

Avis Technique 2/09-1358

Annule et remplace l'Avis Technique 2/05-1175

Bardage

*Panneau Sandwich
Métallique*

Metal faced sandwich panel

*Sandwich-Element mit
Metalldeckschichten*

PGB-P

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

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

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

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

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

Groupe Spécialisé n° 2

Constructions, Façades et Cloisons Légères

Vu pour enregistrement le 8 octobre 2009



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

Le Groupe Spécialisé n° 2 "CONSTRUCTIONS, FACADES ET CLOISONS LEGERES" de la Commission chargée de formuler les Avis Techniques, a examiné, le 12 mai 2009, le procédé de bardage en panneaux sandwichs de grande longueur PGB-P présenté par la Société MARCEGAGLIA BUILDTECH. Il a formulé sur ce procédé l'Avis Technique ci-après qui annule et remplace l'Avis Technique 2/05-1175. Cet Avis est formulé pour les utilisations en France européenne.

1. Définition succincte

1.1 Description succincte du procédé

Procédé de bardage en pose verticale, en panneaux sandwichs tôle-mousse de polyuréthane-tôle. La mousse est expansée au pentane.

Les panneaux ont les dimensions suivantes :

- Epaisseurs : 30 à 120 mm,
- longueur maximale : 13,5 m,
- largeur utile : 1 m.

Les jonctions verticales s'effectuent par emboîtement des rives longitudinales. Les panneaux sont accrochés à la structure par fixations traversantes visibles.

1.2 Identification

Les colis sont identifiés au moyen d'une étiquette indiquant :

- nom de l'usine,
- nom du produit,
- type de panneau,
- épaisseur, longueur, quantité,
- référence de la mousse,
- l'épaisseur des parements,
- poids du colis.

2. AVIS

2.1 Domaine d'emploi accepté

Le domaine d'emploi visé est celui des bardages de bâtiments industriels et agricoles à température positive, dont les conditions de gestion de l'air intérieur permettent de réduire les risques de condensation superficielle (locaux ventilés naturellement à faible et moyenne hygrométrie ou conditionnés en température ou en humidité dont la pression de vapeur d'eau est comprise entre 5 et 10 mmHg).

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

Le domaine d'emploi est limité à la zone de sismicité « zéro » et aux bâtiments de classe A, au sens du décret n° 91-461 du 14 mai 1991.

2.2 Appréciation sur le produit, composant ou procédé

2.2.1 Aptitude à l'emploi

Stabilité

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

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

Sécurité en cas de chocs en parois verticales

Elle est normalement assurée pour les panneaux maintenus par fixations traversantes.

Sécurité en cas d'incendie (cf § 2.1)

Elle est, à examiner cas par cas en fonction de la destination des ouvrages réalisés en tenant compte des éléments suivants :

- Le classement de réaction au feu doit être attesté par un procès-verbal en cours de validité.
- Masse combustible de l'âme : 10,8 MJ/m².cm.

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

Sécurité en cas de séisme (cf § 2.1)

L'utilisation en zone sismique du procédé n'a pas été évaluée.

Isolation thermique

Pour les ouvrages visés par la Réglementation en vigueur, un calcul devra être réalisé au cas par cas.

Ce procédé pour les épaisseurs supérieures ou égales à 80 mm permet de respecter les coefficients surfaciques maximaux admissibles de la réglementation en vigueur pour les murs opaques en contact avec l'extérieur.

Il convient en outre de tenir compte des déperditions dus aux points singuliers de l'ouvrage, notamment en pied de paroi et en encadrement de baie.

Isolation acoustique

On ne dispose pas d'éléments d'évaluation relatifs à l'affaiblissement acoustique vis-à-vis des bruits aériens extérieurs et à la réverbération des bruits intérieurs.

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

Prévention des accidents

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

Etanchéité à l'eau

Elle peut être considérée comme normalement assurée pour le domaine d'emploi accepté, compte tenu de la géométrie des joints.

Autres informations techniques relatives à l'effet bilame

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

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

$$R = \frac{92 e}{\Delta\theta}$$

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

entre lisse (en m).

La réaction sur appui intermédiaire d'un panneau d'épaisseur 120 mm et de 3,5 m de portée est, en fonction de la différence de température donnée par mètre de lisse :

$$F = 3,58 \Delta\theta \text{ daN/m}$$

2.2.2 Durabilité - Entretien

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

L'adhérence mousse-paroi et la stabilité dimensionnelle de la mousse d'âme sont satisfaisantes.

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

La durabilité des tôles prélaquées est, avant rénovation, supérieure à une dizaine d'années. La durabilité d'ensemble peut être considérée comme équivalente à celle des bardages traditionnels.

2.2.3 Fabrication

La fabrication des parements métalliques relève des techniques traditionnelles de profilage des tôles galvanisées ou galvanisées prélaquées. Le moutage de l'âme isolante est réalisé dans l'usine MARCEGAGLIA BUILDTECH S.r.l par procédé continu, et n'appelle pas d'observation particulière. La société a mis en place des dispositions de fabrication et d'autocontrôle qui permettent de compter sur une suffisante constance de qualité.

La fabrication des panneaux fait l'objet d'un suivi par le CSTB.

2.24 Mise en œuvre

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

2.3 Cahier des Prescriptions Techniques

2.31 Conditions de conception

L'ossature du bâtiment devra être calculée conformément aux règles en vigueur sans tenir compte de la résistance propre des panneaux.

En cas d'utilisation d'une ossature secondaire pour la fixation des panneaux, on devra s'assurer de la résistance de cette ossature et de sa fixation à l'ossature principale.

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

Le choix du traitement anti-corrosion des dispositifs de fixations sera effectué conformément à l'annexe K du DTU 40.35 (NF P 34-205).

Pour les locaux climatisés avec température et humidité fixées et régulées, la pression de vapeur intérieure (en mmHg) doit être précisée dans les DPM.

Pour les locaux avec renouvellement d'air et humidité non fixés, le rapport W/n (g/m3) doit être précisé dans les DPM.

2.32 Conditions de mise en œuvre

La Société MARCEGAGLIA France devra assurer son assistance sur le chantier auprès des entreprises de pose (à leur demande).

Des précautions devront être prises pour limiter les ponts thermiques aux points singuliers et pour s'assurer de la continuité de l'étanchéité entre les joints verticaux et horizontaux et dispositifs d'étanchéité des points singuliers : pied de façade, encadrements de baies, acrotère.

A l'avancement la rive mâle de l'élément à poser venant s'emboîter sur la rive femelle du dernier élément posé, le sens de progression du montage des panneaux est choisi de façon à être contraire à celui des vents de pluie dominants.

Les efforts agissant sur les baies devront être reportés sur les lisses de fixation grâce à des chevêtres par exemple.

Conclusions

Appréciation globale

L'utilisation du procédé PGB-P dans le domaine d'emploi accepté est appréciée favorablement.

Validité

Jusqu'au 31 mai 2012.

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

3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

Aucune modification n'a été apportée sur le procédé dans le cadre de la révision de l'Avis Technique 2/05-1175.

Le procédé prévoit uniquement une pose verticale des panneaux.

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

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

Le Rapporteur du Groupe Spécialisé n° 2
M. COSSAVELLA

Dossier Technique

établi par le demandeur

A. Description

1. Principe

Le procédé type PGB-P est un système de bardage en panneaux sandwichs de grande longueur, dont l'âme est en mousse rigide de polyuréthane expansée au pentane entre deux tôles nervurées, en acier galvanisé ou prélaqué. La jonction entre panneaux est obtenue par emboîtement des rives longitudinales.

Il existe quatre types différents de micro-profilage des faces extérieures et intérieures du panneau (cf. chapitre 3.1).

Le domaine d'emploi du procédé concerne le bardage des bâtiments industriels, agricoles... à température positive, dont l'hygrométrie est faible à moyenne et les locaux climatisés dont la pression de vapeur d'eau est comprise entre 5 et 10 mmHg.

Les panneaux de bardage ne participent pas à la stabilité du bâtiment, laquelle incombe à la structure.

2. Matériaux

2.1 Tôle d'acier

Parements interne et externe en tôle d'acier de nuance S250GD, d'épaisseur nominale minimum 0,50 mm, galvanisé à chaud en continu selon les normes NF EN 10346 et NF EN 10143 :

- classe Z 275 en présentation brute pour paroi intérieure,
- classe Z 275 revêtue (prélaquage en continu selon norme XP P 34-301) de :
 - polyester : 25 µm
 - polyfluorure de vinylidène : PVDF 25 µm
 - polyfluorure de vinylidène : PVDF 35 µm
 - polychlorure de vinyle : PLASTISOL 100 µm
 - polyuréthane/polyamide : MP20-60 µm.

La catégorie des revêtements organiques relève de la norme XP P 34-301. Les tableaux 13 et 14 en fin de dossier indiquent la qualité du revêtement compatible avec la destination.

2.2 Mousse isolante

L'isolant est constitué de mousse rigide de polyuréthane expansée, obtenue par injection en continu d'un mélange de polyol, isocyanate, catalyseur et agent d'expansion de type Pentane, de référence M.S.P3, dont les caractéristiques sont indiquées ci-après :

Tableau 1 – Caractéristiques de la formulation

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

2.3 Fixations

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

- Vis autoperceuses de diamètre minimal 5,5 mm pour ancrage sur ossature acier et 6,5 mm pour ancrage sur ossature bois. Diamètre de la rondelle d'appui 19 mm.
- Vis autotaraudeuses de diamètre minimal 6,3 mm pour ossature acier – Diamètre de la rondelle d'appui 19 mm.
- Tirefonds à visser de diamètre minimal 8 mm pour ossature bois – Diamètre de la rondelle d'appui 19 mm.

Les fixations et leurs accessoires doivent avoir des caractéristiques conformes aux dispositions du paragraphe 5.4 de la norme NF P 34-205-1 (référence DTU 40.35) et un Pk/γm ≥ 350 daN.

Le choix des fixations et de leurs accessoires vis-à-vis de la tenue à la corrosion doivent respecter les dispositions de l'annexe A et K de la

norme NF P 34-205-1 (référence DTU 40.35) pour les expositions extérieures.

Les dispositions du chapitre 7.4 du présent dossier nécessitent l'emploi de fixations dont la résistance de calcul indiquée par les fabricants sur la base de la norme NF P 30-310 est au moins égale aux valeurs indiquées au tableau 7.

3. Eléments

3.1 Panneaux (cf. figures 1 et 2)

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

Chaque profil répond à une dénomination caractérisée par deux séries de sigles distinctifs :

- Première série constante : marque commerciale «PGB».
- Deuxième série variable :
 - le premier sigle désigne le terme paroi (P),
 - le deuxième sigle désigne le type de profil intérieur,
 - le troisième sigle désigne le type de profil extérieur.

Tableau 2 – Nervurations des parements

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

Les parements sont proposés en épaisseur de 0,50 mm. D'autres combinaisons sont possibles sur demande.

La tôle de chaque paroi comporte sur ses rives longitudinales un façonnage permettant de réaliser un emboîtement entre deux panneaux voisins.

Les chants mâle et femelle des rives longitudinales sont pourvus d'un côté d'un film adhésif PVC et de l'autre d'un joint continu en mousse de polyéthylène souple, de densité 28 à 30 kg/m³ et d'épaisseur 6 mm pour un isolant de 30 à 60 mm et d'épaisseur 8 mm pour un isolant de 80 à 120 mm. Ce joint assure l'étanchéité à l'air et à l'eau des recouvrements mâle/femelle.

Le revêtement dit « envers de bande » sur chaque parement interne de panneau est appliqué en continu sur la ligne de prélaquage des tôles et constitue l'apprêt d'accrochage (époxy) de la mousse.

Le revêtement prélaqué sur parement vu de chaque paroi est recouvert d'un film de protection pelable. Ce film doit être retiré dès la mise en oeuvre des panneaux.

3.1.1 Caractéristiques dimensionnelles et pondérales

Tableau 3 : Dimensions et tolérances

Dimensions (mm)		Tolérances (mm)
Largeur hors tout	1016	± 5
Largeur utile	1000	± 5
Longueur maximale	13500	± 10
Epaisseurs nominales	30-40-50-60-80-100-120	± 2
	120	± 3

3.12 Masse du panneau d'épaisseur de parement 0,50 mm

Tableau 4 – Masse surfacique

Epaisseur nominale de la mousse (mm)	30	40	50	60	80	100	120
Masse (kg/m ²)	9,50	9,88	10,26	10,64	11,40	12,16	12,92

3.13 Performances thermiques

Conductivité thermique : $\lambda = 0,032$ W/m.K (valeur ThU).

Les valeurs du coefficient de transmission thermique en partie courante U_c (W/m².K) et du coefficient de déperdition linéique ψ_j en fonction de l'épaisseur sont données dans le tableau 5 ci-après. La valeur forfaitaire χ pour une fixation traversante est : 0,01 W/K.

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

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

où :

- U_c est le coefficient de transmission thermique en partie courante du panneau
- ψ_j est le coefficient de déperdition linéique correspondant à l'emboîtement entre panneaux.
- L_p est la longueur d'emboîtement entre panneau.
- n est le nombre de fixations de la paroi.
- χ est le coefficient de déperdition ponctuel correspondant à la fixation utilisée
- A est l'aire de la paroi.

Tableau 5– Coefficients calculés avec $\lambda = 0,032$ W/m.K

Épaisseur (mm)	U_c (W/m ² .K)	ψ_j (W/m.K)
30	0,97	0,15
35	0,84	0,07
40	0,74	0,03
50	0,60	0,02
60	0,51	0,01
80	0,39	négligeable
100	0,31	négligeable
120	0,26	négligeable

3.2 Façonnés divers

- Accessoires d'étanchéité

Les garnitures d'étanchéité à l'air sont constituées :

- d'un joint adhésif une face en mousse PVC, à cellules fermées et de dimensions 20 x 5 ou 10 x 5 mm,

- Complément d'isolation thermique

Ce complément se fait par injection de mousse de PU,

- Accessoires façonnés (non fournis)

Profilés en tôle d'acier prélaqué, façonnés, sur presse plieuse pour bavette, couronnement d'acrotère, angle extérieur, intérieur, couvre-joint, appui, jambage de châssis ou de porte,

L'épaisseur standard de ces façonnés est de 0,75 mm, longueur standard 2,5 m ou 4 m,

Dans le cas éventuel où une continuité d'aspect ou de teinte est recherchée au titre d'une commande spécifique, il est préférable de prévoir les façonnés dans la même référence que celle de la tôle utilisée pour le parement extérieur.

4. Fabrication

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

Les opérations se déroulent selon le processus suivant :

- déroulage des bobines,
- filmage des parements,
- profilage des parements métalliques et façonnage des rives,
- préchauffage des parements à 32 / 35 ° C,
- épandage du polyuréthane liquide par pompes haute pression entre les parements,
- conformation parement + mousse dans le tunnel à 40 ° C,
- découpage par scie à ruban ou par disque à longueur en continu,
- empilage automatique,
- conditionnement,
- emballage par filmage,
- mise en stock automatique.

5. Contrôles de fabrication

La nomenclature et la périodicité des contrôles effectués sont récapitulées dans le tableau 6 ci-après, en fonction des divers stades de fabrication.

6. Conditionnement, marquage, transport, manutention et stockage

6.1 Marquage

6.11 Panneaux

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

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

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

6.12 Tôles pliées

Les paquets sont marqués en fonction des informations contenues sur les fiches de calepinage des clients.

6.2 Emballage

Les panneaux sont emballés sur la ligne de fabrication. Les éléments sont empilés par retournement, puis maintenus et protégés par un film étanche.

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

6.3 Transport

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

6.4 Manutention

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

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

6.5 Stockage

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

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

7. Mise en oeuvre

7.1 Organisation de la mise en oeuvre

La Société MARCEGAGLIA FRANCE ne pose pas elle-même.

Toutefois, elle est en mesure d'apporter une assistance technique aux entreprises sur demande et de réaliser des études de calepinage.

7.2 Conditions générales de pose

Les panneaux PGB-P sont mis en oeuvre verticalement sur lisses horizontales. A l'avancement, la rive mâle de l'élément à poser est emboîtée dans la rive femelle du dernier élément posé ; le sens de progression du montage des panneaux est choisi de façon contraire à celui des vents de pluie dominants.

La face intérieure du panneau est différenciée de sa face extérieure par le débordement de l'adhésif PVC sur la lèvre coté intérieur.

Dans le cas de bardage de hauteur supérieure à 13,50 m, la jonction horizontale est réalisée avec bavette.

7.3 Dispositions relatives à l'ossature : appuis

La longueur maximale hors tout d'un élément continu est de 13,50 m.

Les éléments peuvent être superposés verticalement, un élément devant toujours être fixé en ses extrémités, un tel joint d'about s'effectue au droit d'une lisse. Cette lisse, ou la bavette solidarifiée à elle, présentant une aile extérieure pour le repos en pied des panneaux de la rangée supérieure, constitue une lisse de reprise des charges verticales correspondant à cette rangée.

7.31 Dimensions des largeurs de repos

Les largeurs minimales de repos des panneaux sont les suivantes :

- Ossature acier (épaisseur minimale 1,5 mm) :
 - en extrémité : ≥ 40 mm
 - en intermédiaire : ≥ 40 mm
 - en raccord transversal : ≥ 40 mm

Largeur totale d'appui ≥ 80 mm
- Ossature bois (section minimale 60 x 80 mm) :
 - en extrémité : ≥ 60 mm
 - en intermédiaire : ≥ 60 mm
 - en raccord transversal : ≥ 60 mm

Largeur totale d'appui ≥ 120 mm
- Ossature béton (sur profil acier d'épaisseur 2,5 mm, incorporé et ancré) :
 - en extrémité : ≥ 60 mm
 - en intermédiaire : ≥ 60 mm
 - en raccord transversal : ≥ 40 mm

Largeur totale d'appui ≥ 80 mm

7.32 Ecartement entre lisses

Il est déterminé en fonction des critères suivants :

- flèche au plus égale à 1/200ème de la portée,
- coefficient de sécurité de 2 à la ruine,
- résistance des fixations fonction de la résistance propre des organes de fixation et de la résistance admissible au déboutonnage (selon épaisseur de la tôle – Cf Tableau 7).

Les tableaux 8, 9 10 et 11 donnent les résistances admissibles sous vent normal des panneaux (L'épaisseur de parement considérée est 0,5 mm).

7.33 Porte à faux

Les portes à faux sont limités au minimum de 1/10^{ème} de la portée adjacente et 0,60 m.

7.4 Fixations

- La résistance admissible sous vent normal des fixations en daN prise en compte est donnée par le tableau 7 en fonction de l'épaisseur de la tôle externe et du type de fixation.
- Les fixations s'effectuent par vissage traversant.
- Les fixations sont réparties à raison de 3 minimum par panneau et par lisse (tant intermédiaire que d'extrémité), soit une fixation au milieu du panneau et une fixation à proximité de chaque rive longitudinale.
- L'étanchéité des fixations est réalisée par une rondelle élastomère et une rondelle d'acier. Il est possible d'ajouter un capuchon polyéthylène de teinte identique à la paroi extérieure ou d'utiliser des vis avec pré-enrobage polyamide des têtes des vis.

- Dans tous les cas, la distance minimale des axes des trous de fixation au bord d'extrémité doit être comprise entre 20 et 60 mm.

7.5 Points singuliers – Raccordements et jonctions

7.51 Conditions de principe

La conception des détails d'exécution est présentée et illustrée aux paragraphes suivants. Elle pourra être adaptée en fonction du niveau de performances recherché pour l'ouvrage concerné.

Dans le cas particulier de locaux assurant le clos de locaux climatisés avec régulation de la température et de l'humidité, pour réduire les transferts de vapeur, le risque de condensation et la perméabilité à l'air aux niveaux des jonctions, celles-ci devront être équipées de compléments d'étanchéité selon la typologie ci-après (cf. tableau 12 ci-dessous).

Tableau 12 – Dispositions en matière d'étanchéité pour les locaux climatisés et régulés en température

Pression intérieure de vapeur	Face intérieure au local	Face extérieure au local
De 5 à 10 mmHg	Bande préformée en mousse	Bande préformée en mousse

7.52 Pied de bardage (cf. figure 4)

- Fixation sur lisse basse par fixation traversante, après interposition d'une pièce support, d'une bavette rejet d'eau et d'une garniture d'étanchéité (mousse souple imprégnée).

Un jeu d'au moins 5 mm doit être prévu et réalisé entre la bavette et les extrémités de panneaux.

7.53 Tête de façade (cf. figure 5)

- Fixation sur lisse haute par fixation traversante, après interposition d'une garniture d'étanchéité (porte-à-faux inférieur à 10 fois l'épaisseur du panneau et au maximum de 600 mm).
- Habillage de la partie haute par un couronnement d'acrotère (avec éclissage en bouts et complément d'étanchéité par mastic), fixé par rivets ou vis.

7.54 Jonction horizontale

- Fixation sur lisse intermédiaire du pied de panneau supérieur et du haut de panneau inférieur par fixation traversante, après interposition d'une bavette en tôle pliée, d'une pièce support (reprise du poids du panneau supérieur) et de garnitures d'étanchéité.

7.55 Angle sortant ou rentrant (cf. figures 6 et 7)

- Mise en place d'un panneau d'angle confectionné en atelier, fixé et calfeutré comme les panneaux courants.
- L'angle sortant ou rentrant peut être réalisé par capotage extérieur ou intérieur en tôle d'acier revêtu, d'épaisseur 0,75 mm, et façonnée sur mesure. Ces capotages sont fixés sur les panneaux par rivets étanches avec interposition de garnitures d'étanchéité.
- L'espace compris entre les capotages et les chants de panneaux, recoupés ou non, peut être garni d'un isolant thermique.

7.56 Rives contre mur (cf. figure 8)

Les rives contre mur sont exécutées de façon similaire aux angles avec des façonnés adaptés : complément d'étanchéité à l'air par joint mousse 20 x 10 mm côté panneau et 30 x 20 mm côté mur et complément d'isolation thermique.

7.57 Baies (cf. figure 9)

- Des baies peuvent être aménagées dans le bardage.
- Ces ouvertures devront être traitées comme des ouvrages indépendants, le raccordement se faisant au droit d'une ossature de charpente (chevêtre par exemple). Le raccordement sur ossature est nécessaire pour les ouvertures supérieures à 400 x 400 mm. Il comporte :
 - la fixation des panneaux à la périphérie,
 - le complément d'étanchéité à l'air,
 - des façonnés en tôle pliée, tels que bavettes et jambages cotés montants qui reconstitue l'étanchéité à l'eau.

Pour toute demande, consulter MARCEGAGLIA FRANCE.

7.6 Emboîtement

L'emboîtement sur rives verticales étant du type tenon-mortaise, sera facilité par l'utilisation de dispositifs spéciaux (vérins, serre-joints, ...)

et permettant la mise en compression des deux closoirs de chants en mousse de polyéthylène.

7.7 Précautions particulières

7.71 Découpes

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

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

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

7.72 Perçage, vissage

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

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

8. Entretien – Rénovation - Remplacement

8.1 Entretien

La maintenance à la charge du maître d'ouvrage devra comporter :

- L'éradication de toute végétation, notamment des mousses et de toutes matières incompatibles qui viendraient à se déposer sur la surface du bardage.
- La prévention et la réparation des amorces de corrosion quelle qu'en soit l'origine (stagnation, impact de corps étrangers ...).
- Un nettoyage périodique des gouttières et des chéneaux, ainsi que la surveillance de bon état des descentes d'eaux pluviales.
- La surveillance de la bonne tenue de la structure porteuse, dont tout désordre pourrait avoir une répercussion sur le bardage.

8.2 Rénovation

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

- Lessivage avec une lessive ménagère non javellisée : ne jamais utiliser d'abrasifs, de solvants et de nettoyeurs à haute pression.
- Rinçage à l'eau claire et séchage.
- Reprise avec des peintures « bâtiment » compatibles avec le revêtement d'origine, qualité extérieure. La nature des laques et le processus de réparation devront être définis en accord avec le fournisseur.

8.3 Remplacement

Le remplacement d'un panneau s'effectue en retirant les vis de fixation du panneau détérioré et celles en périmétrie de celui-ci. Le pivotement de deux panneaux adjacents permet la dépose et la repose.

B. Résultats expérimentaux

Nomenclature des essais :

- Essais de flexion sous charge descendante et ascendante.
Origine : CSTB n° ES553-04-0109.
- Essai thermique d'insolation et de chocs thermiques.
Origine : CSTB n° ES553-04-0133.
- Essais de caractérisation mécanique et de vieillissement hygrothermique.
Origine : CSTB n° CL05-036.
- Stabilité dimensionnelle, compression, traction, adhésion mousse/tôle, masse volumique et flexion
Origine : Laboratoire MARCEGAGLIA (ISO 9001).
- Contrôle dimensionnel des panneaux d'épaisseur
Origine : laboratoire MARCEGAGLIA (ISO 9001).
- Essais de réaction au feu.
Origine : CSTB n° RA 05-0480

C. Références

Les premières applications remontent à 1999 et l'ensemble des réalisations à travers l'Europe porte sur plus de 11 000 000 m² dont environ 700 000 m² en France ; 300 000 m² depuis 2005.

Tableaux et figures du Dossier Technique

Tableau 6 - Liste des autocontrôles de fabrication

Nomenclature des contrôles	Fréquence des contrôles
1. Contrôles à réception des matières premières	
1.1 Constituants de la mousse Fiches d'analyses fournies à la livraison par les fournisseurs pour l'isocyanate et le polyol : <ul style="list-style-type: none"> - Contenu d'eau (Po) - Viscosité (Iso & Po) - Acidité (Iso) - % NCO (Iso) 	A réception
1.2 Tôles de parements à réception sur 100 % des bobines (fournisseur ISO 9001) <ul style="list-style-type: none"> - Epaisseur - Largeur - Teinte par comparaison (sauf galva) - Poids 	A chaque arrivage de produits
1.3 Archivage des renseignements et étiquetage	Sur système informatique SAP
1.4 Densité de la mousse des joints	1 fois par mois
2. En cours de fabrication	
2.1 Paramètres de moussage (process) <ul style="list-style-type: none"> - Densité libre 	1 fois par jour
<ul style="list-style-type: none"> - Température des parements - Température des composants de la mousse - Débit des composants de la mousse - Fréquence de balayage de l'épandage du mélange - Vitesse de défilement du tunnel 	Permanent
2.2 Contrôle du profilage et de la teinte	Sur chaque bobine
2.3 Contrôle de l'aspect général des panneaux selon EN 14509 <ul style="list-style-type: none"> - Remplissage en mousse - Epaisseur - Planéité des parements - Rives et positionnement des joints 	Visuel et permanent
2.4 Contrôle des rapports de mélange (dosage) <ul style="list-style-type: none"> - Vérification de la réactivité de la mousse - Temps de crème - Temps de fil - Temps de contact en continu - Masse volumique 	Au minimum toutes les heures
3. Sur produits finis selon EN14509	
3.1 Contrôles dimensionnels sur prélèvements <ul style="list-style-type: none"> - Longueur, largeur, épaisseur - Equerrage de coupe - Parallaxe - Emboîtement 	1 fois par équipe ou à défaut toutes les 6 ou 8 heures
3.2 Contrôles en laboratoire sur prélèvements <ul style="list-style-type: none"> - Densité de la mousse - Adhésion des parements - Réactivité - Epaisseur de l'isolant - Géométrie 	1 prélèvement par équipe ou à défaut 2 fois par jour
<ul style="list-style-type: none"> - Résistance à la traction - Résistance à la compression 	1 prélèvement par équipe ou à défaut 2 fois par jour
<ul style="list-style-type: none"> - Résistance au cisaillement par flexion 	1 fois par semaine
<ul style="list-style-type: none"> - Stabilité dimensionnelle 	2 fois par mois

Tableau 7 – Résistance des fixations

Type de fixation Vis avec rondelle Ø 19 mm		Résistance de calcul sous Vent normal (daN)	
		Épaisseur nominale du parement supérieur (mm)	
		0,50	0,60
Ossature bois	Tirefond Ø 8 sur bois Vis Ø 6,3 sur bois Ancrage de 50 mm	58	117
Ossature acier	Vis Ø 6,3 (AT) ou 5,5 (AP) Épaisseur support d'au moins 1,5 mm	58	117
Ossature béton avec insert	Vis Ø 6,3 (AT) ou 5,5 (AP) Épaisseur insert d'au moins 2 mm	58	117

Tableau 8 – Portées maximales admissibles en fonction des charges de pression sous vent normal

2 appuis							Charge en daN/m ²	3 appuis						
120	100	80	60	50	40	30		Épaisseur en mm	30	40	50	60	80	100
7,00	6,50	5,75	5,00	4,38	3,77	3,15	40	3,75	4,33	4,92	5,50	6,00	6,50	6,50
6,97	6,41	5,60	4,78	4,14	3,50	2,86	50	3,48	4,15	4,83	5,50	6,00	6,50	6,50
6,55	5,93	5,20	4,48	3,86	3,24	2,62	60	3,28	3,96	4,64	5,32	5,80	6,28	6,50
6,23	5,53	4,88	4,23	3,63	3,02	2,42	70	3,11	3,68	4,25	4,82	5,30	5,79	6,50
5,97	5,19	4,60	4,02	3,43	2,85	2,26	80	2,95	3,44	3,92	4,41	4,90	5,39	6,50
5,77	4,89	4,36	3,84	3,26	2,69	2,12	90	2,68	3,13	3,58	4,03	4,55	5,07	6,50
5,60	4,62	4,15	3,68				100	2,43	2,88	3,33	3,79	4,29	4,79	6,12
5,46	4,37	3,95	3,54				110	2,16	2,63	3,09	3,56	4,05	4,55	5,78
5,34	4,14	3,78	3,41				120				3,36	3,85	4,33	5,49
5,23	3,95	3,62	3,29				130				3,17	3,66	4,15	5,23
5,10	3,82	3,51	3,19				140				3,01	3,50	3,98	4,99
4,98	3,70	3,40	3,09				150				2,86	3,35	3,84	4,77

Tableau 9 – Portées maximales admissibles en fonction des charges de dépression sous vent normal (3 fixations par appui sur parement 0,5/0,5)

2 appuis							Charge en daN/m ²	3 appuis						
120	100	80	60	50	40	30		Épaisseur en mm	30	40	50	60	80	100
7,00	6,50	5,75	5,00	4,38	3,77	3,15	40	3,52	3,52	3,52	3,52	3,52	3,52	3,52
6,97	6,41	5,60	4,78	4,14	3,50	2,86	50	2,81	2,81	2,81	2,81	2,81	2,81	2,81
5,86	5,86	5,20	4,48	3,86	3,24	2,62	60	2,34	2,34	2,34	2,34	2,34	2,34	2,34
5,02	5,02	4,88	4,23	3,63	3,03	2,44	70	2,01	2,01	2,01	2,01	2,01	2,01	2,01
4,39	4,39	4,39	4,02	3,45	2,88	2,31	80	1,76	1,76	1,76	1,76	1,76	1,76	1,76
3,91	3,91	3,91	3,85	3,30	2,75	2,20	90	1,56	1,56	1,56	1,56	1,56	1,56	1,56
3,52	3,52	3,52	3,52	3,17	2,64	2,11	100	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41
3,20	3,20	3,20	3,20	3,06	2,54	2,02	110	1,28	1,28	1,28	1,28	1,28	1,28	1,28
2,93	2,93	2,93	2,93				120	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17
2,70	2,70	2,70	2,70				130	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08
2,51	2,51	2,51	2,51				140	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
2,34	2,34	2,34	2,34				150	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94

Tableau 10 - Portées maximales admissibles en fonction des charges de dépression sous vent normal (4 fixations par appui sur parement 0,5/0,5)

2 appuis							Charge en daN/m ²	3 appuis							
120	100	80	60	50	40	30	Epaisseur en mm	30	40	50	60	80	100	120	
7,00	6,50	5,75	5,00	4,38	3,77	3,15	40	3,75	4,33	4,69	4,69	4,69	4,69	4,69	
6,97	6,41	5,60	4,78	4,14	3,50	2,86	50	3,48	3,75	3,75	3,75	3,75	3,75	3,75	
6,55	5,93	5,20	4,48	3,86	3,24	2,62	60	3,13	3,13	3,13	3,13	3,13	3,13	3,13	
6,23	5,53	4,88	4,23	3,63	3,03	2,44	70	2,68	2,68	2,68	2,68	2,68	2,68	2,68	
5,86	5,19	4,60	4,02	3,45	2,88	2,31	80	2,34	2,34	2,34	2,34	2,34	2,34	2,34	
5,21	4,89	4,37	3,85	3,30	2,75	2,20	90	2,08	2,08	2,08	2,08	2,08	2,08	2,08	
4,69	4,62	4,16	3,70	3,17	2,64	2,11	100	1,88	1,88	1,88	1,88	1,88	1,88	1,88	
4,26	4,26	3,97	3,57	3,06	2,54	2,02	110	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70	
3,91	3,91	3,80	3,45				120	1,56	1,56	1,56	1,56	1,56	1,56	1,56	
3,61	3,61	3,61	3,35				130	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	
3,35	3,35	3,35	3,25				140	1,34	1,34	1,34	1,34	1,34	1,34	1,34	
3,13	3,13	3,13	3,13				150	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	

Tableau 11 Portées maximales admissibles en fonction des charges de dépression sous vent normal (5 fixations par appui sur parement 0,5/0,5)

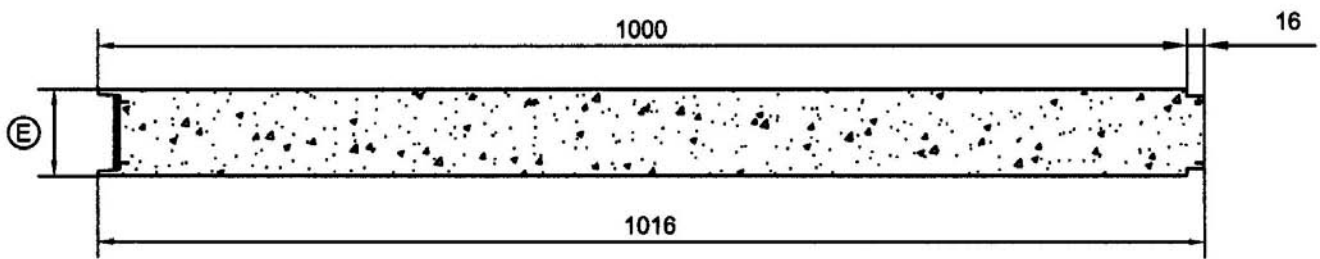
2 appuis							Charge en daN/m ²	3 appuis							
120	100	80	60	50	40	30	Epaisseur en mm	30	40	50	60	80	100	120	
7,00	6,50	5,75	5,00	4,38	3,77	3,15	40	3,75	4,33	4,92	5,50	5,86	5,86	5,86	
6,97	6,41	5,60	4,78	4,14	3,50	2,86	50	3,48	4,15	4,69	4,69	4,69	4,69	4,69	
6,55	5,93	5,20	4,48	3,86	3,24	2,62	60	3,28	3,91	3,91	3,91	3,91	3,91	3,91	
6,23	5,53	4,88	4,23	3,63	3,03	2,44	70	3,11	3,35	3,35	3,35	3,35	3,35	3,35	
5,97	5,19	4,60	4,02	3,45	2,88	2,31	80	2,93	2,93	2,93	2,93	2,93	2,93	2,93	
5,77	4,89	4,37	3,85	3,30	2,75	2,20	90	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	
5,60	4,62	4,16	3,70	3,17	2,64	2,11	100	2,34	2,34	2,34	2,34	2,34	2,34	2,34	
5,33	4,37	3,97	3,57	3,06	2,54	2,02	110	2,13	2,13	2,13	2,13	2,13	2,13	2,13	
4,88	4,14	3,80	3,45				120	1,95	1,95	1,95	1,95	1,95	1,95	1,95	
4,51	3,95	3,65	3,35				130	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	
4,19	3,80	3,53	3,25				140	1,67	1,67	1,67	1,67	1,67	1,67	1,67	
3,91	3,66	3,42	3,17				150	1,56	1,56	1,56	1,56	1,56	1,56	1,56	

Tableau 13 – Conditions de choix des revêtements en intérieur

Galvanisation	Revêtements organiques	Catégories des revêtements selon XP P 34-301	Faible hygrométrie	Moyenne hygrométrie ou $5 \leq P_i \leq 10$ mm Hg	Agressive
Z275	Sans	—	■	■	○
Z275	Polyester 25 µm	IIIa	■	■	○
	PVDF 25 µm	IIIa	■	■	○
	Plastisol 100 µm	IIIa	■	■	○
	PVDF 35 µm	IIIa	■	■	○
	Polyuréthane Polyamide 60	IIIa	■	■	○
■ Revêtement adapté ○ Revêtement dont le choix définitif ainsi que les caractéristiques doivent être arrêtées après consultation d'accord du fabricant — Revêtement non adapté					

Tableau 14 – Conditions de choix des revêtements en extérieur

Galvanisation	Revêtements organiques	Catégorie des revêtements selon XP P 34-301	Rurale non polluée	Atmosphères extérieures							
				Urbaine et industrielle		Marine				Spéciale	
				Normale	Sévère	20 à 10 km	10 à 3 km	Bord de mer (< 3 km) (1)	Mixte	Fort U.V.	Particulière
Z275	Polyester 25 µm	III	■	■	○	■	---	---	---	---	○
	PVDF 25 µm	III	■	■	○	■	---	---	---	---	○
	Plastisol 100 µm	IV	■	■	○	■	■	---	---	---	○
	PVDF 35 µm	V	■	■	○	■	■	■	○	---	○
	Polyuréthane Polyamide 60	IV	■	■	○	■	■	---	---	---	○
■ Revêtement adapté ○ Revêtement dont le choix définitif ainsi que les caractéristiques doivent être arrêtées après consultation d'accord du fabricant --- Revêtement non adapté (1) A l'exception du front de mer											



Ⓔ = 25 - 30 - 40 - 50 - 60 - 80 - 100 - 120 mm

Figure 1 – Coupe de principe

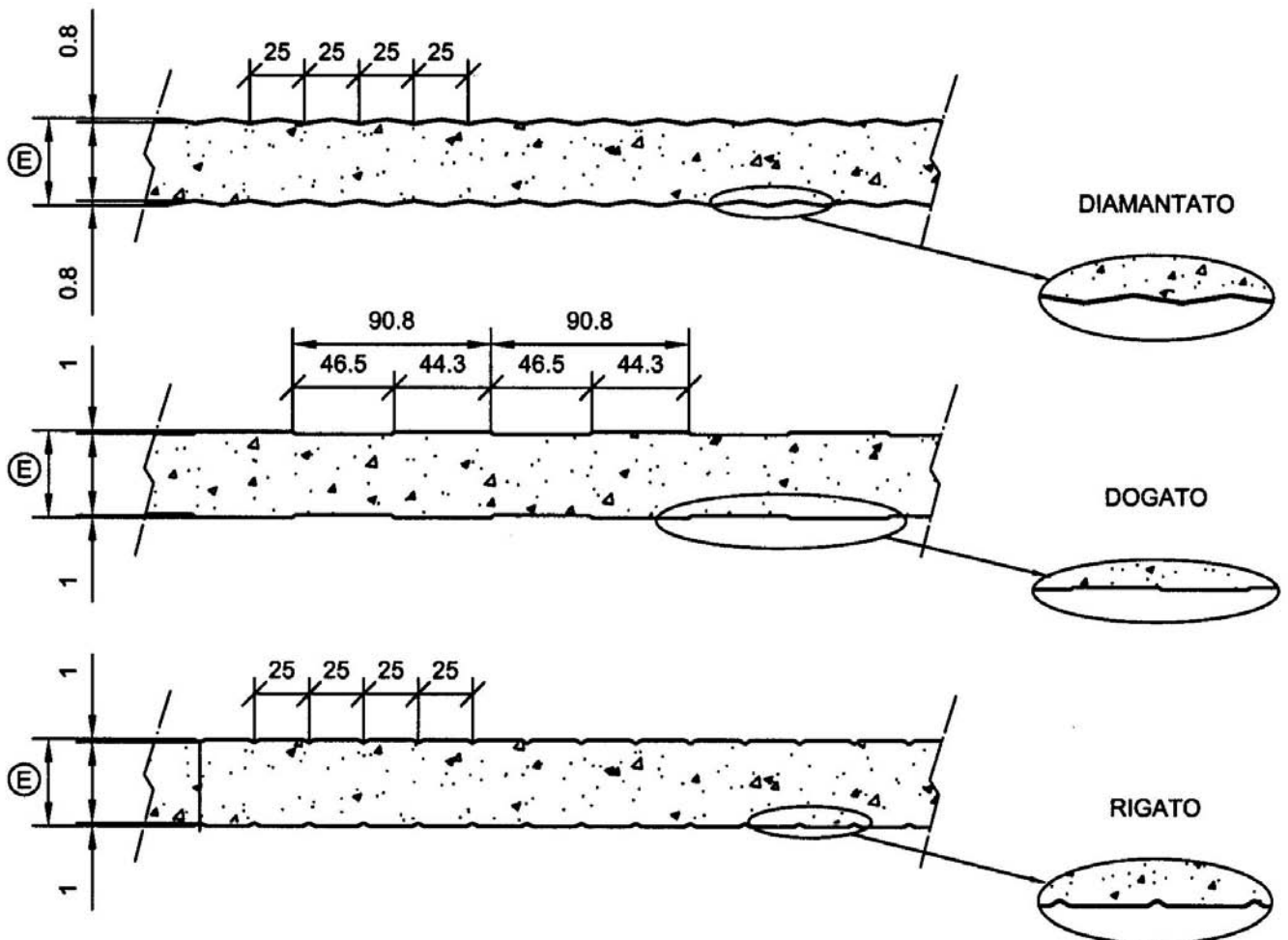


Figure 2 – Géométrie des parements

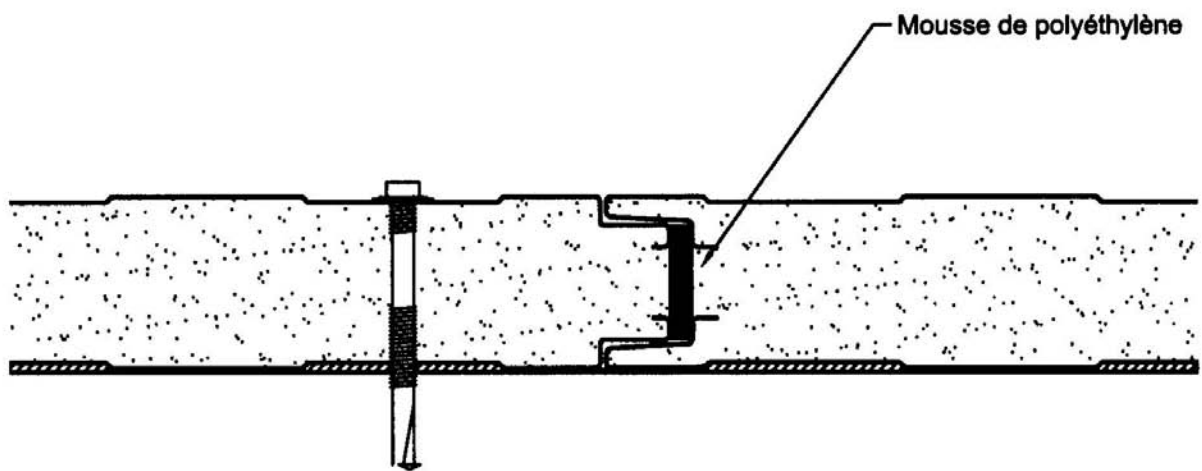


Figure 3 – Détail emboîtement

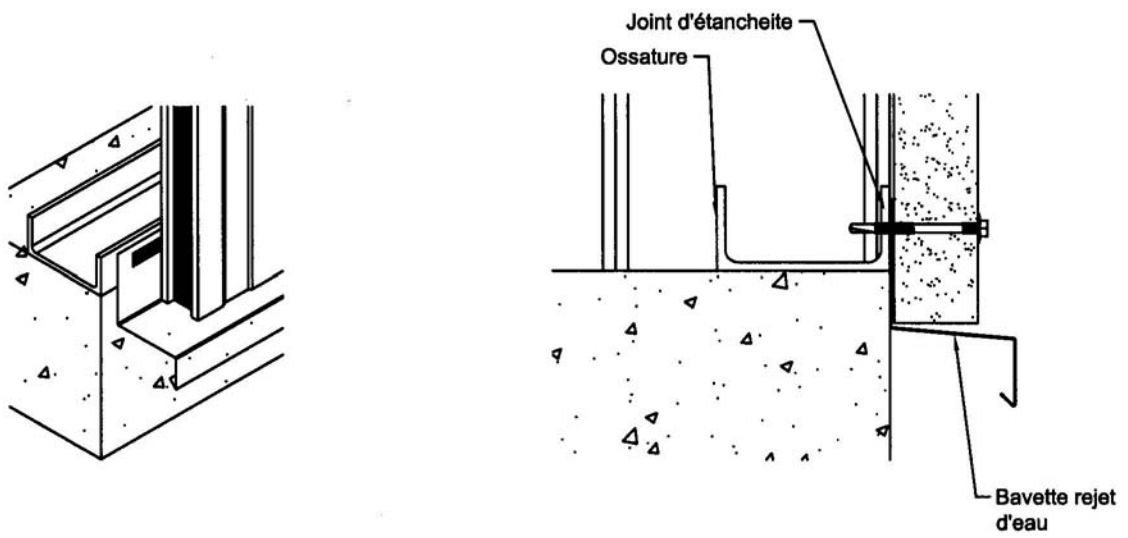


Figure 4 – Pied de bardage

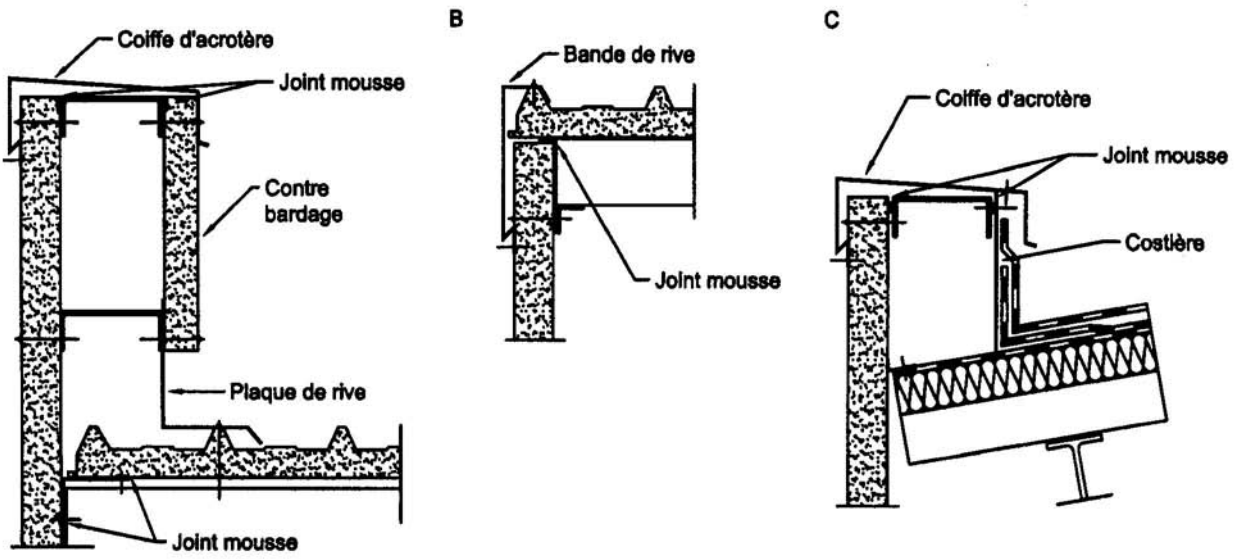


Figure 5 – Tête de façade

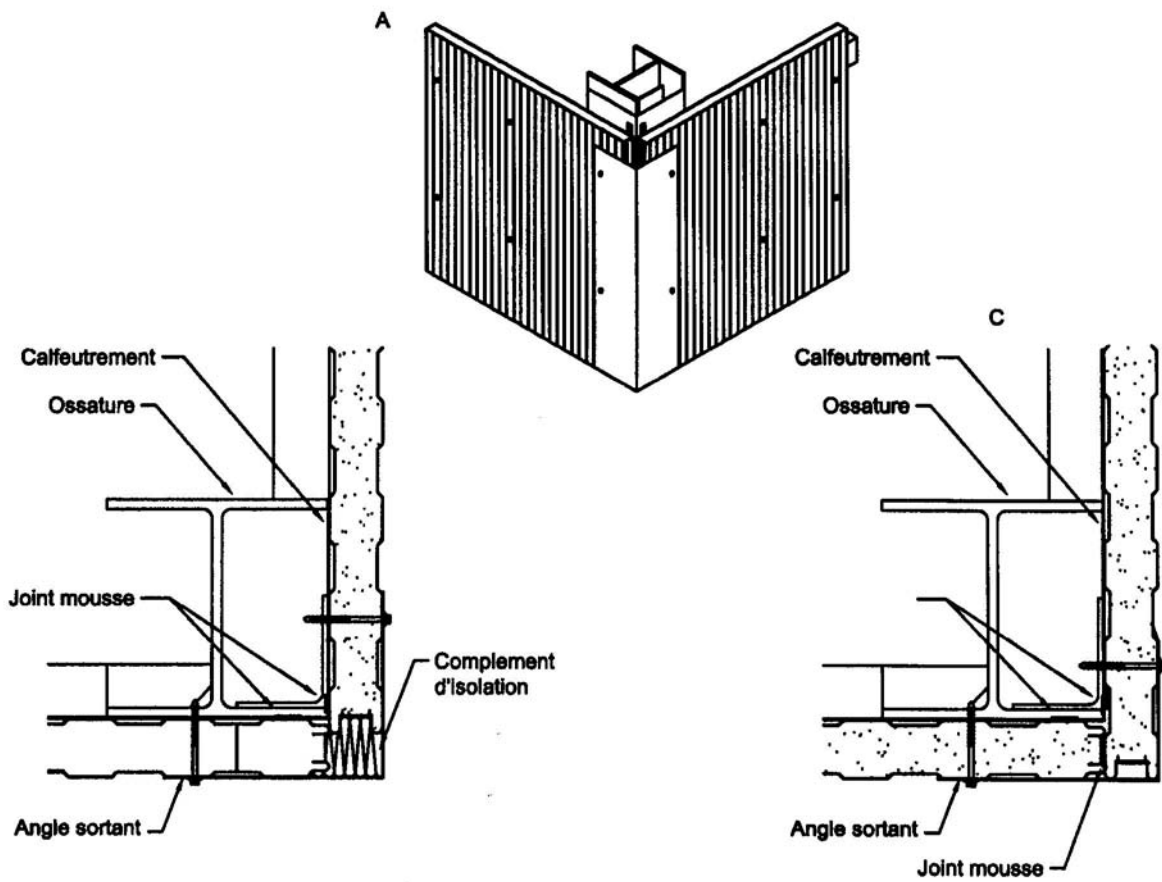


Figure 6 – Angle sortant

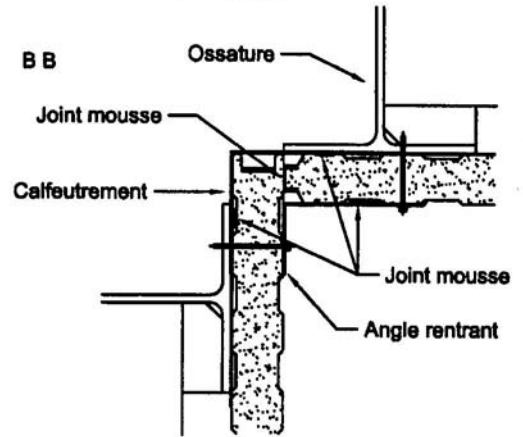
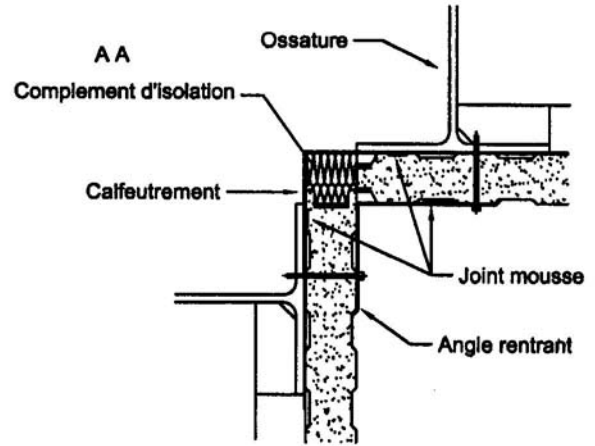
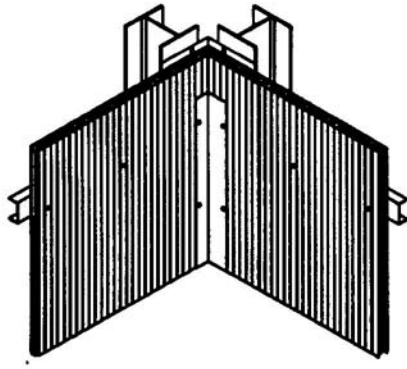
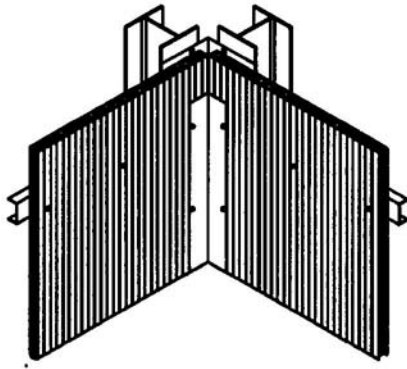


Figure 7 – Angle rentrant

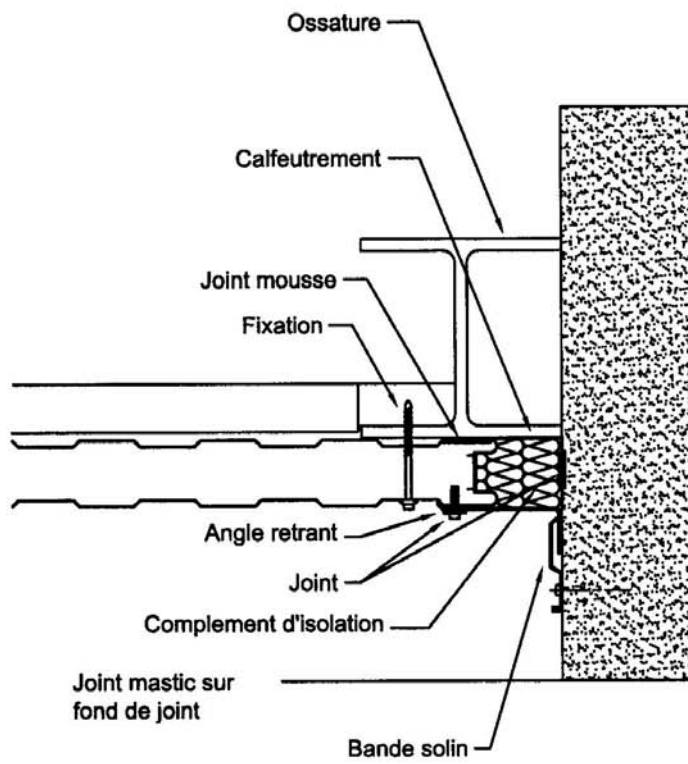
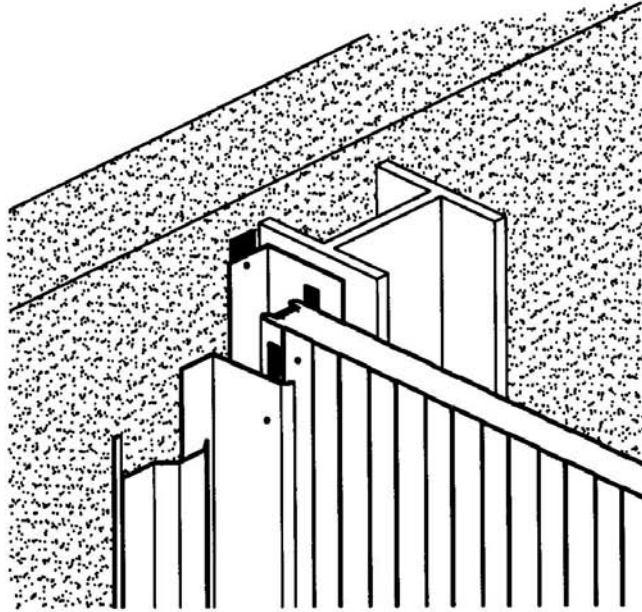


Figure 8 – Rive contre mur

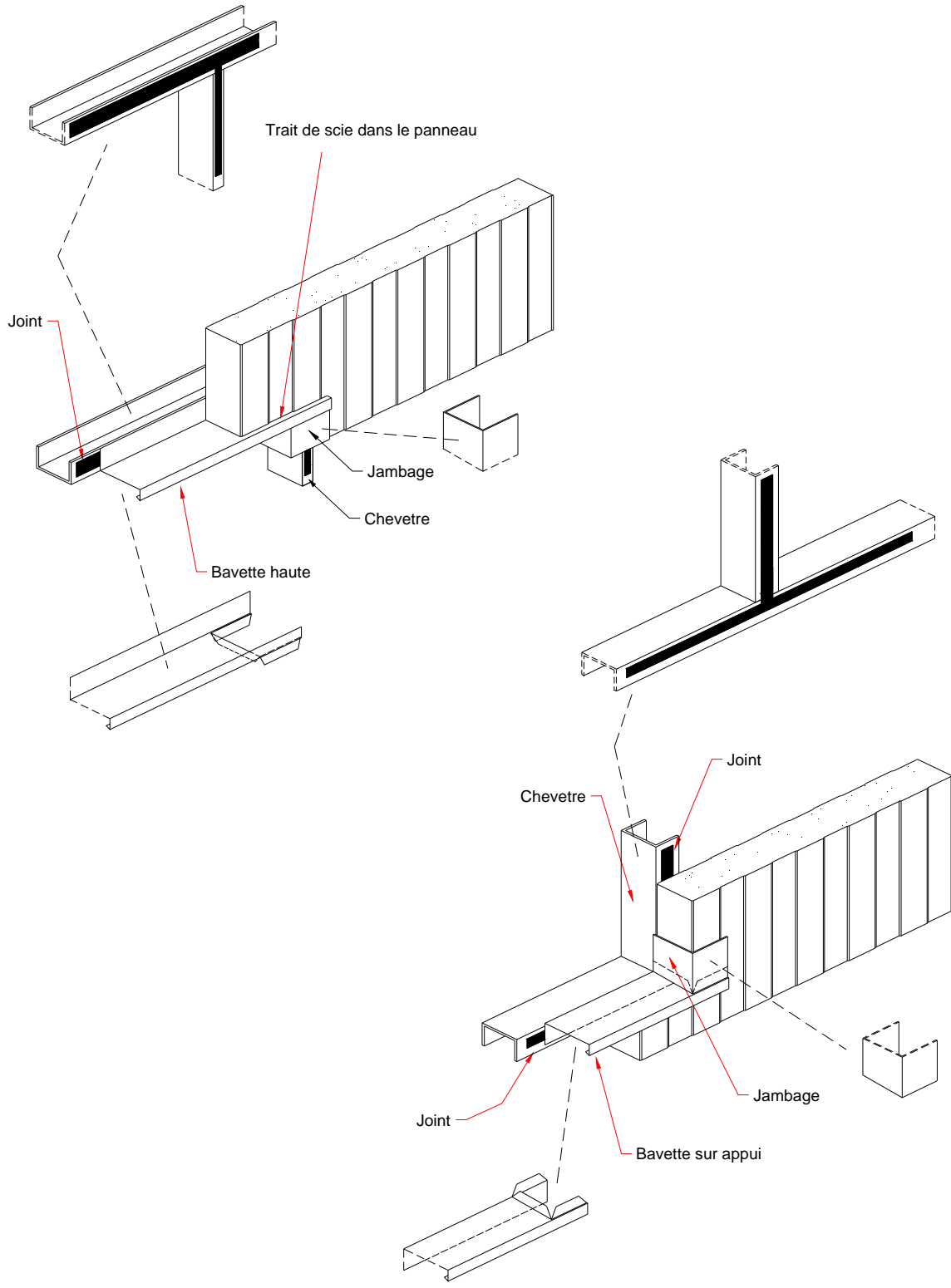


Figure 9 – Ouvertures