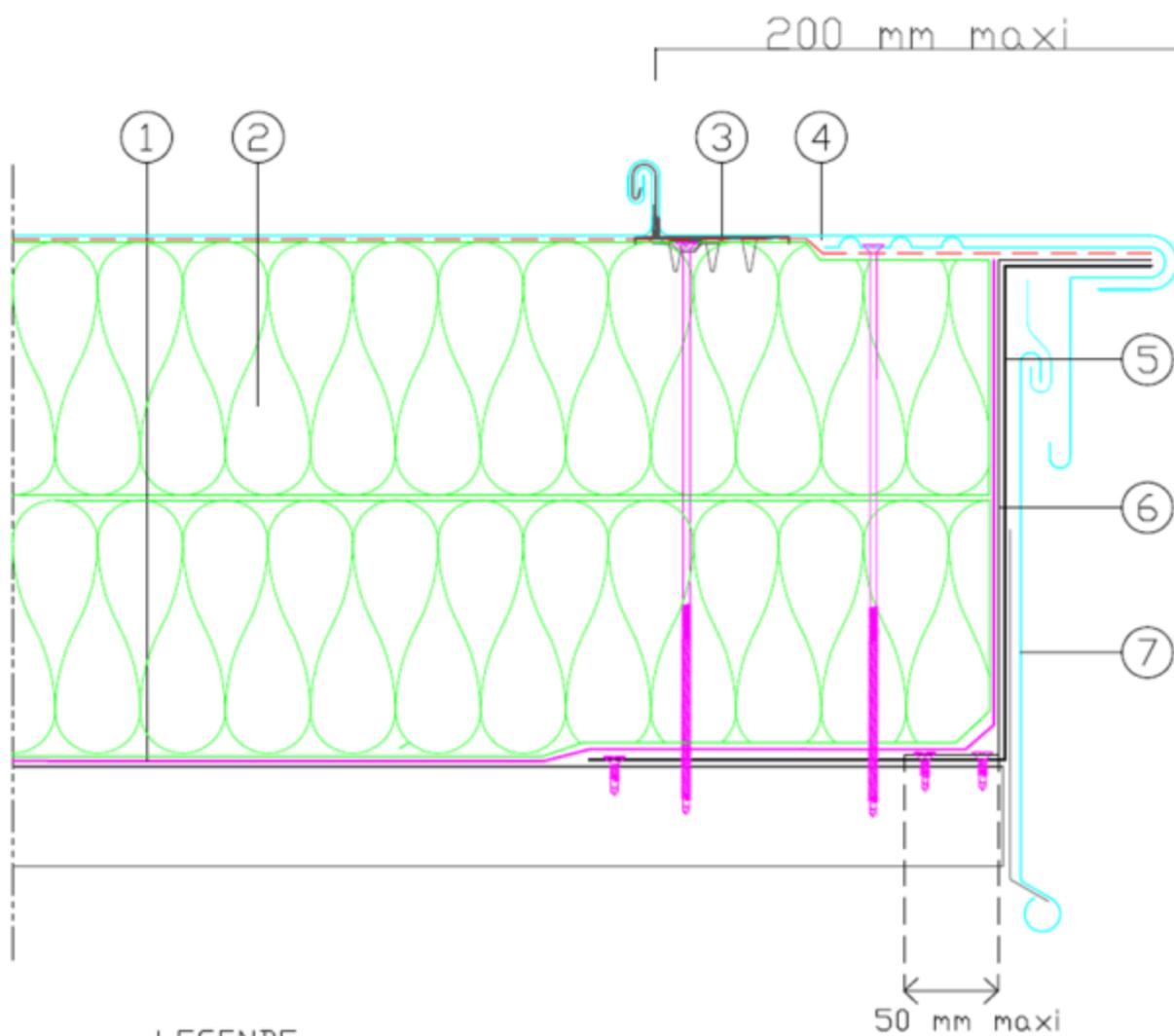


LEGENDE

1. Pare vapeur
2. Laine minérale rigide
3. Plaquette de répartition
4. Ecran d'interposition

Nota : Les fixations du bac sur la structure ne sont pas représentées.

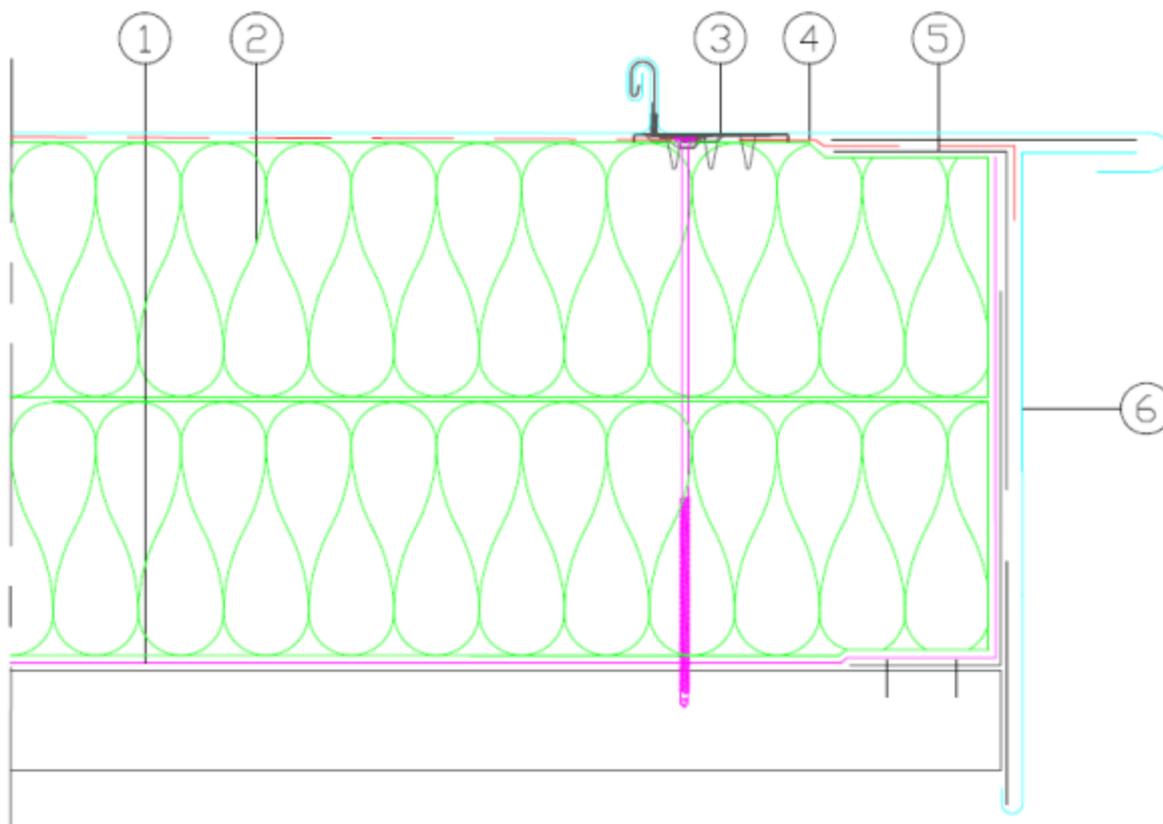
Figure 23a – Rive droite - Cas de la butée Z d'épaisseur 1,25 mm - Épaisseur d'isolant ≤ 180 mm



1. Pare vapeur
2. Laine minérale rigide
3. Plaquette de répartition
4. Ecran d'interposition
5. Profil Z en acier galvanisé ép. 1,25 mm
6. Profil Z de renfort en acier galvanisé ép. 1,25 mm
7. Bande de rive

Nota : Les fixations du bac sur la structure ne sont pas représentées.

Figure 23b – Rive droite - Épaisseur d'isolant > 180 mm



LEGENDE

1. Pare vapeur
2. Laine minérale rigide
3. Plaquette de répartition
4. Ecran d'interposition
5. Cornières en acier galvanisé
6. Bande de rive

Nota : Les fixations du bac sur la structure ne sont pas représentées.

Figure 23c - Rive courbe

2.5.4. Faîtage

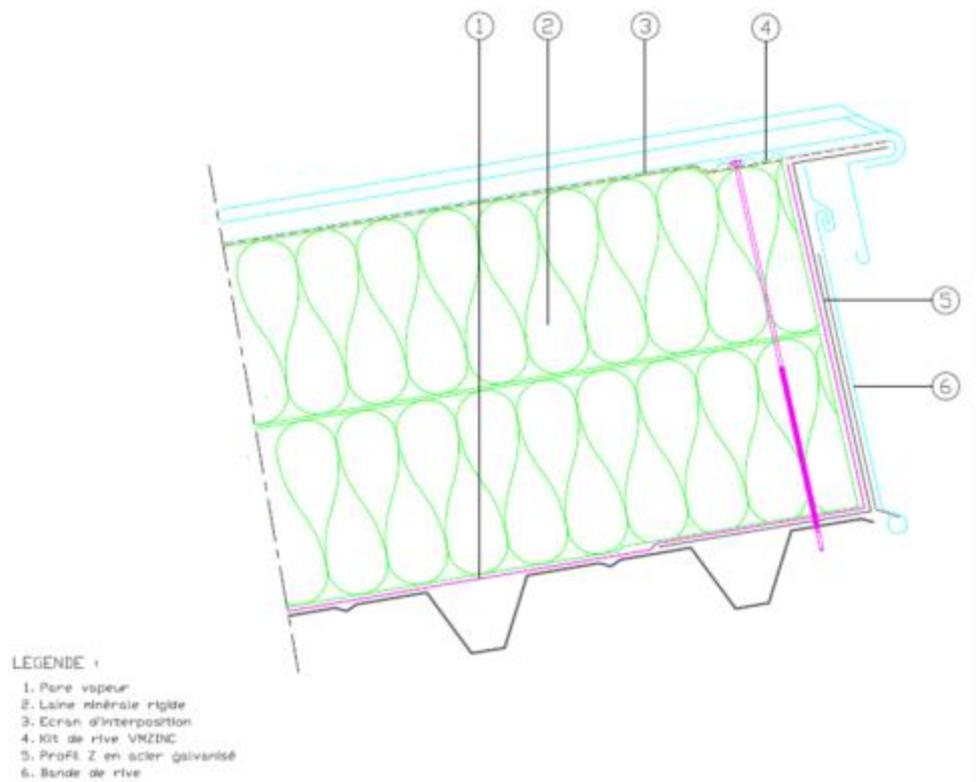
2.5.4.1. Faîtage monopente (cf. figures 24a à 24d)

Le faîtage monopente est traité de la même manière qu'une finition à l'égout avec débord (cf. § 2.5.1). Il peut également être traité avec le kit de rive fournie par VM ZINC, selon la figure 24 bis. La pente minimale est de 5 %.

La finition du joint debout en tête est assurée par exemple par le rabattement de la languette sur le relevé du joint et la mise en place d'un point de soudure sur la partie de sertissage du joint. Elle peut être également réalisée par d'autres finitions traditionnelles (languette étirée...).

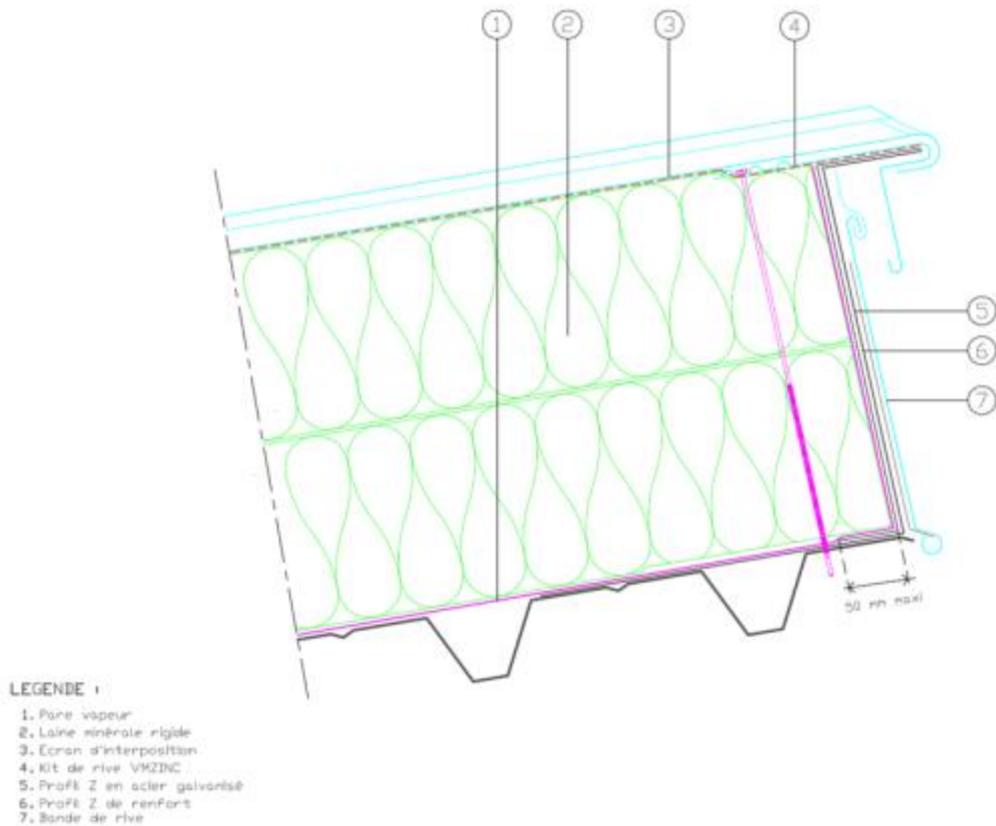
Si l'on souhaite pour des raisons esthétiques marquer le faîtage, on pourra utiliser pour ce faire un tasseau de faîtage fixé sur la cornière et traiter la finition avec :

- Soit, relevé agrafé ;
- Soit, coulisseau de têtes contre tasseau, de hauteur minimale 70 mm conformément au DTU 40.41.



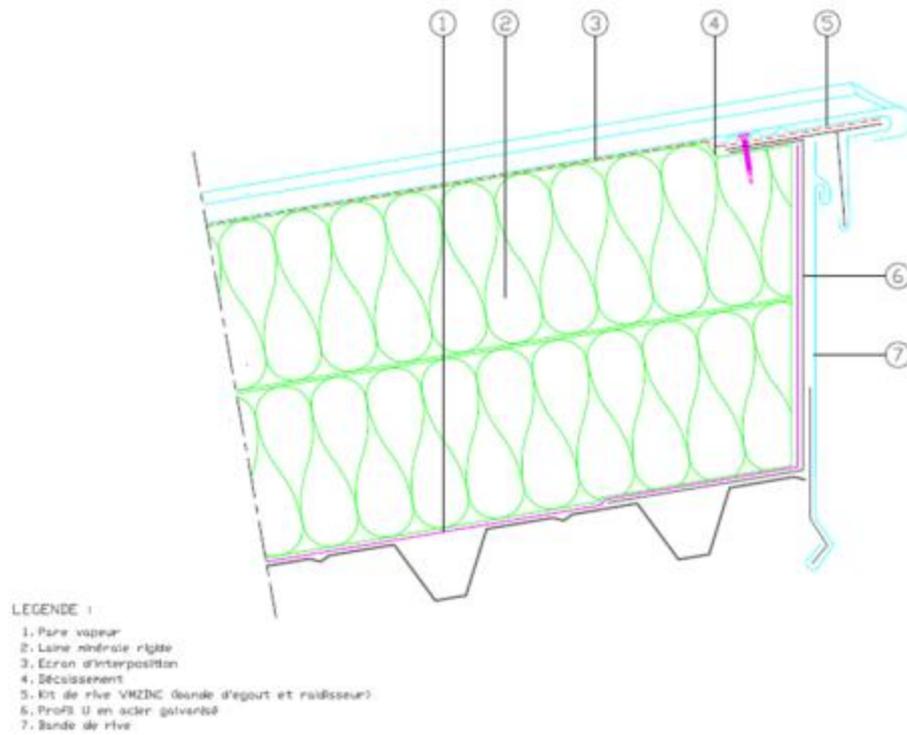
Nota : Les fixations du bac sur la structure ne sont pas représentées.

Figure 24a - Faîtage monopente - Cas de la butée en épaisseur 1,25 mm - Épaisseur d'isolant \leq 180 mm



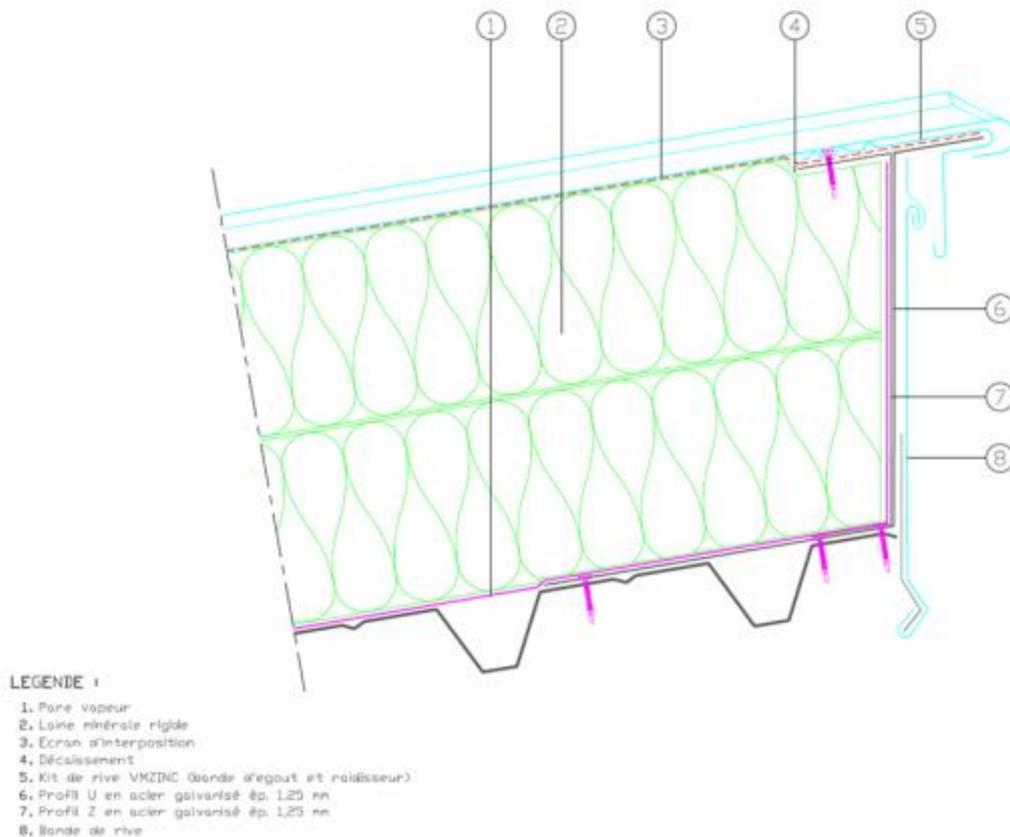
Nota : Les fixations du bac sur la structure ne sont pas représentées.

Figure 24b - Faîtage monopente - Épaisseur d'isolant $>$ 180 mm



Nota : Les fixations du bac sur la structure ne sont pas représentées.

Figure 24c - Faîtage monopente - Cas de conservation de la verticalité (aplomb) - Épaisseur d'isolant \leq 180 mm



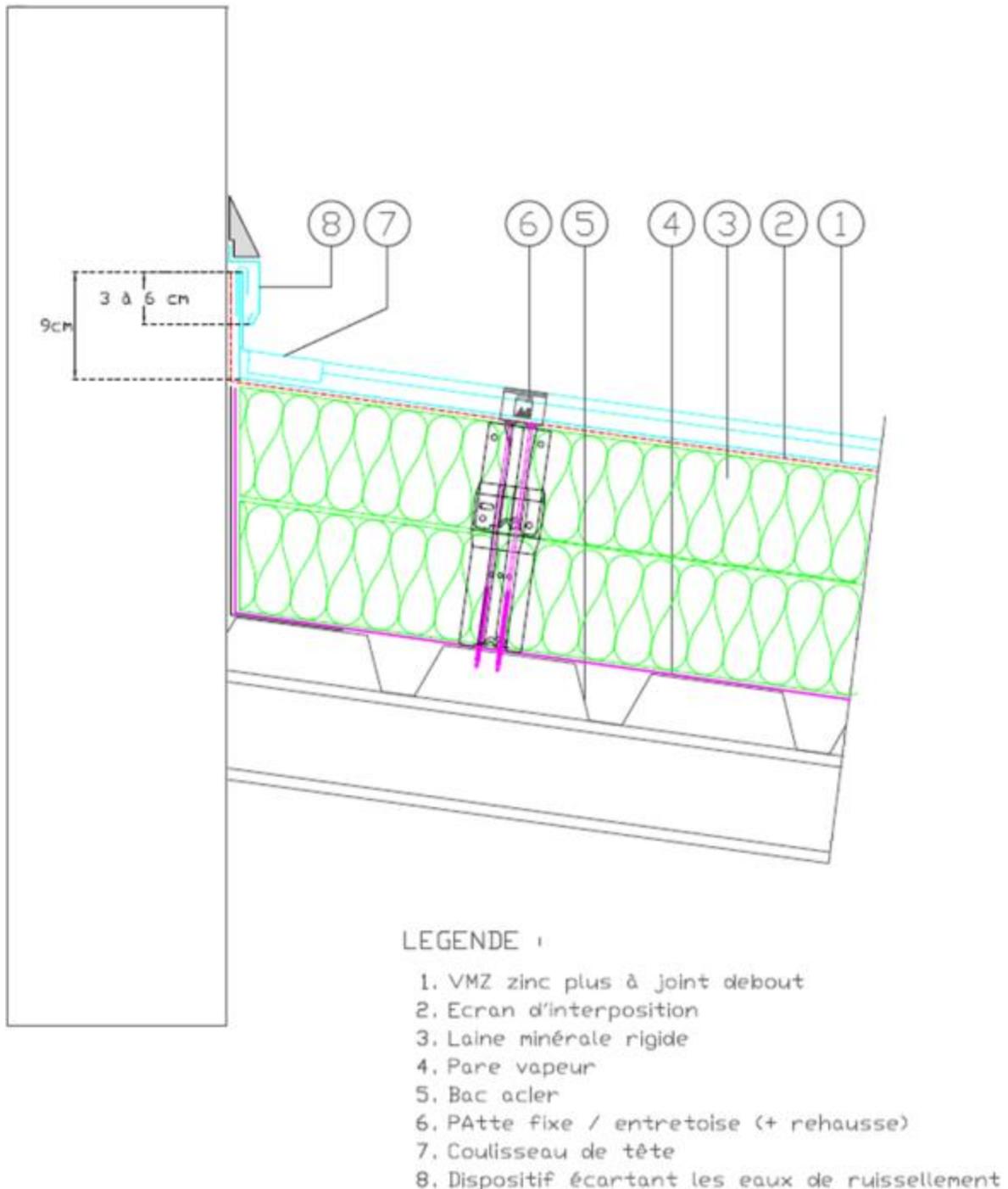
Nota : Les fixations du bac sur la structure ne sont pas représentées.

Figure 24d - Faîtage monopente - Cas de conservation de la verticalité (aplomb) - Épaisseur d'isolant $>$ 180 mm

2.5.4.2. Faîtage adossé (cf. figure 25)

Une cornière de liaison entre le support tôles d'acier nervurées et la maçonnerie est mise en place. La continuité du pare-vapeur est assurée par un relevé le long de la cornière avec pontage des joints.

L'étanchéité du relevé est assurée à l'aide des techniques de zinguerie traditionnelle telle que bande de solin VMZINC® PLUS.



Nota : Les fixations du bac sur la structure ne sont pas représentées.

Figure 25 - Faîtage adossé

2.5.5. Jonctions transversales

2.5.5.1. Ressaut

Le ressaut est réalisé de manière générale soit par un :

- Décalage de la charpente (cf. figures 26b et 26c) ;
- Coyau (cf. figure 26a), jusqu'à une isolation maximale de 260 mm au niveau du ressaut, qui peut être réalisé par la disposition de panneaux isolants de section trapézoïdale découpés en usine à partir des panneaux isolants entiers, (voir article 2.3) disposés sur la couche d'isolant utilisée pour le reste de la toiture.

Les cas suivants peuvent se présenter (cf. § 5.4.2.3.1.1 DTU 40.41) :

- Ressaut de hauteur minimum 100 mm réalisé par décalage de charpente ou du support ;
- Ressaut de hauteur minimum 80 mm réalisé par décalage de charpente ou du support, ou par coyaux. Dans ce cas, on utilisera 4 panneaux pentés.

La hauteur du ressaut peut être ramenée à 50 mm par décalage de charpente ou du support ou par coyaux. Dans ce cas, seuls deux panneaux pentés sont nécessaires. Cette disposition entraîne toutefois une plus grande difficulté de réalisation.

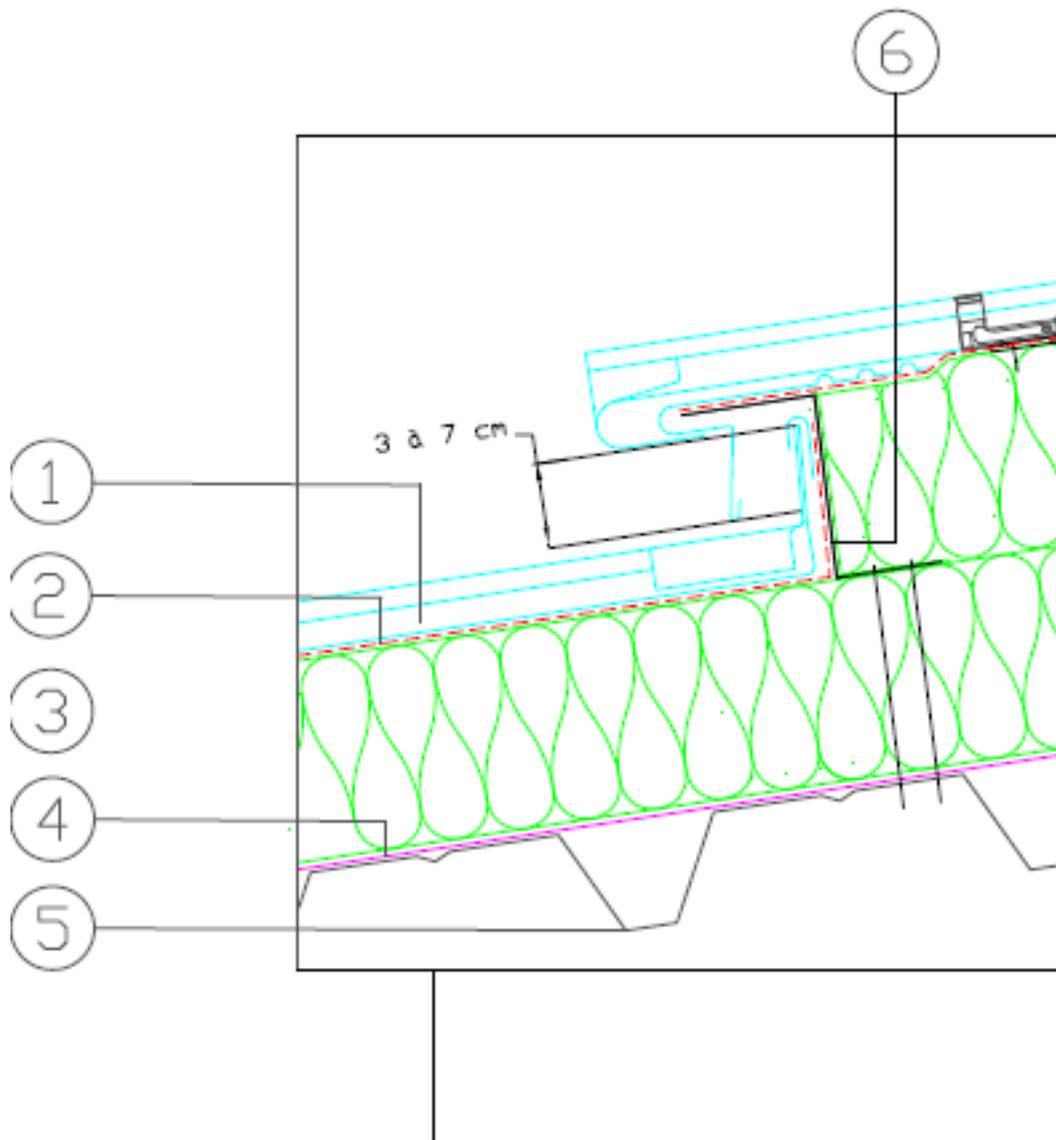
Dans les deux cas de ressaut par coyaux, on dispose au niveau du relief un profil Z en acier galvanisé, de hauteur équivalente à celle du relief, dont la base est disposée sur le lit d'isolant et dont le nez permet l'agrafage des bandes de couverture. Le profil Z est lui-même fixé dans le support au travers du lit d'isolant par les vis de fixation de couverture. On prendra garde à tenir compte de la surépaisseur du coyau dans la détermination des longueurs des vis pour la fixation des pattes joint debout dans cette zone.

Dans les cas d'isolant de très forte épaisseur pouvant conduire à utiliser, dans la zone des coyaux, des vis de longueur supérieure à 300 mm, on pourra disposer sur la hauteur de la première couche d'isolant des profils Z fixés sur le support et permettant l'ancrage des vis de fixation des pattes de la couverture zinc.

Dans les cas de décalage du support, on utilisera dans la zone où l'isolant est plus épais, en amont du ressaut, des vis de fixations de longueur adaptée à la surépaisseur de l'isolant pour permettre leur ancrage dans le support.

La finition en tête de la partie inférieure de la couverture zinc est traitée :

- Soit, à l'aide de coulisseaux de tête (commercialisés par VMBSO) ;
- Soit, par couchage des joints debout.

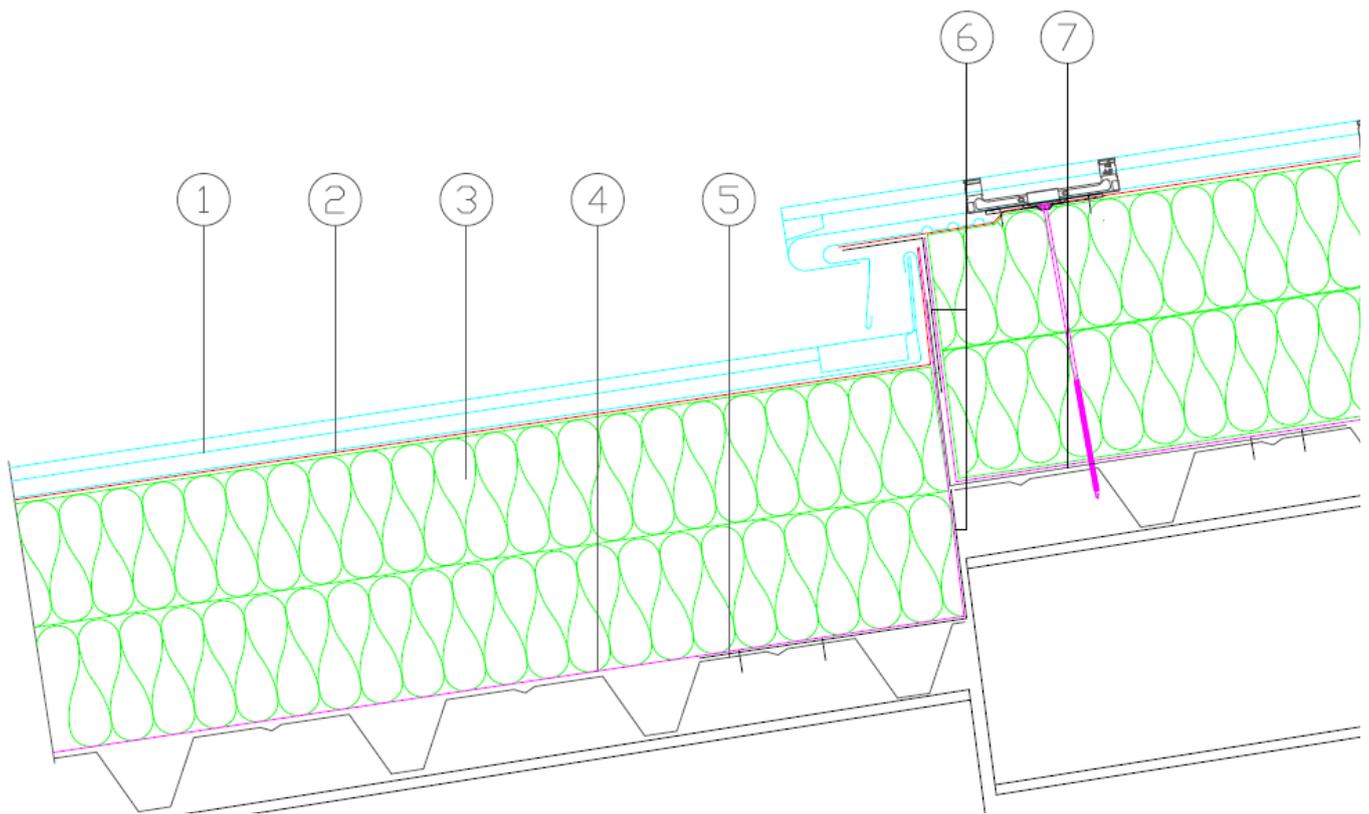


LEGENDE

1. Couverture en VMZ Zinc Plus à J
2. Ecran d'interposition
3. Laine minérale rigide
4. Pare vapeur

Nota : Les fixations du bac sur la structure ne sont pas représentées.

Figure 26a - Ressaut avec coyau

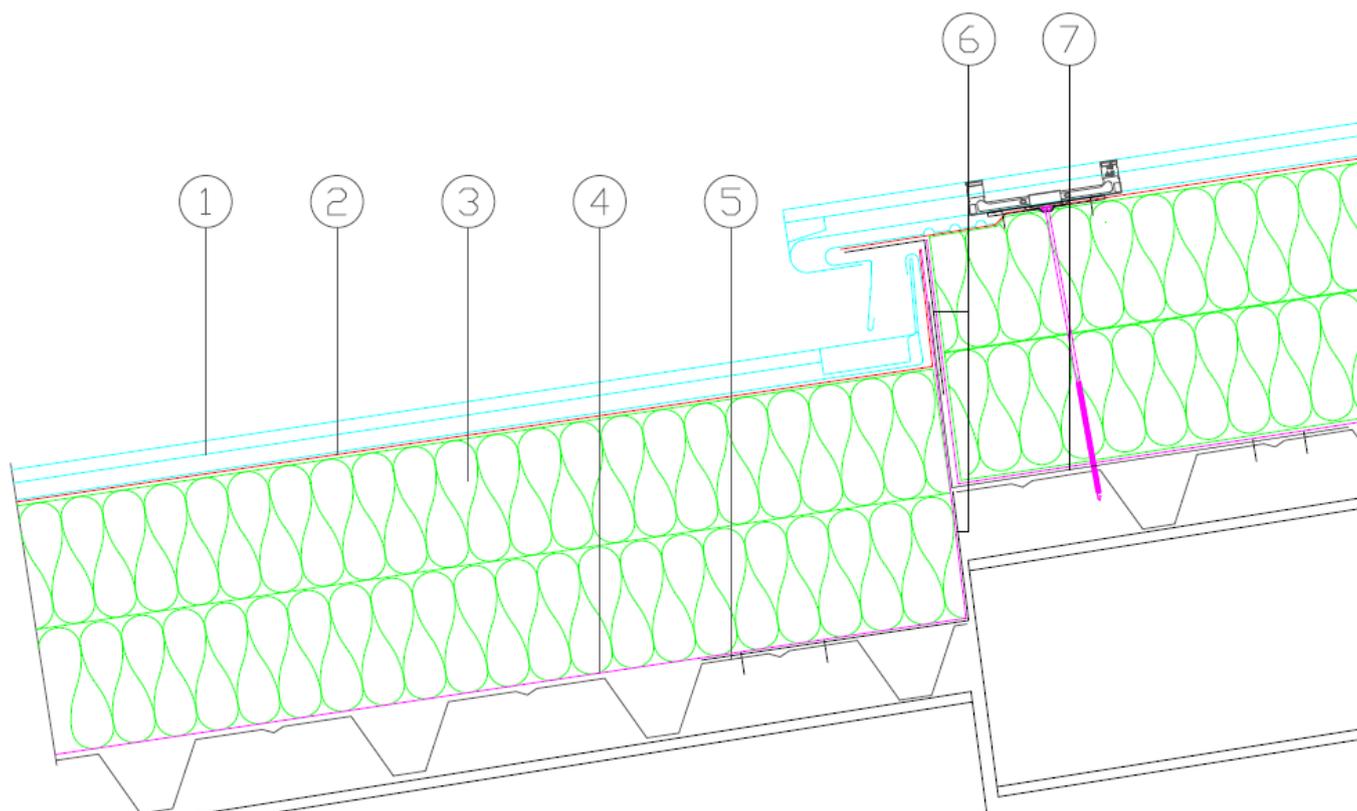


LEGENDE

1. Couverture en VMZ Zinc Plus à joint d
2. Ecran d'interposition
3. Laine minérale rigide
4. Pare vapeur
5. Bac acier
6. Butées en acier galvanisé
7. Ferrures en acier inoxydable Δ2 de 2m

Nota : Les fixations du bac sur la structure ne sont pas représentées.

Figure 26b - Ressaut avec décalage de la charpente - Épaisseur d'isolant ≤ 180 mm



LEGENDE

1. Couverture en VMZ Zinc Plus à joint d
2. Ecran d'interposition
3. Laine minérale rigide
4. Pare vapeur
5. Bac acier
6. Butées en acier galvanisé
7. Fauernes en acier inoxydable Δ2 de 2m

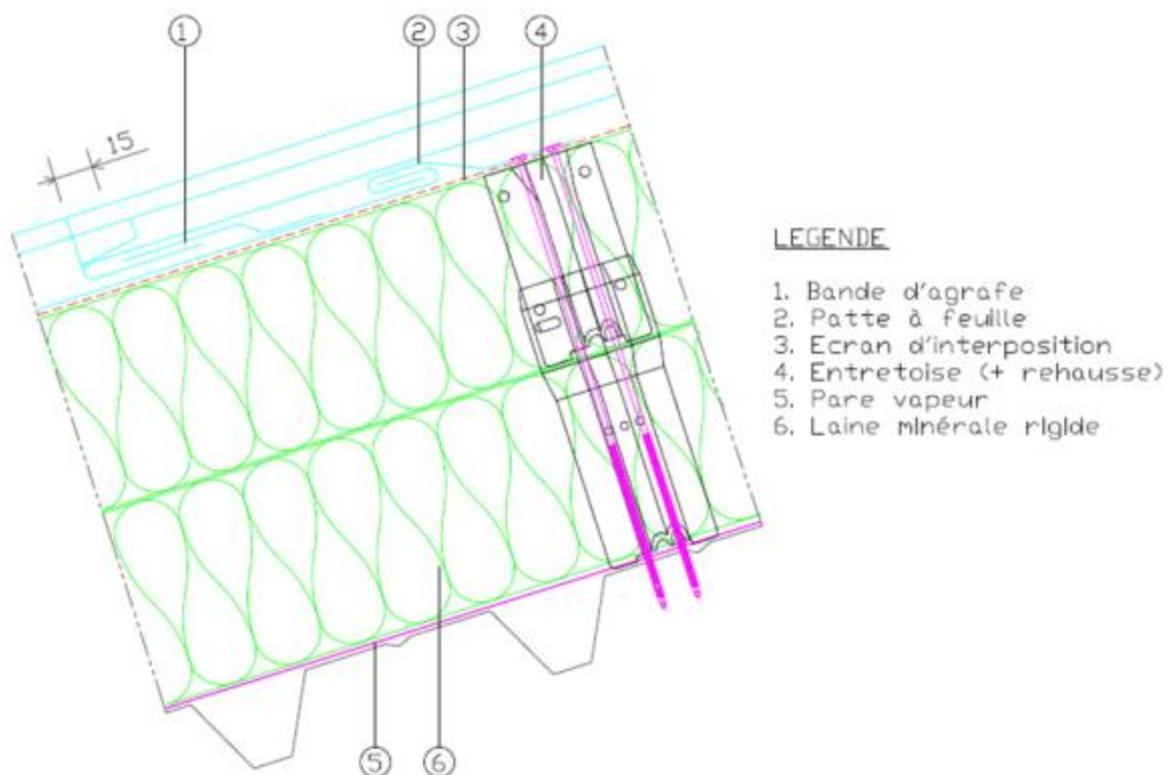
Nota : Les fixations du bac sur la structure ne sont pas représentées

Figure 26c – Ressaut avec décalage de la charpente - Épaisseur d'isolant > 180 mm

2.5.5.2. Agrafure (cf. figure 27)

En cas d'agrafure (cf. tableau 5 du DTU 40.41), les têtes de feuille sont fixées par des pattes de fixation traditionnelles de type pattes à feuille (voir DTU 40.41). On dispose, sous chaque patte à feuille, une entretoise plastique destinée à assurer le blocage de la patte dans le plan de la couverture. Le montage de l'entretoise et la fixation des pattes à feuille sont réalisés comme ceux des pattes fixes profil 1. La fixation est réalisée à l'aide de deux vis sur support bois ou tôles d'acier nervurées.

Seules les doubles agrafures sont autorisées.



Nota : Les fixations du bac sur la structure ne sont pas représentées

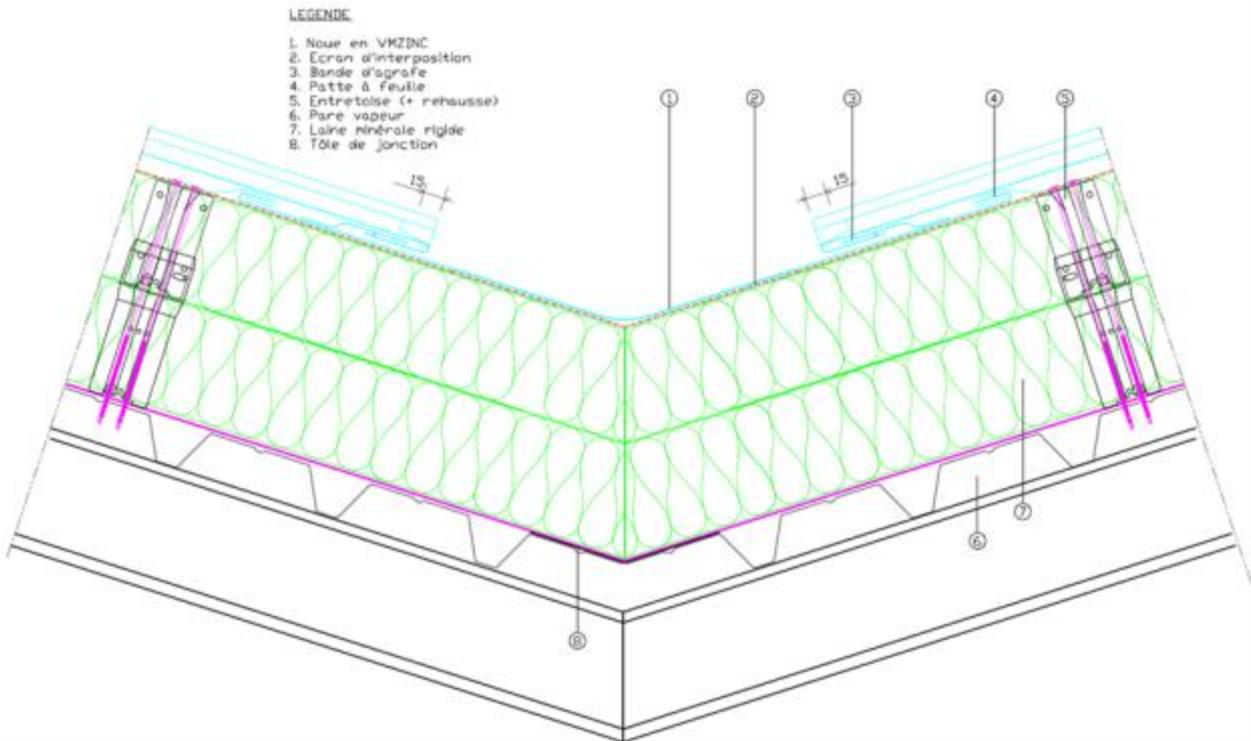
Figure 27 - Double agrafure

2.5.6. Noues

Deux cas peuvent se présenter :

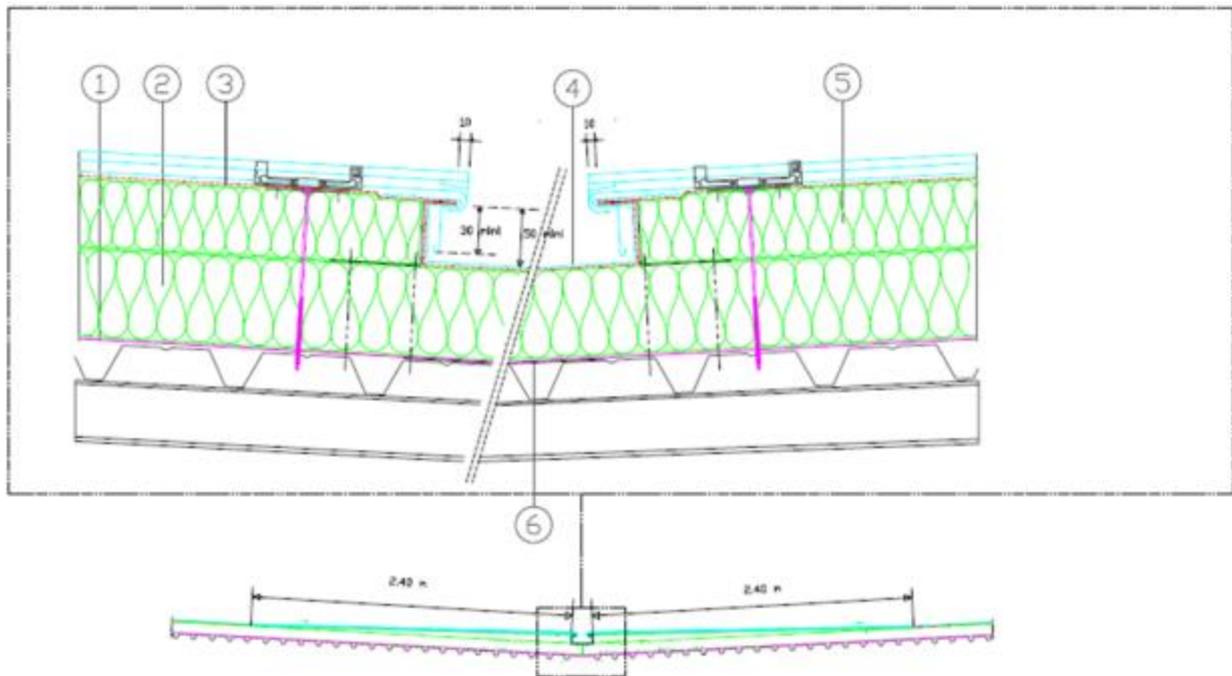
- Noe plate à agrafure (cf. figure 28) : on dispose dans ce cas la bande de noe fixée par pattes à feuille montées sur entretoise (voir article 6,52), ou entretoise avec une rehausse pour les épaisseurs d'isolant supérieures ou égales à 150 mm. La jonction avec les bandes de couverture s'effectue par double agrafure. On dispose le long de la noe le même écran d'interposition qu'en partie courante ;
- Noe encaissée (cf. figure 29) : la noe doit être encaissée sur une hauteur minimale de 50 mm. Cet encaissement peut être réalisé :
 - Soit, par décalage du support tôles d'acier nervurées,
 - Soit, à l'aide de coyaux créés par deux panneaux isolants découpés à partir des panneaux isolants entiers.

Dans les deux cas, la mise en œuvre des noues sera réalisé conformément aux prescriptions du DTU 40.41.



Nota : Les fixations du bac sur la structure ne sont pas représentées

Figure 28 - Noe à double agrafe



LEGENDE

1. Pare vapeur
2. Laine minérale rigide
3. Ecran d'interposition
4. Bande de noue en VMZINC
5. Laine minérale rigide découpée en pente
6. Tôle de jonction

Nota : Les fixations du bac sur la structure ne sont pas représentées

Figure 29 - Noe encaissée

2.5.7. Chéneaux encaissés (cf. figure 30)

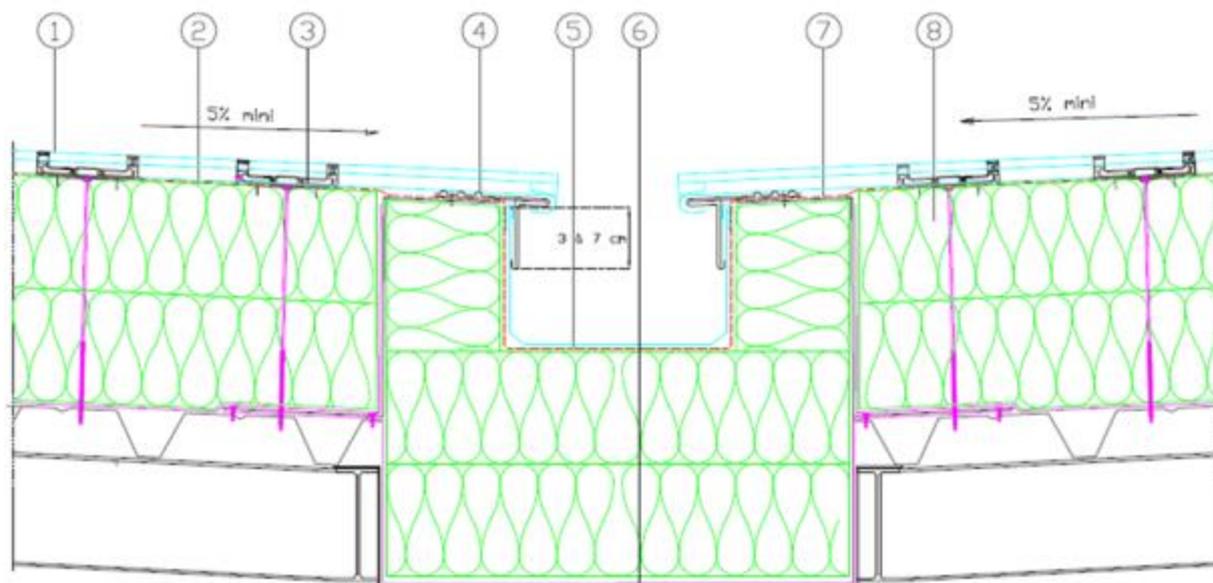
Le chéneau doit être encaissé sur une hauteur minimale de 100 mm grâce à un encaissement de l'élément porteur ou à l'aide de coyaux créés par des panneaux isolants de section trapézoïdale découpés à partir de panneaux isolants entiers.

La finition est traitée conformément aux dispositions de l'égout (cf. § 2.5.1) avec utilisation des raidisseurs du kit de rive VMZINC. Les raidisseurs sont fixés à la butée en acier galvanisé par des vis auto-perçuses type SFS Group SAS SN 3/18 4,2 x 25 mm.

Dans le cas de pente comprise entre 5 et 10 %, les surépaisseurs de métal (bande d'égout, raidisseurs, profil en Z d'épaisseur 1,25 mm) doivent être compensées par une réservation dans l'épaisseur de l'isolant.

Dans le cas de chéneau où les épaisseurs d'isolant en parties verticales sont supérieures ou égales à 180 mm, la partie basse du profil Z doit disposer d'un appui sur les plages du tôles d'acier nervurées, permettant de recouvrir au moins une onde de tôle d'acier nervurées avec fixation en quinconce de part et d'autre de la nervure.

Dans le cas où la largeur de la partie haute de la butée en acier galvanisé 1,25 mm utilisée est supérieure à 150 mm, la première patte de fixation coulissante peut être fixée directement sur la butée avec une vis en acier inoxydable auto-perçuse à tête fraisée plate et filet continu, de diamètre 4,8 mm et de longueur minimale 25 mm.



LEGENDE :

1. VMZINC PLUS à joint debout
2. Ecran d'interposition
3. Patte de fixation coulissante
4. Kit de rive VMZINC
5. Chéneau en VMZ Zinc Plus
6. Pare-vapeur
7. Profil Z en acier galvanisé ep. 1,25 mm
8. Isolant en laine minérale rigide

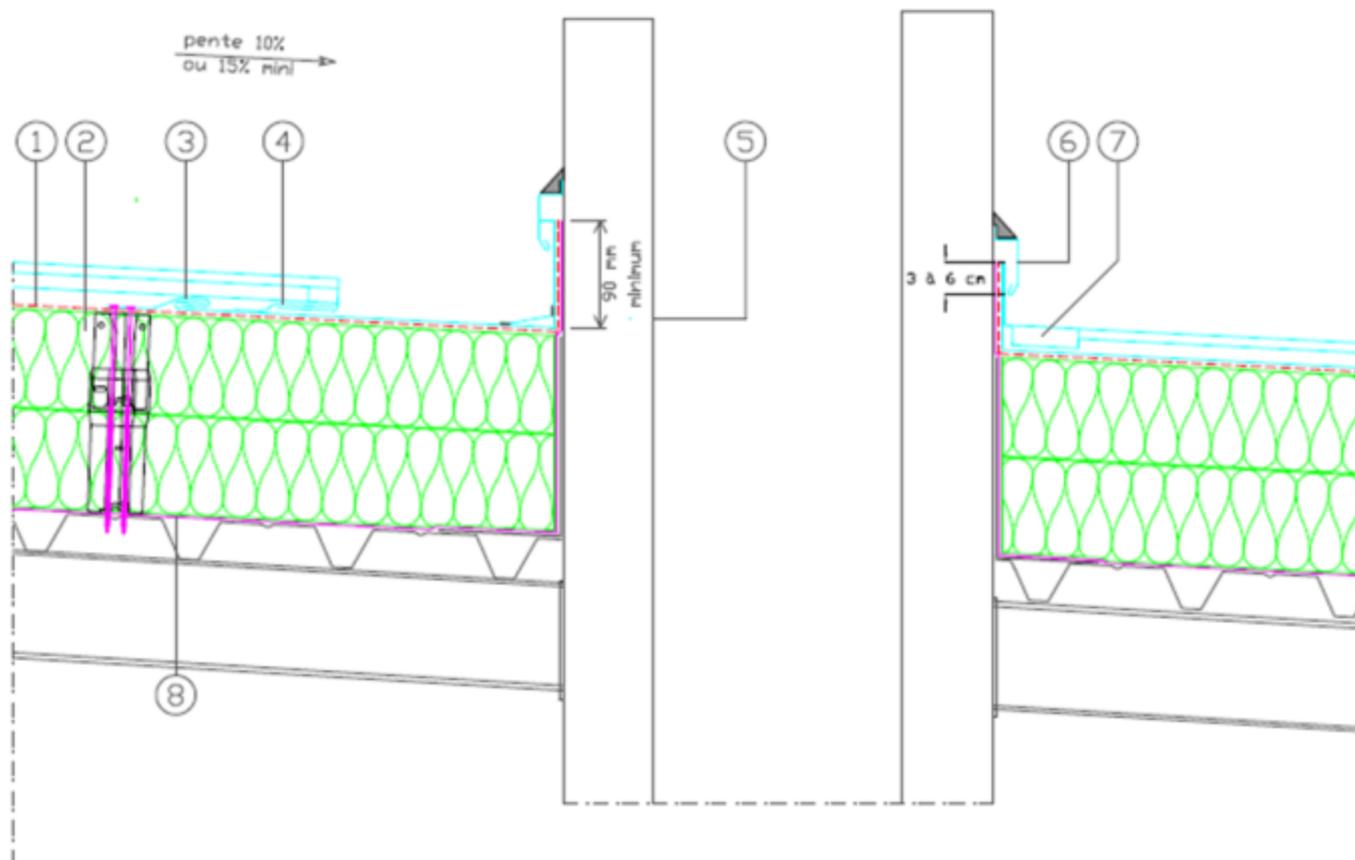
Nota : Les fixations du bac sur la structure ne sont pas représentées

Figure 30 – Chéneau encaissé

2.5.8. Pénétrations discontinues (cf. figure 31)

Le pare-vapeur est relevé et ponté sur le pourtour de la pénétration et le calfeutrement thermique est réalisé sur la périphérie. La finition de la couverture zinc s'effectue conformément au DTU 40.41.

Les pénétrations situées sur plusieurs bacs gérées par une finition avec double agrafure ne peuvent être réalisées qu'à partir d'une pente minimale de 10 % ou 15 % (suivant le classement du site sur la carte concomitance pluie et vent, cf. annexe E du DTU 40.41). La sortie des tuyaux de ventilation situés au milieu d'un bac est réalisée par tuyau à douille ou collerette.



LEGENDE

1. Ecran d'interposition
2. Laine minérale rigide
3. Patte à feuille en VMZINC
4. Bande d'agrafe en VMZINC
5. Sortie en toiture
6. Dispositif écartant les eaux de ruissellement
7. Coulisseau de tête
8. Pare vapeur

Nota : Les fixations du bac sur la structure ne sont pas représentées

Figure 31 – Pénétration

2.6. Performances du système

2.6.1. Performance vis à vis des contraintes de vent (versants plans et courbes)

Les entraxes proposés dans les tableaux 5 à 5 ter en fin de dossier, sont à adapter, notamment en fonction de l'espacement entre nervures des tôles d'acier nervurées utilisés (seule la fixation en plage est autorisée). En toutes situations, les valeurs ci-dessus représentent les entraxes maximums autorisés entre pattes de fixation de la couverture zinc.

2.6.2. Performances acoustiques du système

La couverture Toiture structurale VMZINC® présente des caractéristiques d'affaiblissement acoustique qui sont croissantes avec l'épaisseur de l'isolant employé. Les performances acoustiques du système dépendent également de la nature et de l'épaisseur du support employé. Par ailleurs, l'utilisation de tôles d'acier nervurées perforés en nervures contribue à l'amélioration de l'acoustique intérieure du bâtiment (correction par absorption acoustique).

Le tableau 3 donne les résultats d'essais d'affaiblissement acoustiques réalisés au CEBTP (rapport d'essai n° B 212.0.073) et CSTB (rapport d'essai n° AC16-26062728-2) pour un support tôles d'acier nervurées plein.

Épaisseur d'isolant (mm)	RW(C ; C _{tr}) en dB
80	37 (-2 ; -7)
2 x 60	38 (-2 ; -8)
2 x 130	44 (-2 ; -8)

Tableau 3 - Performances acoustiques de la Toiture structurale VMZINC®

Complexe :

- Couverture en VMZINC® PLUS à joint debout (épaisseur 0,7 mm) ;
- Patte de fixation coulissante à fixation unique + plaquette de répartition ;
- Isolant en laine minérale ;
- Pare-vapeur ;
- Tôle d'acier nervurée (épaisseur 0,75 mm).

2.6.3. Performances thermiques

Les performances thermiques d'une paroi réalisée avec le procédé Toiture structurale VMZINC® sont données en tableau 1 en fin de dossier.

2.7. Conditions relatives aux structures porteuses

Une attention particulière doit être apportée à la qualité de la pose du support de couverture et en particulier dans le cas des toitures courbes (limitation des désaffleurements et de la facettisation). Le support doit faire l'objet d'une réception contradictoire entre le charpentier et le couvreur, selon les préconisations de ce Document Technique d'Application.

La mise en œuvre du procédé Toiture structurale VMZINC® est prévue pour être exécutée sur des structures porteuses, en :

- Acier, conformément à la norme NF EN 1993-1-1/NA. Dans ce cas, les valeurs limites maximales à prendre en compte pour les flèches verticales sont celles de la ligne « Toiture en général » du tableau 1 de la clause 7.2.1 (1) B de la NF EN 1993-1-1/NA ;
- Bois, conformément à la norme NF EN 1995-1-1/NA. Dans ce cas, 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.

Pour les couvertures gironnées cintrées ou à double courbure, la structure support de la couverture devra être contrôlée et réceptionnée par un géomètre.

Tolérance de réception de la charpente

Les tolérances de la classe 1 de fabrication de la norme NF EN 1090-2, ainsi que les tolérances de montage de classe 2 de cette même norme sont compatibles avec le procédé sur structure porteuse en acier. Sur structure porteuse en bois, les tolérances de réception de la charpente sont celle du DTU 40.41.

2.8. Cas particuliers : couverture courbe convexe avec zone de pente > 173 %

Dans le cas particulier de couvertures courbes convexes, l'utilisation de ce procédé sur certains types de bâtiments peut amener à considérer une partie de la couverture comme un procédé de protection des parois verticales. Le système Toiture structurale VMZINC® peut ainsi être utilisé dans des zones de pente > 173 %, si la partie fixe des bandes zinc est située dans une zone de pente < 173 %, et s'il y a une récupération des eaux de pluie en partie inférieure de la couverture (cf. figure 32).

Les feuilles métalliques en zinc sont naturellement sensibles aux chocs de petits corps dur (0,5 kg/3 J et 1 kg/10 J).

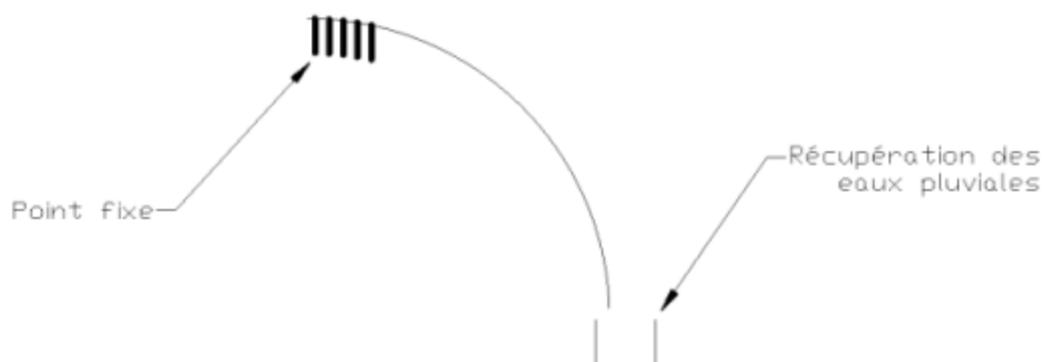


Figure 32 - Cas particuliers : couverture courbe convexe avec zone de pente > 173 %

2.9. Organisation de la mise en œuvre

En cas d'interruption de la pose de la couverture en zinc (en fin de journée notamment), les parties non revêtues seront protégées par bâchage. En particulier, celui-ci recouvrira jusqu'au faîtage les zones situées en amont des feuilles déjà posées ainsi que les rives des derniers bacs posés.

Afin de limiter la durée entre pose de l'isolant et pose de la couverture en zinc, la mise en œuvre sera organisée à l'avancement par tranches de 200 m² maximum, comprenant la pose de l'isolant, de l'écran et de la couverture VMZINC® PLUS.

2.10. Entretien et réparation

Les dispositions de l'annexe A « Conditions d'usage et d'entretien » du DTU 40.41 s'appliquent à ce système.

Pour les TAN, les préconisations générales sont celles de la norme NF DTU 43.3 (P1-1), et plus particulièrement son annexe A.

2.11. Assistance technique

Une assistance technique lors du démarrage des chantiers est apportée par la Société VMBSO à la demande des entreprises.

2.12. Principes de fabrication et de contrôle de cette fabrication

2.12.1. Fabrication du VMZINC® PLUS

Le zinc laminé est fabriqué conformément à la norme NF EN 988 dans l'usine VMBSO de Viviez certifiée ISO 9001.

Le VMZINC® PLUS est réalisé par l'adjonction d'une laque composite spéciale déposée en continu sur la face arrière des bandes.

En application du Règlement (UE) n° 305/2011, les feuilles en zinc font l'objet d'une Déclaration de Performances (DdP) établie par la Société VMBSO sur la base de la norme NF EN 14783:2013. Les produits conformes à cette DdP sont identifiés par le marquage CE.

2.12.2. Fabrication des accessoires de finition

Le kit de rive est fabriqué à l'usine VMBSO de Bray & Lu (certifiée ISO 9001) à partir de bobines de zinc laminé prépatiné conforme à la NF EN 988 en provenance de l'usine VMBSO de Viviez.

2.12.3. Fabrication des éléments de fixation fournis par VM Building Solutions

Les pattes fixes de type 1 sont fabriquées par la Société Supex (27) certifiée ISO 9001:2015 (conditionnement par carton de 100) et VM Building Solutions à Bray & Lu.

Les pattes coulissantes de type 1 sont fabriquées par la Société Supex (27) certifiée ISO 9001:2015 (conditionnement par carton de 100).

Les plaquettes de répartition sont fabriquées par Slovensko à Bratislava (Slovaquie) (conditionnement par carton de 250).

Les entretoises plastiques sont fabriquées par la Société Joly Plastics (27) certifiée ISO 9001:2015 (conditionnement par carton de 100).

Les rehausses d'entretoises plastiques sont fabriquées par la Société Joly Plastics (27) certifiée ISO 9001:2015 (conditionnement par carton de 100).

Les vis de fixation sont fabriquées par la Société SFS Group SAS (26) certifiée ISO 9001:2015 (conditionnement par carton de 250).

L'ensemble du système de fixation fait l'objet d'un contrôle dimensionnel par sondage lors de la réception à la plateforme logistique d'Auby (59950).

Le contrôle industriel de la fabrication du pare-vapeur ALUDEX® MAX fait partie d'un ensemble de systèmes qualité conforme aux normes ISO 9001 et ISO 14001 : cf. tableau 10 du Document Technique d'Application « Hertalan » de la Société Carlisle Construction Materials BV.

2.13. Mention des justificatifs

2.13.1. Résultats expérimentaux

Le procédé a fait l'objet des essais suivants :

- Essais de corrosion accélérée au brouillard salin et de caractérisation mécanique (pliage, choc, emboutissage, adhérence, abrasion) des tôles en VMZ Zinc Plus (VMZINC® PLUS).

Origine : Laboratoire du fabricant, rapport d'études du 25 Février 2009.

- Essai de transfert de vapeur d'eau au droit des ancrages des vis de fixation SFS®.

Origine : Bureau VERITAS, rapports d'essais n° GEN1I990251D 01 à 03.

- Essai acoustique de détermination de l'indice d'affaiblissement pondéré du système VMZ Toiture Structurale®.

Origine : CEBTP, réf. Rapport d'essais n° B 212.0.073 du 23 octobre 2000.

Origine CSTB : Rapport d'essai n° AC16-26062728-2.

- Essai au vent en dépression dynamique du système Toiture structurale VMZINC® avec bacs acier de largeur de vallée inférieure à 70 mm, perpendiculaires à l'égout.

Origine : Laboratoire du fabricant, réf. 05 020 RE 002 du 17 janvier 2006.

- Calcul de coefficients de ponts thermiques intégrés au procédé.

Origine : CSTB, réf. DER/HTO 2011-242-AD/LS du 13 octobre 2011.

- Rapports LNE de détermination du Pouvoir Calorifique Supérieur selon la norme NF EN ISO 1716, Dossier H061009, Documents CEMATE/16 (QUARTZ ZINC PLUS), CEMATE/17 (NATUREL PLUS, ANTHRA-ZINC PLUS), et CEMATE/20 (PIGMENTO PLUS) du 5 décembre 2007.

- Essai d'arrachement statique des pattes de fixations coulissantes avec la vis spéciale SFS VM ZINC.

Origine : Laboratoire du fabricant, ref. 10 009 RE 01 du 13 septembre 2010 et réf. 18 020 RE 02.

- Essai au vent selon ETAG 006 en dépression dynamique du système avec support en bacs aciers. Origine : Laboratoire du fabricant, réf. 13 004 RE 35 du 27 janvier 2015.

- Essai de cisaillement de la partie fixe avec rehausses d'entretoises.

Origine : Laboratoire du fabricant, réf. 13 004 RE 038-2 et 038-4 du 17 juillet 2015.

- Essai d'arrachement de vis spéciales VM ZINC dans les supports bois visés.

Origine : Laboratoire SFS Intec, rapport n° SD2 D 10 du 27 mars 2010.

Origine : Laboratoire du fabricant, Rapports n° 10 009 RE 05 et n° 13 004 RE 36.

2.13.2. Références chantiers

Les premières applications du système Toiture structurale VMZINC® remontent à 1999.

En France, 490 000 m² ont été réalisés avec le procédé depuis 1999, dont 40 000 m² depuis 2019.

2.14. Annexe du Dossier Technique – Tableaux et schémas de mise en œuvre

Épaisseur du panneau (mm)	Nature du panneau				
	Contreplaqué en bois tropicaux tendres (okoumé)	Contreplaqué en bois tropicaux durs (sipo)	Contreplaqué en pin maritime		Panneaux de particules
			Sens longitudinal	Sens transversal	
15	3,0	3,6	3,75	3,0	
18/19	3,8	4,6	4,75	3,8	9,0
22	-	-	-	-	11,0
25	-	-	-	-	13,0
30	-	-	-	-	15,0

Les cases grisées correspondent à des exclusions d'emploi.

Tableau 4 - Rayons de courbure des panneaux à base de bois (m) (cf. DTU 43.4 § 6.2.2.4)

Zones ⁽¹⁾	1		2		3		4	
Site	Normal	Exposé	Normal	Exposé	Normal	Exposé	Normal	Exposé
Partie courante	50	50	50	50	50	33	33	33
Rive ⁽²⁾	33	33	33	25	25	25	25	16,5
Égout ⁽³⁾	25	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	15

(1) Les zones de vent et sites considérés sont ceux définis par les Règles NV 65 modifiées.
(2) La zone de rive s'étend sur une distance correspondant au 1/10 de la hauteur du bâtiment et au maximum au 1/10 de la plus petite longueur du bâtiment (selon les Règles NV 65 modifiées).
(3) La définition de la zone d'égout est conforme à la description du DTU 40.41 (resserrement des 3 premières pattes). La zone d'égout s'étend sur toute la largeur du rampant et comprend les angles de la couverture.

Tableau 5 - Entraxe maximum des fixations (cm) (cf. § 2.4.3) sur support tôles d'acier nervurées (hauteur de bâtiment ≤ 30 m) (cas des couvertures planes et courbes)

Zones ⁽¹⁾	1		2		3		4	
Site	Normal ⁽⁴⁾	Exposé ⁽⁵⁾	Normal ⁽⁶⁾	Exposé ⁽⁷⁾	Normal ⁽⁸⁾	Exposé	Normal	Exposé
Partie courante	50	50	50	50	50	Non admis	Non admis	Non admis
Rive ⁽²⁾	33	33	33	25	25	Non admis	Non admis	Non admis
Égout ⁽³⁾	25	16,5	16,5	16,5	16,5	Non admis	Non admis	Non admis

(1) Les zones de vent et sites considérés sont ceux définis par les Règles NV 65 modifiées.
(2) La zone de rive s'étend sur une distance correspondant au 1/10 de la hauteur du bâtiment et au maximum au 1/10 de la plus petite longueur du bâtiment (selon les Règles NV 65 modifiées).
(3) La définition de la zone d'égout est conforme à la description du DTU 40.41 (resserrement des 3 premières pattes). La zone d'égout s'étend sur toute la largeur du rampant et comprend les angles de la couverture.
(4) Limité aux bâtiments de hauteur ≤ 40 m.
(5) Limité aux bâtiments de hauteur ≤ 20 m.
(6) Limité aux bâtiments de hauteur ≤ 30 m.
(7) Limité aux bâtiments de hauteur ≤ 10 m.
(8) Limité aux bâtiments de hauteur ≤ 15 m.

Tableau 5 bis - Entraxe maximum des fixations (cm) (cf. § 2.4.3) sur support en bois et panneaux à base de bois (cas des couvertures planes et courbes)

Zones ⁽¹⁾	1		2		3		4	
	Normal ⁽⁴⁾	Exposé ⁽⁵⁾	Normal ⁽⁶⁾	Exposé ⁽⁷⁾	Normal ⁽⁸⁾	Exposé	Normal	Exposé
Partie courante	45	45	45	45	45	Non admis	Non admis	Non admis
Rive ⁽²⁾	29	29	29	22	22	Non admis	Non admis	Non admis
Égout ⁽³⁾	22	15	15	15	15	Non admis	Non admis	Non admis

(1) Les zones de vent et sites considérés sont ceux définis par les Règles NV 65 modifiées.

(2) La zone de rive s'étend sur une distance correspondant au 1/10 de la hauteur du bâtiment et au maximum au 1/10 de la plus petite longueur du bâtiment (selon les Règles NV 65 modifiées).

(3) La définition de la zone d'égout est conforme à la description du DTU 40.41 (resserrement des 3 premières pattes). La zone d'égout s'étend sur toute la largeur du rampant et comprend les angles de la couverture.

(4) Limité aux bâtiments de hauteur ≤ 40 m.

(5) Limité aux bâtiments de hauteur ≤ 20 m.

(6) Limité aux bâtiments de hauteur ≤ 30 m.

(7) Limité aux bâtiments de hauteur ≤ 10 m.

(8) Limité aux bâtiments de hauteur ≤ 15 m.

Tableau 5 ter - Entraxe maximum des fixations (cm) (cf. § 2.4.3) sur support en panneaux bois contreplaqués d'épaisseurs 15 à 18 mm (cas des couvertures planes et courbes).

Épaisseur isolant (mm)	Masse surfacique totale de la toiture : tôle d'acier nervurée + pare-vapeur + isolant 125 kg/m ³ + zinc (kg/m ²)
50	22
60	23
70	24
80	25
90	27
100	28
110	29
120	30
130	32
140	33
150	34
160	35
170	37
180	38
200	40
220	43
240	45
260	48

Tableau 6 - Masses surfaciques : exemple avec isolant 125 kg/m³

Revêtement	Exposition atmosphérique extérieure							
	Rurale non polluée	Industrielle ou urbaine		Marine				Spéciale
		Normale	Sévère	20 à 10 km	10 à 3 km	Bord de mer < 3 km ⁽²⁾	Mixte	Particulière
QUARTZ-ZINC® PLUS - VMZINC® PLUS - ANTHRA-ZINC® PLUS - AZENGAR® PLUS ⁽¹⁾	■	■	□	■	■	■ ⁽²⁾	□	□
PIGMENTO® PLUS	■	■	□	■	■	■ ⁽²⁾	□	□
Bilaqué VMZINC PLUS	■	■	□	■	■	■ ⁽²⁾	□	□

(1) Par référence aux expositions atmosphériques définies par l'annexe B du D.T.U. 40.41.

(2) Hors Front de mer, où l'accord du fabricant est obligatoire.

■ Matériaux adaptés à l'exposition.

□ Matériaux dont le choix définitifs ainsi que les caractéristiques doivent être arrêtées après consultation et accord du fabricant.

Tableau 7 - Exposition atmosphérique extérieure