

Systemes d'isolation thermique exterieure avec enduit mince sur polystyrene expansé

Cahier des prescriptions techniques d'emploi et de mise en oeuvre

Sommaire

| | | | |
|---|---|--|----|
| Chapitre 1 | | Chapitre 4 | |
| Généralités | 2 | Mise en oeuvre | 7 |
| 1 Objet | 2 | 1 Reconnaissance et preparation des supports | 7 |
| 2 Domaine d'application..... | 2 | 1,1 Supports neufs..... | 7 |
| 3 Documents de référence en vigueur..... | 2 | 1,2 Supports anciens | 7 |
| 3,1 Références normatives | 2 | 1,21 Systemes collés | 7 |
| 3,2 Documents du Groupe Spécialisé n° 7 | 2 | 1,22 Systemes fixés mécaniquement | 7 |
| 4 Terminologie | 3 | 2 Mise en oeuvre | 8 |
| 5 Conception | 3 | 2,1 Dispositions générales..... | 8 |
| Chapitre 2 | | 2,11 Matériaux | 8 |
| Conditions d'emploi | 4 | 2,12 Conditions d'application..... | 8 |
| 1 Choix des systemes en fonction de la nature du support..... | 4 | 2,13 Outillage..... | 8 |
| 1,1 Supports neufs | 4 | 2,2 Mise en place des profilés d'arrêt | 8 |
| 1,2 Supports anciens | 4 | 2,3 Préparation de la colle et de l'enduit de base | 8 |
| 2 Choix des systemes en fonction de la situation de la paroi | 4 | 2,4 Mise en place de l'isolant | 8 |
| 2,1 Exposition aux chocs et aux dégradations | 4 | 2,41 Systemes collés | 9 |
| 2,2 Exposition au vent..... | 4 | 2,42 Systemes fixés mécaniquement | 10 |
| 2,3 Exposition à la pluie | 4 | 2,5 Renforts des points singuliers..... | 10 |
| 3 Choix des systemes en fonction du type de finition | 4 | 2,6 Réalisation de la couche de base armée..... | 10 |
| 4 Choix des systemes en fonction de la réglementation incendie..... | 5 | 2,61 Simple armature normale..... | 10 |
| Chapitre 3 | | 2,62 Double armature normale | 11 |
| Matériaux | 5 | 2,63 Armature renforcée et armature normale | 11 |
| 1 Matériaux de fixation | 5 | 2,7 Application du produit d'impression | 11 |
| 1,1 Produit de collage | 5 | 2,8 Application du revêtement de finition | 11 |
| 1,2 Dispositifs de fixation mécanique..... | 5 | 3 Planéité d'ensemble | 11 |
| 1,21 Profilés en PVC..... | 5 | Chapitre 5 | |
| 1,22 Chevilles de fixation | 5 | Détails de mise en oeuvre | |
| 1,23 Autres dispositifs | 5 | aux points singuliers | 12 |
| 2 Isolant | 6 | Annexes | |
| 3 Armatures | 6 | 1. Essais d'adhérence | 24 |
| 4 Produit de base..... | 6 | 2. Détermination sur chantier de la charge maximale admissible applicable à une fixation mécanique | 25 |
| 5 Produit d'impression..... | 6 | 3. Systemes avec panneaux de polystyrene expansé de 500 x 500 mm fixés mécaniquement à la périphérie par profilés en PVC | 26 |
| 6 Revêtements de finition | 6 | 4. Informations sur le comportement des systemes | 27 |
| 7 Accessoires..... | 6 | 5. Entretien, rénovation et réparation de dégradations | 29 |
| 7,1 Renforts d'arête | 6 | | |
| 7,2 Profilés métalliques de raccordement..... | 6 | | |
| 7,3 Produits de calfeutrement | 6 | | |
| 7,4 Profilés pour couvre-joint..... | 6 | | |

Chapitre 1

Généralités

1 Objet

Le présent document a pour objet de définir les conditions générales d'emploi et de mise en œuvre des systèmes d'isolation thermique extérieure avec enduit mince appliqué sur polystyrène expansé faisant l'objet d'un Avis Technique.

Toutefois, des dispositions particulières différentes de celles qui suivent pourront être adoptées. Elles sont alors explicitement indiquées dans l'Avis Technique et prévalent sur celles du présent document.

Ces systèmes sont constitués de panneaux de polystyrène expansé manufacturés, recouverts d'une couche de base armée d'un treillis en fibres de verre.

L'ensemble est recouvert d'une finition décorative, généralement un revêtement plastique épais.

La fixation des panneaux de polystyrène expansé sur le support est effectuée par collage ou par fixation mécanique à l'aide de profilés, de chevilles ou d'autres dispositifs (profilés spécifiques, inserts, connecteurs, ...).

2 Domaine d'application

Le présent document vise les systèmes appliqués sur les parois planes verticales extérieures des bâtiments, neufs ou anciens, et sur les parois horizontales ou inclinées lorsqu'elles ne sont pas exposées à la pluie.

Commentaire :

On entend par parois verticales, les parois ne faisant pas un angle supérieur à 5° par rapport à la verticale.

Les supports admis sont les suivants :

• Supports neufs :

- béton brut de granulats courants ou légers (panneaux préfabriqués ou béton banché),
- maçonneries d'éléments enduites au mortier de liants hydrauliques (blocs de béton, briques, moellons, béton cellulaire),
- maçonneries d'éléments non enduites.

Ces supports doivent être conformes aux documents DTU les concernant, notamment le DTU 20.1 et le DTU 23.1.

• Supports anciens :

- maçonneries non enduites et béton banché non revêtu,
- maçonneries et béton enduits, peints ou revêtus de revêtements organiques,
- panneaux préfabriqués en béton,
- revêtements minéraux (carrelage, grès cérame, pâte de verre, ...).

Pour la pose collée, les enduits à base de plâtre et les carreaux céramiques (ou analogues) de dimensions supérieures à 5 x 5 cm ne sont pas visés dans le présent document.

D'autres supports peuvent être envisagés. Ils ne sont pas visés par le présent document et nécessitent une étude particulière.

3 Documents de référence en vigueur

3.1 Références normatives

| | |
|--------------------------------|---|
| NF T 30-700 | Peintures, revêtements plastiques épais, spécifications. |
| NF P 85-305 | Produits pour joints - mastics, spécifications. |
| DTU 20.1 (DTU P 10-202) | Parois et murs en maçonnerie de petits éléments. |
| DTU 23.1 (DTU P 18-210) | Murs en béton banché. |
| DTU 42.1 (NF P 84-404) | Réfection des façades en service par revêtement d'imperméabilité à base de polymères. |
| Règles Th-K (DTU P 50-702) | Règles de calcul des caractéristiques thermiques utiles des parois de construction. |
| DTU 22.1 (NF P 10-210) | Murs extérieurs en panneaux préfabriqués de grandes dimensions du type panneau plein ou nervuré en béton ordinaire. |
| DTU 59.2 (NF P 74-202) | Revêtements plastiques épais sur béton et enduits à base de liants hydrauliques |
| Règles NV 65 (DTU P 06-002) | Règles définissant les effets de la Neige et du Vent sur les constructions et annexes. |

3.2 Documents du Groupe Spécialisé n° 7

La liste des documents de référence du Groupe Spécialisé n° 7 est publiée chaque année en annexe à la liste des Avis Techniques.

- «Définition et classification des ouvrages de revêtement extérieur de façades en maçonnerie ou en béton» - *Cahier du CSTB* n° 1633 - Janvier/Février 1980.
- «Conditions générales d'emploi des systèmes d'isolation thermique par l'extérieur faisant l'objet d'un Avis Technique» - *Cahier du CSTB* n° 1833 - Mars 1983.
- «Classement reVETIR des systèmes d'isolation thermique des façades par l'extérieur» - *Cahier du CSTB* n° 2929 - Décembre 1996.
- «Certification CSTBat des treillis textiles pour enduits de façade - Définition des caractéristiques des armatures utilisées dans les systèmes d'isolation thermique extérieure par enduit sur isolant» - *Cahier du CSTB* n° (à paraître).
- «Isolation par l'extérieur - Définition des caractéristiques des profilés PVC destinés à la fixation des systèmes d'isolation thermique extérieure» - *Cahier du CSTB* n° 2866 - Janvier/Février 1996 - Modificatif n°1 - *Cahier du CSTB* n° 3006 - Décembre 1997.
- «Polystyrène expansé moulé certifié ACERMI - Spécifications particulières à l'emploi comme support d'enduit mince (PSE collé et fixé mécaniquement)» - *Cahier du CSTB* n° 2533 - Novembre 1991.

4 Terminologie

La colle et l'enduit de base se présentent sous différentes formes successives :

- les produits servant à leur préparation,
- les mortiers mis en œuvre,
- l'ouvrage obtenu après durcissement.

Afin de distinguer, si nécessaire, ces différentes formes dans le texte, on adoptera la terminologie suivante :

- **Produit de collage :**
Produit commercialisé pour la préparation de la colle (en seau, en sac ou bi-composant seau + sac).
- **Colle :**
Mortier obtenu après mélange et, éventuellement, après durcissement.
- **Produit de base :**
Produit commercialisé pour la préparation de l'enduit appliqué directement sur l'isolant (en seau, en sac ou bi-composant seau + sac).
- **Enduit de base :**
Mortier obtenu après mélange, destiné à être appliqué directement sur l'isolant.
- **Couche de base armée :**
Couche d'enduit appliquée directement sur l'isolant en une ou plusieurs passes et comportant l'armature.
- **Armatures :**
 - **Armature normale**
Treillis incorporé dans l'enduit de base pour améliorer sa résistance mécanique et en assurer la continuité.
 - **Armature renforcée :**
Treillis incorporé dans l'enduit de base en complément de l'armature normale pour améliorer la résistance aux chocs.

Ces systèmes, dont la résistance au vent est limitée, sont essentiellement destinés aux supports qui ne permettent pas de coller directement.

De ce fait, leur emploi est limité aux supports anciens.

Ces systèmes ne participent en aucun cas ni à la stabilité d'ensemble de la construction, ni à la résistance aux chocs de sécurité visant le risque de chute au travers de la façade, ces dispositions devant être assurées par le mur support.

Ces systèmes n'apportent pas l'étanchéité à l'air qui doit être assurée par la paroi support.

5 Conception

Les systèmes se distinguent d'après leur mode de fixation :

• *Systèmes collés*

La tenue de ces systèmes est entièrement assurée par la colle et ne nécessite pas de fixation mécanique complémentaire.

Des fixations mécaniques peuvent éventuellement être utilisées pour maintenir l'isolant pendant la prise de la colle ou assurer un maintien provisoire en cas de décollement pour éviter le risque de chute. Ces fixations ne sauraient en aucun cas dispenser de la préparation nécessaire des supports et en particulier du décapage des anciennes peintures ou des anciens revêtements organiques.

• *Systèmes fixés mécaniquement*

La tenue de ces systèmes est entièrement assurée par les fixations mécaniques.

Un collage complémentaire permet éventuellement de caler les panneaux d'isolant de façon à rattraper les défauts de planéité du support. Ce collage ne nécessite alors pas le décapage des revêtements existants.

Chapitre 2

Conditions d'emploi

Le choix des systèmes doit être fonction :

- de la nature du support considéré,
- de la situation de la paroi,
- du type de finition désiré.

1 Choix des systèmes en fonction de la nature du support

1,1 Supports neufs

Seule la fixation collée est admise sur support neuf, sauf problème particulier d'adhérence (présence d'un produit de démoulage non compatible avec les produits à base de liant hydraulique par exemple).

Elle permet en effet de brider les mouvements éventuels de l'isolant et de limiter ainsi les contraintes qui peuvent en résulter au niveau des joints de panneaux.

1,2 Supports anciens

Pour les mêmes raisons qu'indiquées ci-dessus, la fixation par collage sera préférée lorsqu'il n'y a pas de problème d'adhérence de la colle sur le support.

En cas de supports revêtus par peintures ou revêtements organiques, les systèmes fixés mécaniquement permettent de s'affranchir du décapage des anciens revêtements dont l'élimination complète s'avère parfois difficile.

Par contre, la fixation mécanique dans des supports en corps creux est souvent délicate (risque d'éclatement du support lors du perçage avec percussion) et peut conduire à de faibles valeurs de charge admissible par fixation, donc à une forte densité de fixations.

Il convient alors d'apprécier, au cas par cas, le mode de fixation le mieux adapté, collage après décapage ou forte densité de fixations mécaniques.

En cas de mauvaise planéité du support, les systèmes fixés mécaniquement par profilés en PVC à la périphérie des panneaux isolants sont à exclure car ils ne peuvent tolérer des désaffleurs supérieurs à 5 mm.

Cas particuliers des panneaux préfabriqués en béton à voile extérieur librement dilatable :

L'utilisation sur panneaux préfabriqués en béton à voile extérieur librement dilatable est soumise aux conditions suivantes :

- l'épaisseur des panneaux de polystyrène expansé doit être au moins égale à celle de l'isolant contenu entre les deux voiles en béton et au moins égale à 60 mm,
- les joints entre panneaux d'isolant ne doivent pas coïncider avec les joints entre les panneaux en béton.

2 Choix des systèmes en fonction de la situation de la paroi

Les différents critères de choix mentionnés ci-dessous sont repris dans le classement reVETIR des systèmes d'isolation thermique des façades par l'extérieur.

2,1 Exposition aux chocs et aux dégradations (cf. «T» Tenue aux chocs dans le classement reVETIR)

Les systèmes avec simple armature normale sont utilisables pour les parties courantes en étage et en rez-de-chaussée inaccessibles (classe T₂ dans reVETIR).

Les systèmes avec double armature normale sont utilisables pour les parties en rez-de-chaussée accessible mais protégé et peu sollicité (en particulier en maison individuelle), balcons, loggias (classe T₃ dans reVETIR).

Les systèmes avec armature normale et armature renforcée sont utilisables pour les parties en rez-de-chaussée accessible non protégé (circulation, trottoir, ...) (classe T₄ dans reVETIR).

2,2 Exposition au vent (cf. «V» Vent dans le classement reVETIR)

L'emploi des systèmes collés n'est pas limité vis-à-vis de l'exposition au vent.

L'emploi des systèmes fixés mécaniquement est limité aux expositions au vent correspondant aux dépressions maximales sous vent normal indiquées dans chaque Avis Technique. Leur emploi n'est pas limité en pression.

L'annexe 3 indique, pour les dépressions maximales admissibles habituellement retenues, les expositions admissibles des systèmes avec panneaux de polystyrène expansé de 500 x 500 mm fixés mécaniquement par profilés en PVC.

2,3 Exposition à la pluie (cf. «E» Étanchéité dans le classement reVETIR)

En construction neuve, l'exposition à la pluie des murs revêtus d'un système avec enduit mince sur polystyrène expansé est limitée en fonction :

- du système utilisé (classe E₁ ou E₂ dans le classement reVETIR),
- de la constitution de la paroi support (paroi considérée à elle seule comme étant du type I, hormis les règles d'épaisseur, ou non).

Les types de murs réalisables sont mentionnés dans chaque Avis Technique.

La conception de la paroi support et les règles d'exposition à la pluie sont définies dans les «Conditions générales d'emploi des systèmes d'isolation thermique par l'extérieur faisant l'objet d'un Avis Technique».

3 Choix des systèmes en fonction du type de finition

On distingue essentiellement les finitions suivantes :

- ribbée ou grésée,
- talochée,
- roulée,
- projetée,
- granulats colorés avec liant incolore,
- granulats projetés.

Les Avis Techniques précisent, pour chaque système, les différents enduits de finition utilisables et les types de finition possibles.

Commentaire :

Les Revêtements Plastiques Epais (RPE) appliqués au rouleau, du fait de leur relief, sont plus sensibles aux salissures que les autres finitions. Un spatulage de surface permet d'atténuer leur relief et d'améliorer leur comportement.

Coloris :

Les teintes de coefficient d'absorption du rayonnement solaire supérieur à 0,7 sont exclues, sauf sur les façades protégées de l'ensoleillement direct ou indirect (réflexion d'autres façades, ...).

En montagne et au dessus de 1 300 m d'altitude, le coefficient d'absorption est limité à 0,5.

On veillera à ne pas juxtaposer, sans joint de fractionnement, des teintes dont la différence de coefficient d'absorption est supérieure à 0,2.

Commentaire 1 :

Les teintes foncées augmentent les contraintes d'origine thermique, du fait d'une plus forte absorption du rayonnement et accentuent les risques de fissuration.

Commentaire 2 :

De façon générale, on a constaté que les revêtements ayant un indice de luminance lumineuse (Y) supérieur à 35 % présentent un coefficient d'absorption du rayonnement solaire inférieur à 0,7, bien qu'il n'existe pas de relation physique entre ces deux valeurs.

4 Choix des systèmes en fonction de la réglementation incendie

L'emploi de ces systèmes est exclu en IGH et pour les hôtels-restaurants d'altitude (type OA).

Pour les autres types de bâtiments, l'emploi des systèmes classés M2 n'est pas limité, à condition de satisfaire à la règle du « C + D » prenant en compte la masse combustible de la façade et de son revêtement.

Chapitre 3

Matériaux

Les matériaux à utiliser et leurs caractéristiques d'identification sont définis dans chaque Avis Technique. Aucun autre produit ne doit leur être substitué.

1 Matériaux de fixation

1,1 Produit de collage

Il se présente soit :

- en pâte à mélanger avec du ciment,
- en poudre prête à gâcher avec de l'eau,
- en poudre à gâcher avec un liant spécifique (résine).

Commentaire :

Le produit de collage est, très souvent, le même que celui utilisé pour la réalisation de la couche de base.

1,2 Dispositifs de fixation mécanique

1,21 Profilés en PVC

Les profilés en PVC utilisés pour le maintien des panneaux de polystyrène expansé doivent satisfaire aux spécifications définies dans le document «Définition des caractéristiques des profilés PVC destinés à la fixation des systèmes d'isolation thermique extérieure» et son Modificatif n° 1.

1,22 Chevilles de fixation

- *Chevilles de fixation pour profilés («chevilles-clous») :*

Ensemble à trapper et à visser comprenant un corps en polyamide d'un diamètre d'au moins 6 mm ayant une collerette d'un diamètre minimal de 11 mm et une vis électrozinguée de diamètre minimal 4 mm avec tête fraisée d'au moins 8 mm.

Commentaire :

Ne pas utiliser de visserie galvanisée ou cadmiée en contact direct avec les profilés métalliques, afin d'éviter les couples électrolytiques.

- *Chevilles de fixation pour isolant («chevilles-rosaces») :*

Ensemble à expansion comprenant un corps en plastique à tête circulaire d'au moins 50 mm de diamètre et un clou ou une vis d'expansion.

1,23 Autres dispositifs

Lorsque le système fait appel à un autre dispositif de fixation (profilés spécifiques, inserts, connecteurs, ...), ce dispositif est décrit dans l'Avis Technique.

2 Isolant

Les panneaux de polystyrène expansé utilisés en support d'enduit mince doivent satisfaire aux Spécifications définies dans le document «Polystyrène expansé moulé certifié ACERMI - Spécifications particulières à l'emploi comme support d'enduit mince (PSE collé et fixé mécaniquement)».

Pour les systèmes fixés mécaniquement par profilés, des spécifications complémentaires ont été précisées dans le Modificatif général n° 7/97-1186 et sont reprises dans chaque Avis Technique. Elles seront ultérieurement intégrées dans le document cité ci-dessus lors de sa révision.

3 Armatures

Treillis généralement en fibres de verre, tissé ou thermo-collé, ayant reçu un traitement de protection anti-alcalin.

Les armatures présentent des caractéristiques différentes selon leur destination :

- armature normale ou renforcée,
- armature d'un système collé ou fixé mécaniquement.

Ces caractéristiques sont définies dans le document « Certification CSTBat des treillis textiles pour enduit de façade - Définition des caractéristiques des armatures utilisées dans les systèmes d'isolation thermique extérieure par enduit sur isolant ».

4 Produit de base

Produit utilisé pour la préparation de l'enduit de base appliqué sur l'isolant en couche mince avec marouflage de l'armature.

Il se présente soit :

- en pâte à mélanger avec du ciment,
- en poudre prête à gâcher avec de l'eau,
- en poudre à gâcher avec un liant spécifique (résine),
- en pâte prête à l'emploi (sans ciment).

5 Produit d'impression

Il s'agit d'une peinture appliquée sur la couche de base avant le revêtement de finition.

Commentaire :

Le produit d'impression doit être compatible avec l'alcalinité de l'enduit de base. Il joue le rôle de régulateur d'absorption et éventuellement de sous-couche opacifiante.

6 Revêtements de finition

Il s'agit généralement d'un revêtement plastique épais (RPE) en pâte prête à l'emploi.

D'autres revêtements de finition peuvent être prévus : ils sont alors indiqués dans les Avis Techniques.

7 Accessoires

Les faces des profilés sur lesquelles l'enduit doit adhérer doivent avoir une hauteur minimale de 30 mm et comporter au moins deux rangées de perforations représentant au minimum 15 % de la surface et de diamètre de l'ordre de 6 mm.

7,1 Renforts d'arête

Les renforts d'arête sont :

- soit en aluminium qualité AM1, épaisseur minimale 5/10 mm,
- soit en acier inoxydable qualité 18/9, épaisseur minimale 4/10 mm,
- soit en fibres de verre,
- soit en PVC ou en aluminium qualité AM1 épaisseur minimale 5/10 mm avec treillis en fibres de verre.
Les retours de treillis sont d'au moins 10 cm avec débord en bout de profilé d'au moins 10 cm.

7,2 Profilés métalliques de raccordement

Les profilés métalliques de renfort ou de raccordement sont :

- soit en aluminium,
 - qualité A5, épaisseur minimale 10/10 mm pour les profilés de départ, les profilés latéraux apparents ou non apparents, bavettes et 15/10 mm pour les appuis de baie et couvertines,
 - qualité AM1, épaisseur minimale 5/10 mm pour les bavettes de sous-face avec larmier et les profilés d'arêtes latéraux.
 - soit en aluminium prélaqué ou anodisé pour les profilés apparents (le film de protection doit être enlevé avant pose).
 - soit en acier inoxydable, qualité 304 ou 18/9, épaisseur minimale 4/10 mm,
 - soit en zinc pour les bavettes et les couvertines.
- L'emploi des profilés en acier galvanisé est interdit.

7,3 Produits de calfeutrement

Ils doivent être chimiquement compatibles avec le polystyrène expansé.

- Mastics :
Il s'agit, en règle générale, de mastics élastomères ou plastiques de 1^{re} catégorie (silicone, polyuréthane, acrylique, ...) (cf. Norme NF P 85-305).
- Bandes de mousse imprégnée précomprimée.

7,4 Profilés pour couvre-joint

Le couvre-joint au droit du joint de dilatation du gros œuvre doit permettre de maintenir hors d'eau la tranche de l'isolation et rester en place en absorbant les mouvements relatifs des deux parties de bâtiment.

Chapitre 4

Mise en œuvre

1 Reconnaissance et préparation des supports

Les supports doivent être plans et ne présenter aucune irrégularité importante en surface, ni désaffleurement supérieur à 0,5 cm (à la règle de 20 cm) pour les systèmes fixés mécaniquement sans calage et à 1 cm pour les autres systèmes. Dans le cas contraire, il est nécessaire d'effectuer des ragréages localisés ou un dressage général.

Sur support présentant des modénatures (bandeaux, décrochements, ...), une étude particulière doit être réalisée en collaboration avec le détenteur de l'Avis Technique pour l'adaptation du système.

1,1 Supports neufs

La surface des murs doit être saine, dépoussiérée et débarrassée de tout produit non adhérent par brossage, grattage, ponçage, etc. Elle ne doit pas ressuer l'humidité.

Un délai de séchage est nécessaire selon les conditions atmosphériques locales, au minimum 30 jours, pour les maçonneries d'éléments et 45 jours pour les supports en béton.

En cas de support en béton banché, l'applicateur doit s'assurer auprès de l'entreprise de gros œuvre qu'elle a bien choisi un produit de démoulage compatible avec l'application d'un produit à base de liant hydraulique, conformément à l'article 3.2 du DTU 23.1. Sinon des essais d'adhérence doivent être réalisés, comme indiqué en Annexe 1. En cas de résultats insuffisants, un décapage superficiel à très haute pression ou par sablage doit être effectué.

Si un ragréage est nécessaire, il est réalisé avec un produit de ragréage reconnu apte à cet emploi et ne présentant pas d'incompatibilité avec la colle utilisée.

En cas de collage direct sur béton cellulaire, des essais préalables d'adhérence de la colle sont à exécuter, comme indiqué en Annexe 1.

1,2 Supports anciens

Les lézardes existantes sont rebouchées.

Dans le cas de dégradation du béton par corrosion des armatures en façade, une étude doit être réalisée pour définir si un traitement de réparation est nécessaire. En cas de pose collée, le rattrapage des défauts localisés doit être réalisé à l'aide d'un produit de ragréage ou d'un produit de réparation compatible avec le produit de collage.

En l'absence d'un texte normatif, on se référera à l'annexe C du DTU 42.1.

1,21 Systèmes collés

La pose collée n'est envisageable que si les revêtements minéraux existants (enduits, grès cérame, pâte de verre) présentent une bonne adhérence (dégradations localisées et de faible importance).

- *Maçonneries apparentes, béton et maçonneries enduites au mortier de liants hydrauliques non revêtus :*

La préparation est identique à celle des supports neufs.

Des informations sur l'application éventuelle d'un produit hydrofuge sont à recueillir auprès du maître d'œuvre et du maître de l'ouvrage.

En complément, la présence de produit hydrofuge peut éventuellement se détecter par son aspect et son brillant ou par arrosage, l'effet perlant indique la présence d'un tel produit.

Des essais d'adhérence sont réalisés comme indiqué en Annexe 1.

Le revêtement des maçonneries enduites est sondé sur toute la surface. Les parties sonnantes le creux sont enlevées et rebouchées dans le cas d'épaisseur supérieure à 10 mm.

- *Maçonneries et béton enduits aux mortiers de liants hydrauliques, peints ou revêtus de revêtements organiques :* Toutes les peintures existantes ainsi que tous les revêtements organiques (revêtements d'imperméabilité, Revêtements Plastiques Epais (RPE) ou Revêtements Semi-Epais (RSE)) sont décapés.

Le décapage peut être obtenu par procédé chimique, thermique, grattage, ponçage, sablage, à la vapeur ou à l'eau sous haute pression.

Le décapage s'effectue sur toute la surface.

Un décapage partiel peut éventuellement être exécuté, à condition d'utiliser un gabarit permettant de repérer sur la façade l'emplacement des zones à décapage pour assurer une répartition régulière des plots de collage.

Dans tous les cas, des essais d'adhérence sont ensuite exécutés (cf. Annexe 1).

- *Revêtements minéraux type grès cérame, pâte de verre :* Le revêtement est sondé sur toute la surface. Les parties sonnantes le creux sont enlevées et rebouchées dans le cas d'épaisseur supérieure à 10 mm.

Si des produits organiques ont été appliqués sur le revêtement, leur décapage est impératif.

Sinon, un lessivage est effectué.

Après lessivage ou décapage, un essai d'adhérence est exécuté (cf. Annexe 1).

1,22 Systèmes fixés mécaniquement

La détermination de la charge admissible des chevilles de fixation des profilés ou des isolants (selon le mode de fixation) nécessite dans tous les cas une reconnaissance préalable, effectuée conformément à l'Annexe 2.

- *Maçonneries apparentes et béton :*
Pas de disposition complémentaire.
- *Maçonneries enduites :*
L'enduit est sondé sur toute la surface, piqué lorsqu'il sonne le creux et réparé.
- *Revêtements minéraux :*
Le revêtement est sondé sur toute la surface. Les parties sonnantes le creux sont enlevées et rebouchées dans le cas d'épaisseur supérieure à 5 mm.

2 Mise en œuvre

2,1 Dispositions générales

2,11 Matériaux

Seuls les matériaux définis dans l'Avis Technique doivent être utilisés pour réaliser le système.

Les dosages indiqués dans l'Avis Technique doivent être respectés lors de la préparation des produits nécessitant des mélanges.

2,12 Conditions d'application

Le collage des panneaux isolants ne doit pas être effectué sur support gorgé d'eau ou en période de gel. La température ambiante doit être supérieure à 5°C.

Sauf précautions spéciales, l'enduit ne doit pas être mis en œuvre par temps de pluie, en période de gel, sur supports exposés au rayonnement direct du soleil en été ou sous grand vent.

Commentaire :

Il est conseillé, avant application, de consulter la station météorologique la plus proche.

Parmi les précautions spéciales à prendre, on peut citer le bâchage de l'échafaudage.

L'application des pâtes sans ciment est déconseillée en période froide ou humide, car leur séchage peut alors nécessiter plusieurs jours.

La mise en œuvre doit être réalisée à partir d'un échafaudage à plate-forme de travail fixe (échafaudage de pied) ou à plate-forme mobile, stabilisée pour les efforts et mouvements des ouvriers lors de l'application.

En cas d'impossibilité, l'utilisation d'un échafaudage volant nécessite des précautions spéciales :

- stabilisation de la nacelle à l'aide de points d'ancrage ou, à défaut, de contrepoids.
- rouleaux ou chenillettes d'appui sur la façade pour ne pas endommager l'isolation.

2,13 Outillage

Agitateur électrique lent (300 t/min maximum), truelle et lisseuse, taloche crantée, bouclier, règle, niveau, scie égoïne, fil chaud, rainureuse, taloche abrasive, rouleau laine, rabot électrique, ciseaux, perceuse, perforateur électropneumatique, matériel de projection pour les granulats sont les outils couramment utilisés.

Leur nettoyage s'effectue à l'eau immédiatement après emploi.

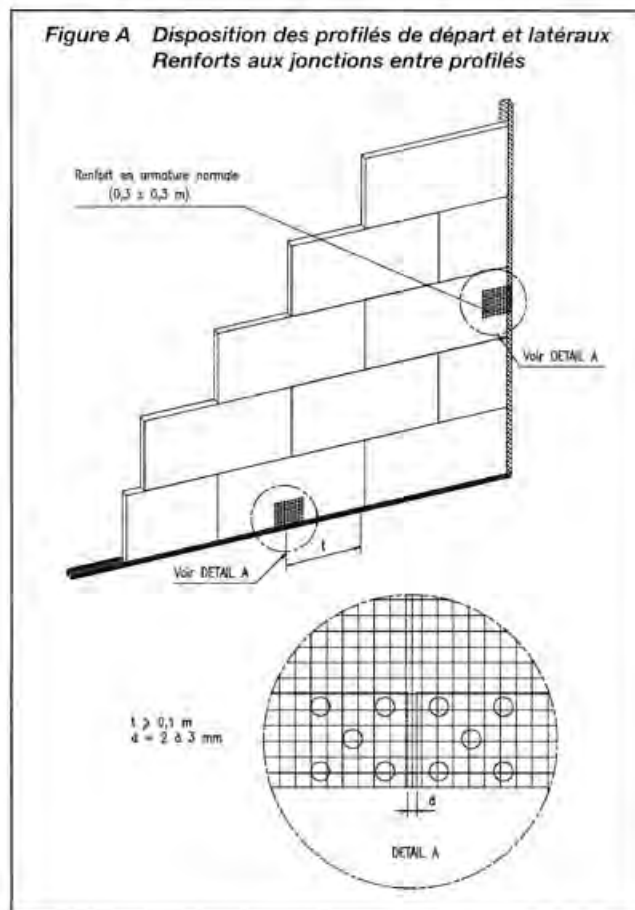
2,2 Mise en place des profilés d'arrêt

Un profilé de départ adapté à l'épaisseur de l'isolant est fixé horizontalement en partie basse à l'aide de chevilles adaptées au support et de diamètre correspondant aux perforations des profilés, avec un espacement inférieur à 30 cm. Une fixation doit se trouver à 5 cm maximum des extrémités.

Dans le cas de profilé enrobé par le système (cf. chapitre 5 - figure 1 Variante 3), l'armature doit être collée sur le support avant fixation du profilé. Elle sera ensuite rabattue sur l'isolant.

Un espace de 2 à 3 mm entre chaque profilé doit être respecté, afin de permettre leur dilatation et la bonne rec-

titude des profilés est constamment vérifiée lors de leur fixation (cf. figure A ci-après).



En cas de support irrégulier, les profilés non entoilés doivent être posés sur bain de colle pour éviter les entrées d'air derrière l'isolant.

Les profilés latéraux sont fixés selon les mêmes préconisations.

La fixation des profilés ne doit pas être faite par pistoscellement.

2,3 Préparation de la colle et de l'enduit de base

La colle et l'enduit de base sont préparés en respectant les proportions indiquées dans l'Avis Technique.

Les différents constituants sont parfaitement mélangés au moyen d'un agitateur électrique (300 t/min maximum) pour éviter la formation de nodules. Le produit mélangé doit généralement reposer 5 à 10 minutes avant emploi.

Les pâtes prêtes à l'emploi sont réhomogénéisées à l'agitateur électrique avant emploi, sauf indication contraire du Dossier technique.

2,4 Mise en place de l'isolant

Les panneaux sont posés bout à bout, parfaitement jointifs, horizontalement, par rangées successives à joints décalés façon «coupe de pierre», à partir du niveau bas établi par le profilé de départ.

Les panneaux sont harpés en angle sortant ou rentrant.

Les joints entre panneaux doivent être décalés d'au moins 0,1 m de la jonction entre deux profilés de départ ou profilés latéraux (cf. figure A ci-avant).

Les joints d'isolant ne doivent pas coïncider avec les discontinuités du support (joints entre panneaux préfabriqués, par exemple).

La découpe et l'ajustement des panneaux, aux angles et aux baies notamment, sont réalisés après mise en place de l'isolant.

Aux liaisons du système avec les menuiseries, appuis de fenêtres ou autres saillies de cette nature, les panneaux isolants sont appliqués en ménageant un espace d'environ 0,5 cm pour la mise en place du mastic de calfeutrement.

Quel que soit le mode de fixation en partie courante, la mise en place ponctuelle des panneaux d'isolant d'épaisseur inférieure ou égale à 30 mm doit être réalisée par collage en plein.

Les dégradations de l'isolant, coins cassés, etc., ou les joints ouverts de plus de 2 mm doivent être systématiquement rebouchés avec du polystyrène ou avec le produit éventuellement mentionné dans l'Avis Technique pour cet usage.

Les désaffleurs entre panneaux au niveau des joints doivent être inexistantes (cf. figure B ci-après) ; dans le cas contraire, il est indispensable d'exécuter un ponçage de la surface, suivi d'un dépoussiérage par brossage.

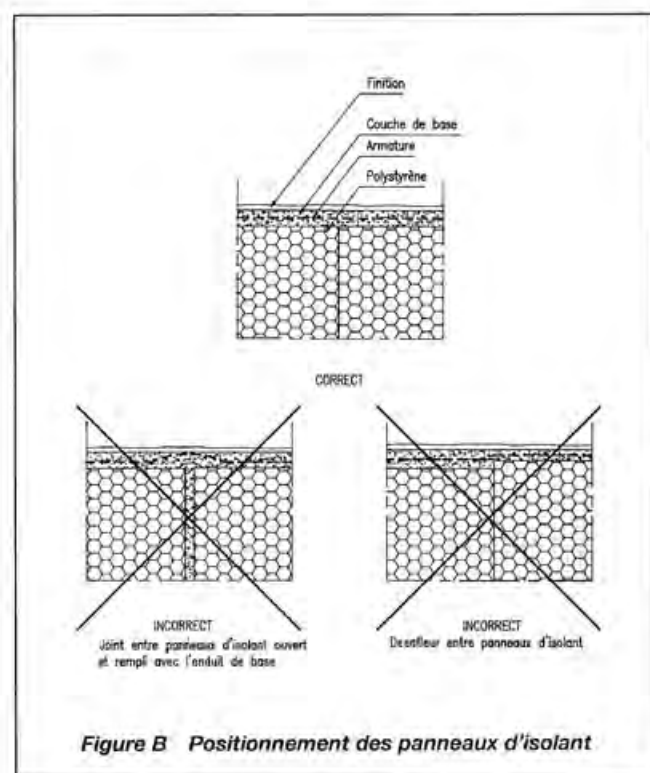


Figure B Positionnement des panneaux d'isolant

Les interventions de ponçage, d'enduisage, etc., ne seront réalisées qu'après séchage complet de la colle.

L'enduisage doit être effectué rapidement après pose de l'isolant pour éviter les risques de poudrage. Sinon il est indispensable de poncer l'isolant sur l'ensemble de la surface avant recouvrement.

Commentaire :

Ce risque peut exister après environ 4 jours en période de fort ensoleillement.

2.41 Systèmes collés

La colle doit être appliquée sur le panneau isolant, sauf dans le cas de décapage du support par plots.

Elle ne doit pas être utilisée pour remplir les joints entre panneaux.

Les panneaux encollés sont frappés et pressés à l'aide d'un bouclier contre le mur support, en contrôlant en permanence la planéité à la règle de 2 m.

En arête supérieure, une protection sera prévue pendant la durée des travaux, lorsqu'il y a risque de pénétration d'eau dans le plan de collage.

Le collage en plein est conseillé sur support de bonne planéité, le collage partiel étant réservé aux supports présentant des irrégularités de surface ou des écarts de planéité jusqu'à 1 cm.

• **Collage en plein :**

La colle est appliquée avec une taloche présentant des crans de 6 à 10 mm de profondeur, sur toute la surface du panneau, en laissant libre une bande de 2 cm de large environ en périphérie, afin d'éviter la pénétration de la colle dans les joints.

• **Collage partiel :**

La colle doit être déposée sur au moins 20 % de la surface à quelques centimètres du bord des panneaux, de façon à éviter les porte-à-faux sur les bords et la pénétration de colle dans les joints.

Toutefois, dans le cas de décapage du support par plots, la colle est impérativement déposée sur le support.

Commentaire :

En cas de collage partiel sur de grandes hauteurs lors d'une même journée, il est conseillé de fixer mécaniquement des cornières horizontales tous les 5 m environ de façon à éviter la mise en charge de l'isolant.

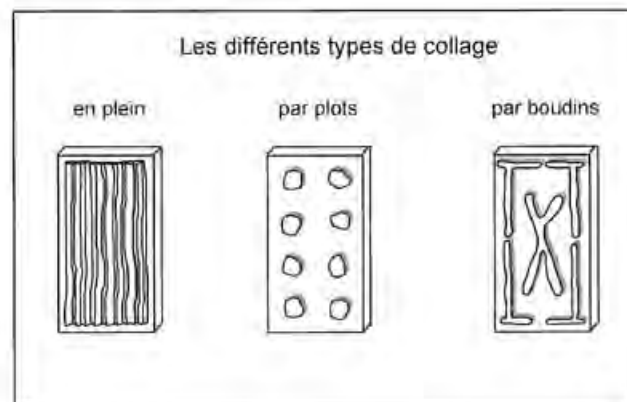
• **Collage par plots :**

La colle est appliquée à raison de 16 plots au minimum par mètre carré, d'épaisseur régulière, répartis à la surface du panneau.

• **Collage par boudins :**

Un boudin de colle d'épaisseur régulière est déposé au pourtour du panneau, à 2 cm au moins du bord, afin d'éviter la pénétration de la colle dans les joints, complété par deux bandes croisées au centre.

Le boudin de colle périphérique ne doit pas être parfaitement continu pour éviter d'emprisonner de l'air à la pose (effet de ventouse).



2,42 Systèmes fixés mécaniquement

• Fixation par profilés en PVC à la périphérie des panneaux isolants

Les panneaux sont posés sur le profilé de départ et la fixation verticale est réalisée en fonction des différentes variantes :

- Pose avec profilés de jonction verticaux (raidisseurs) :
Les profilés de jonction sont placés dans la rainure verticale sur les tranches latérales des panneaux isolants.
- Pose avec profilés de maintien verticaux :
Les profilés de maintien sont placés dans la rainure des tranches latérales des panneaux, puis fixés au support.

Le profilé de maintien horizontal est ensuite introduit dans la rainure supérieure des panneaux et fixé au support. Les profilés horizontaux ne doivent pas être accolés bout à bout. Un espace de 2 à 3 mm doit être respecté.

La fixation de l'ensemble des profilés de maintien est réalisée avec des chevilles adaptées au support, et de diamètre correspondant aux perforations des profilés, avec un espacement inférieur à 30 cm. Une fixation doit se trouver à 5 cm maximum des extrémités.

La bonne rectitude des profilés est constamment vérifiée lors de leur fixation et les différences de planéité des supports sont, si nécessaire, rattrapées au moyen de cavaliers, dans la limite des 0,5 cm admissibles.

Au niveau des arrêts du système (arrêts latéraux, jonction des baies, butées en sous-face, angles, ...), les panneaux d'isolant sont maintenus :

- soit par collage,
- soit avec des chevilles plastiques avec clou d'expansion à tête d'au moins 50 mm de diamètre (4 chevilles par mètre),
- soit avec un profilé en U,
- soit avec un profilé de départ horizontal en position inverse et rainurage sur chantier des panneaux après découpe pour les butées en sous-face.

De même, aux angles des bâtiments, les panneaux d'isolant sont maintenus par chevillage (2 chevilles par bord de panneau).

• Fixation par chevilles (calé/cheville)

– Calage :

Le calage est réalisé à l'aide de la colle appliquée par plots sur la surface du panneau, comme dans le cas d'une fixation par collage.

Commentaire :

Les plots de colle permettent de rattraper les défauts de planéité du support.

– Fixation :

L'isolant est ensuite fixé au support avec des chevilles à expansion à tête d'au moins 50 mm de diamètre.

Le nombre de chevilles, leur disposition et le temps d'attente entre le calage et la mise en place des fixations sont indiqués dans l'Avis Technique.

Commentaire :

Il est conseillé de positionner les chevilles au droit des plots de colle, sauf précision contraire dans l'Avis Technique.

• Autres types de fixation

La mise en œuvre de l'isolant est décrite dans l'Avis Technique propre au système.

2,5 Renforts des points singuliers

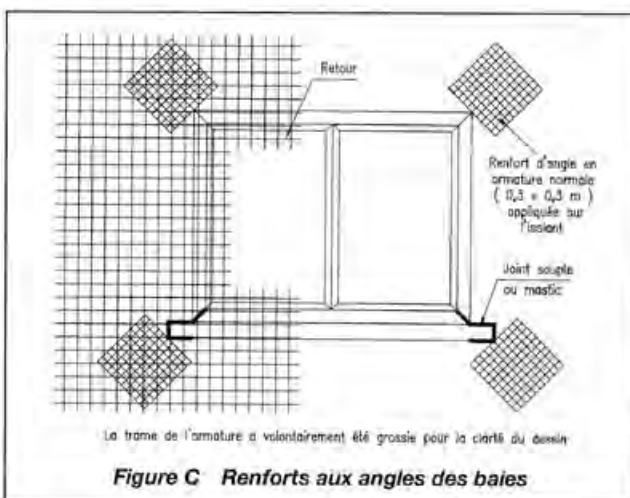
Sur tous les angles du système, des renforts d'arête sont mis en place par collage avec l'enduit de base.

Les renforts d'arête sont toujours posés sous l'armature normale.

Les jonctions entre renforts d'arête ne doivent en aucun cas coïncider avec les joints entre panneaux d'isolant.

Le positionnement avec des clous avant l'enduisage est interdit.

Avant la réalisation de la couche de base armée, des bandes d'armature de 0,3 x 0,3 m sont posées aux angles des baies (cf. figure C ci-après) et au niveau des jonctions entre profilés métalliques (profilés de départ, de raccordement ou renforts d'arête en aluminium ou acier inoxydable) (cf. figure A ci-avant).



2,6 Réalisation de la couche de base armée

La constitution du revêtement diffère selon le degré d'exposition aux chocs des façades.

La couche de base armée est généralement réalisée en plusieurs couches, comme indiqué ci-après, chacune d'elles étant appliquée après durcissement de la précédente (généralement le lendemain), sauf indication contraire du Dossier technique de l'Avis Technique.

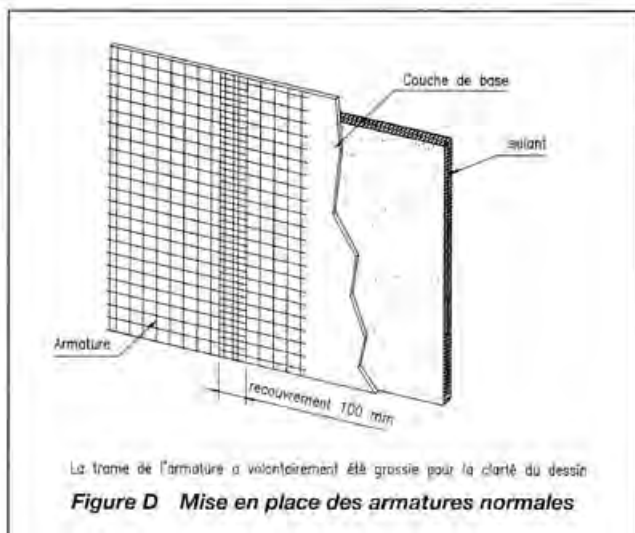
Le délai de séchage entre les différentes couches d'enduit de base ne doit pas être trop important, de façon à assurer une bonne adhérence entre couches.

Elle ne doit pas être utilisée pour remplir les joints entre panneaux.

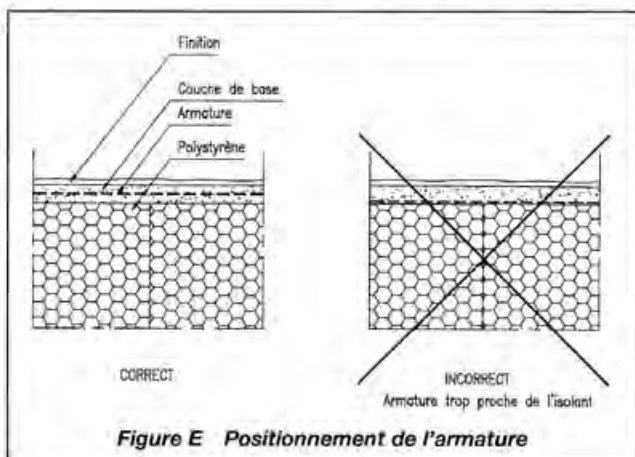
2,61 Simple armature normale

Après mise en place des panneaux et des renforts aux points singuliers, la surface des panneaux est enduite et l'armature marouflée dans la couche fraîche à l'aide d'une lisseuse inox, en prévoyant un chevauchement de 10 cm

environ aux joints des lés (cf. figure D ci-après), sans jamais descendre en dessous de 5 cm, et en enveloppant bords et angles dans le cas de renforts d'arête par cornière sans toile de verre.



L'armature ne doit jamais être directement positionnée sur le polystyrène expansé (cf. figure E ci-après).



Après durcissement de la première couche, une deuxième passe d'enduit de base est appliquée et serrée, de façon à enrober totalement l'armature (le spectre de l'armature ne doit plus être visible).

Les consommations indiquées dans les Avis Techniques permettent de respecter les épaisseurs minimales d'application en partie courante. Elles ne comportent pas les quantités nécessaires pour le traitement des points singuliers.

2,62 Double armature normale

L'isolant est recouvert d'une première passe d'enduit de base dans laquelle est marouflée une armature normale (cf. § 2,61). Après durcissement, est appliquée une deuxième passe d'enduit de base et marouflée une deuxième armature normale, posée de préférence à joints croisés ou décalés.

Après durcissement, une dernière passe vient enrober l'armature.

2,63 Armature renforcée et armature normale

Pour le traitement des façades particulièrement exposées aux chocs, on fera appel à l'armature renforcée mise en œuvre sur une hauteur minimale de 2 m par rapport au niveau du sol comme indiqué ci-après.

Après mise en place des panneaux d'isolant et des renforts au niveau des jonctions entre profilés métalliques et avant collage des renforts d'angle, la surface des panneaux est grassement enduite avec l'enduit de base. Puis, dans la couche fraîche, l'armature renforcée est appliquée à l'aide de la lisseuse inox. Les raccordements des lés se font à joints vifs dans le cas d'armature épaisse en partie courante et en angle. Les renforts d'angle sont ensuite posés par dessus l'armature renforcée.

Après durcissement, les surfaces renforcées sont traitées comme les surfaces courantes, avec le système. La surface est enduite avec l'enduit de base dans lequel on maroufle l'armature normale, en prenant soin de ne pas superposer les joints de l'armature normale avec ceux de l'armature renforcée et en respectant les recouvrements des lés. Après durcissement, une dernière passe vient enrober l'armature.

2,7 Application du produit d'impression

Après séchage de la couche de base armée (24 h minimum) et sauf indications contraires précisées au Dossier technique de l'Avis, le produit d'impression est appliqué au rouleau ou à la brosse en respectant les consommations indiquées dans l'Avis Technique.

2,8 Application du revêtement de finition

Le revêtement de finition est appliqué après séchage du produit d'impression (généralement le lendemain) ou de la couche de base, conformément aux indications qui sont données dans l'Avis Technique.

3 Planéité d'ensemble

Sur un support plan, la planéité d'ensemble du système, mesurée à la règle de 2 m, doit être au plus égale à 7 mm.

Chapitre 5

Détails de mise en œuvre aux points singuliers

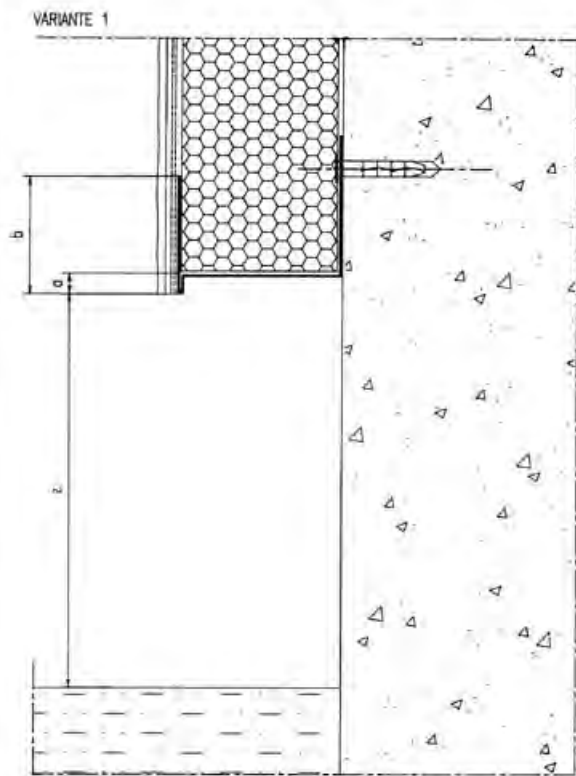
Les figures ci-après regroupent des exemples de solution pour la conception et la réalisation des principaux points singuliers rencontrés dans le traitement de bâtiments en service.

Pour les travaux neufs où l'emploi de ces systèmes peut être intégré lors de la conception du bâtiment, on se reportera au document «G2M» : «Points singuliers en mur-manteau - Exemples de solutions».

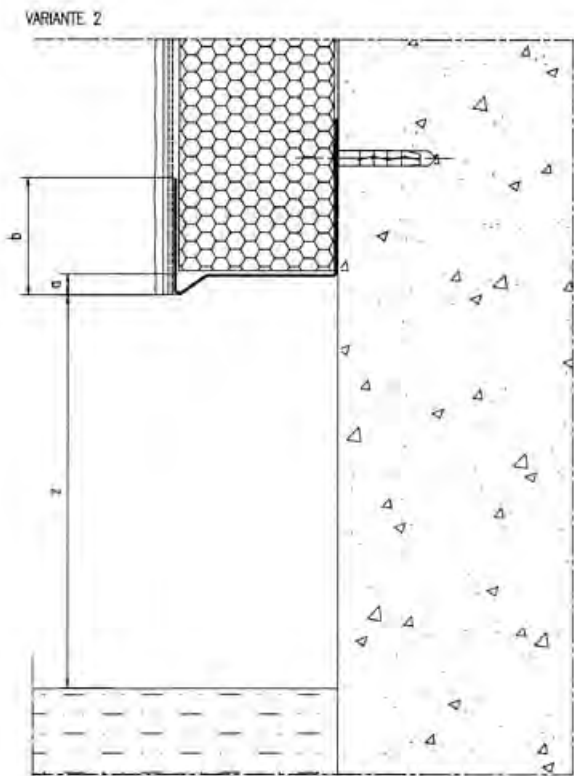
D'autres solutions peuvent être utilisées à condition que leur conception respecte les mêmes principes généraux :

- protection contre les pénétrations d'eau aux raccordements avec les autres parties de l'ouvrage,
- réalisation de goutte d'eau en partie basse,
- largeur suffisante de recouvrement des profils perforés aux arrêts du revêtement.

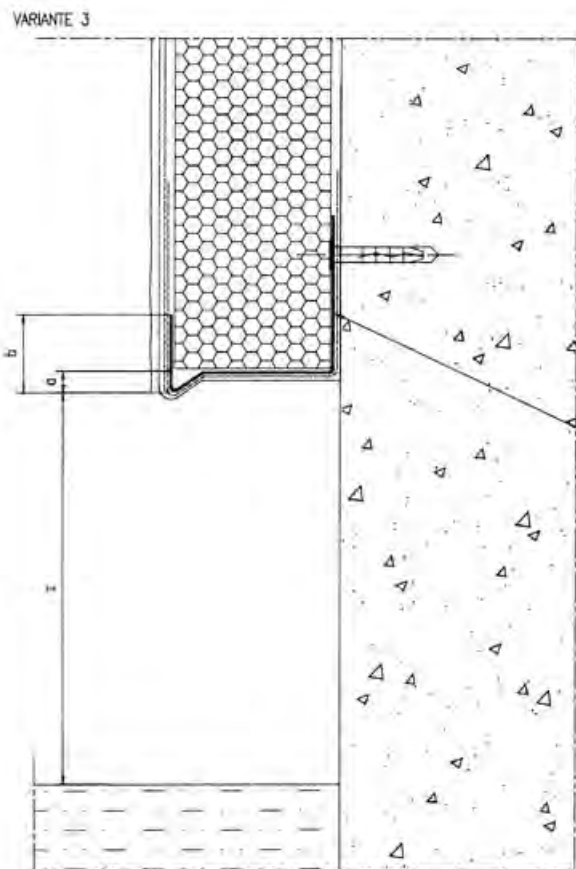
Ces schémas s'appliquent aux différents modes de fixation (collage, fixation mécanique par profils ou chevilles, ...). De ce fait, la fixation de l'isolant au support n'est pas représentée.



$b \geq 30 \text{ mm}$



$b \geq 30 \text{ mm}$



$b \geq 20 \text{ mm}$

Figure 1
Départs en partie basse

$a \geq 5 \text{ mm}$
 $z \geq 0,15 \text{ mm}$

Ces solutions peuvent être réalisées avec simple armature normale, double armature normale ou armature renforcée en complément d'une armature normale.

Départs en partie basse

Selon l'exposition aux chocs de la façade, cette solution peut être réalisée avec simple armature normale, double armature normale ou avec armature renforcée en complément d'une armature normale.

Figure 2 Départ sur balcon

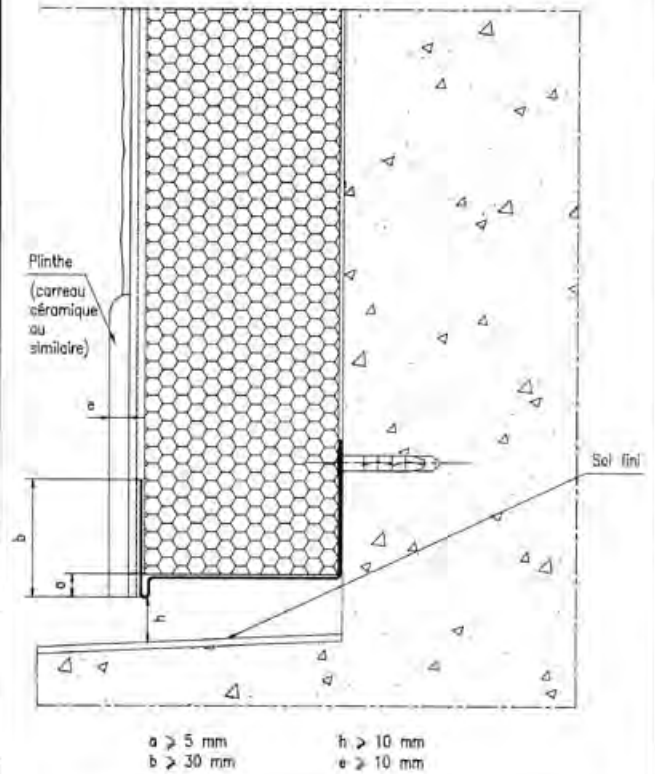


Figure 3 Départ en partie enterrée

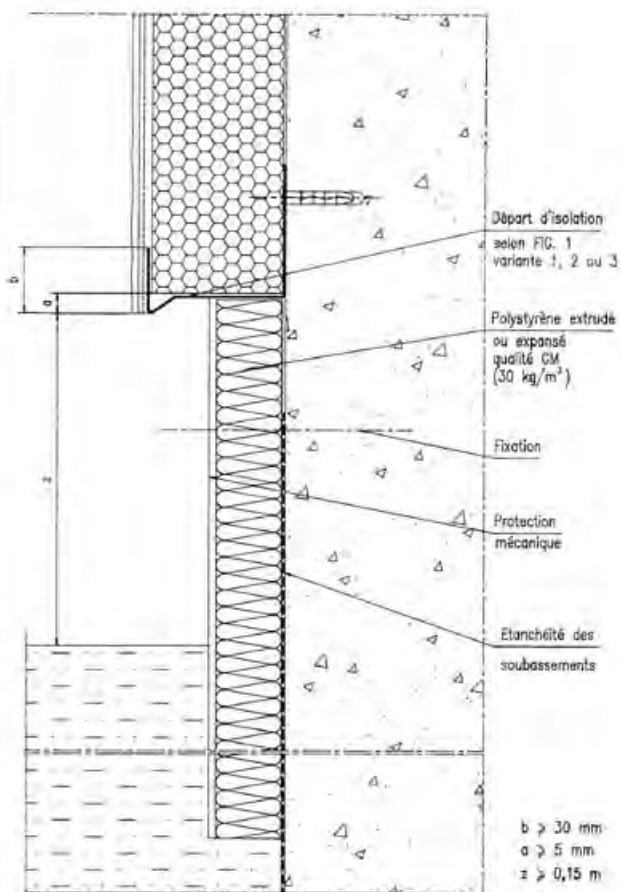


Figure 4 Départ sur toiture-terrasse

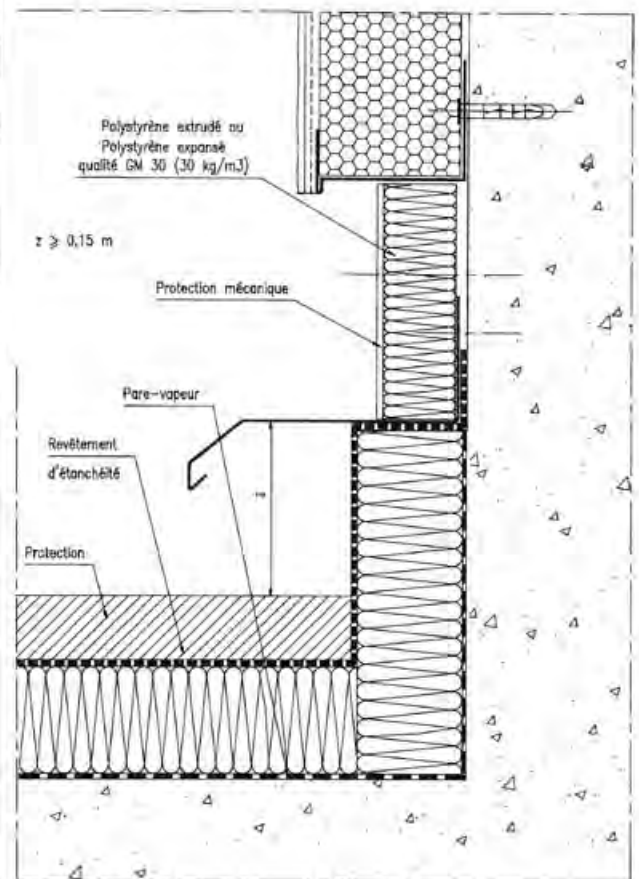
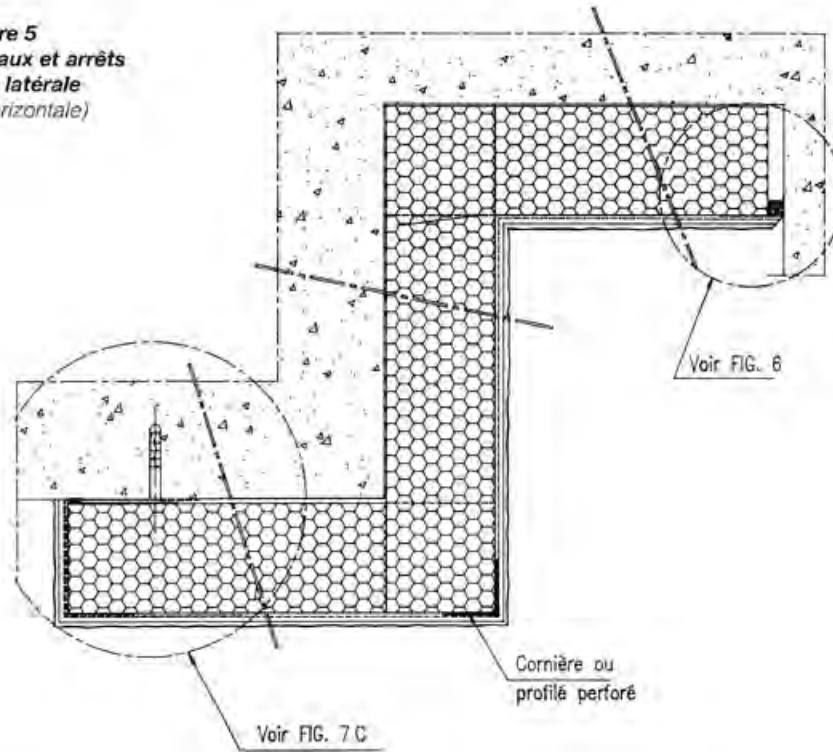
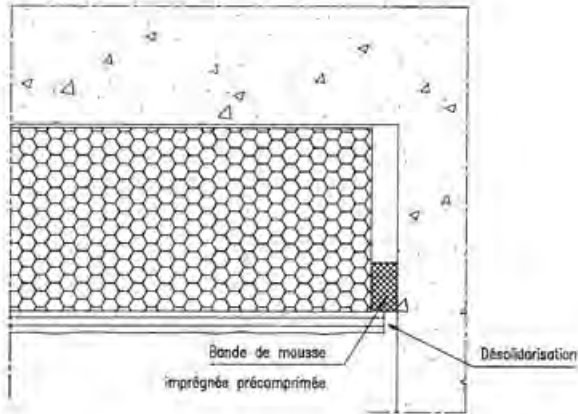


Figure 5
Angles verticaux et arrêts
en partie latérale
(coupe horizontale)



VARIANTE 1



VARIANTE 2

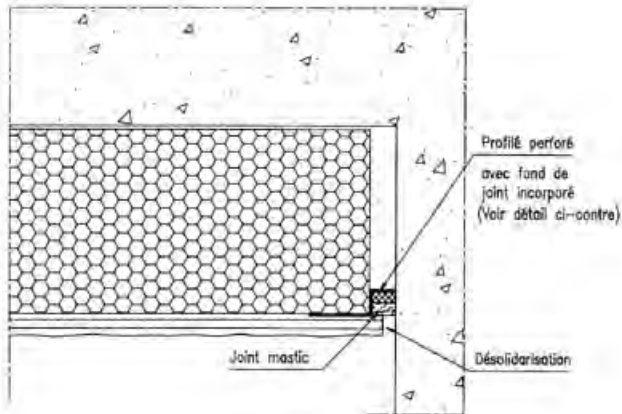
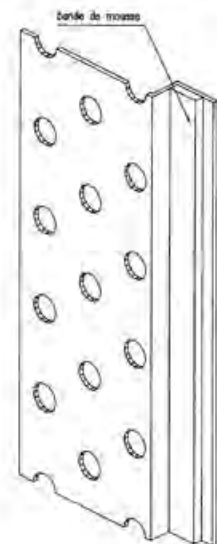
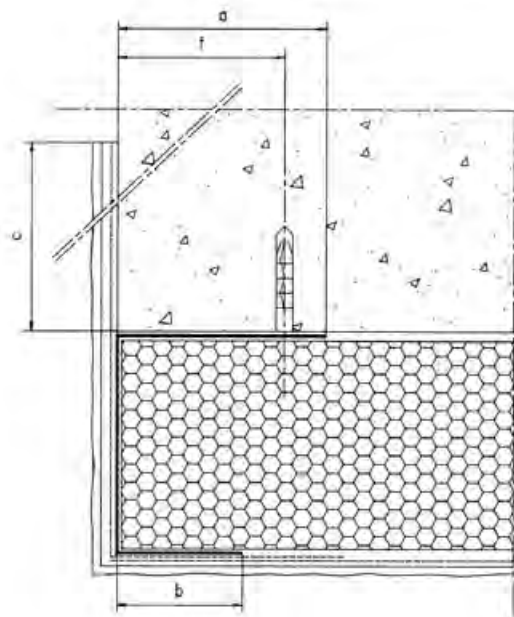


Figure 6
Arrêts sur maçonnerie
ou sur menuiserie



Exemple de profilé
 avec fond de joint incorporé

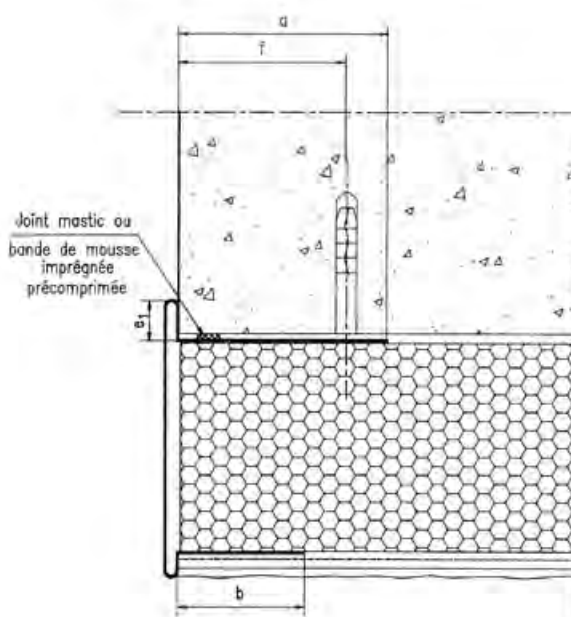
Figure 7a Arrêt en angle (coupe horizontale)



Profilé perforé et armature rabattue sur la maçonnerie

- $f \geq 50 \text{ mm}$
- $c \geq 200 \text{ mm}$ ou profondeur du tableau
- $a \geq 60 \text{ mm}$
- $b \geq 15 \text{ mm}$

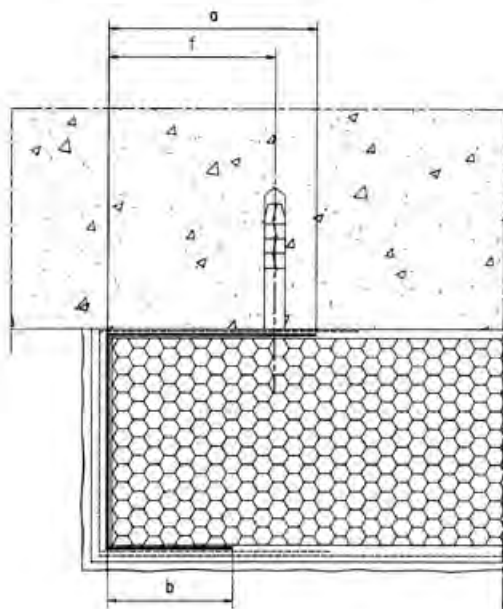
Figure 7b Arrêt en angle (coupe horizontale)



Pour les profilés prélaqués, enlever les films plastiques de protection

- $a \geq 60 \text{ mm}$
- $b \geq 30 \text{ mm}$
- $f \geq 50 \text{ mm}$
- $e \geq 15 \text{ mm}$

Figure 7c Arrêt en partie courante (coupe horizontale)

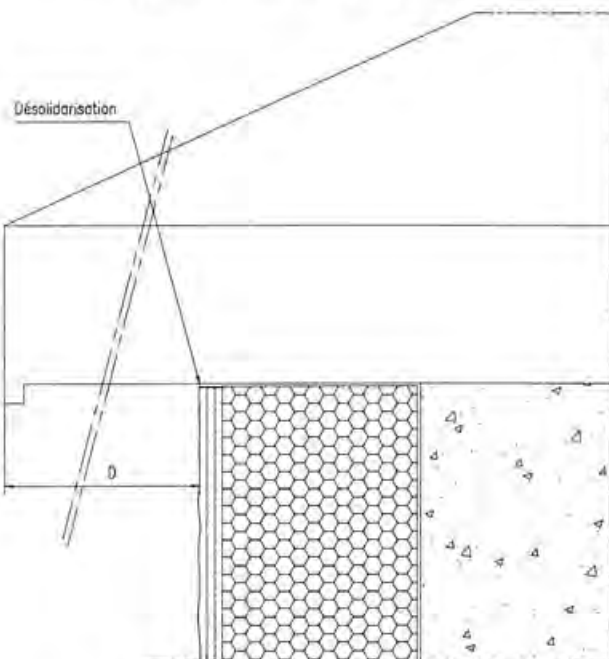


Profilé perforé et armature rabattue sous le profilé

- $a \geq 60 \text{ mm}$
- $b \geq 15 \text{ mm}$
- $f \geq 50 \text{ mm}$

Figure 7
Arrêts latéraux

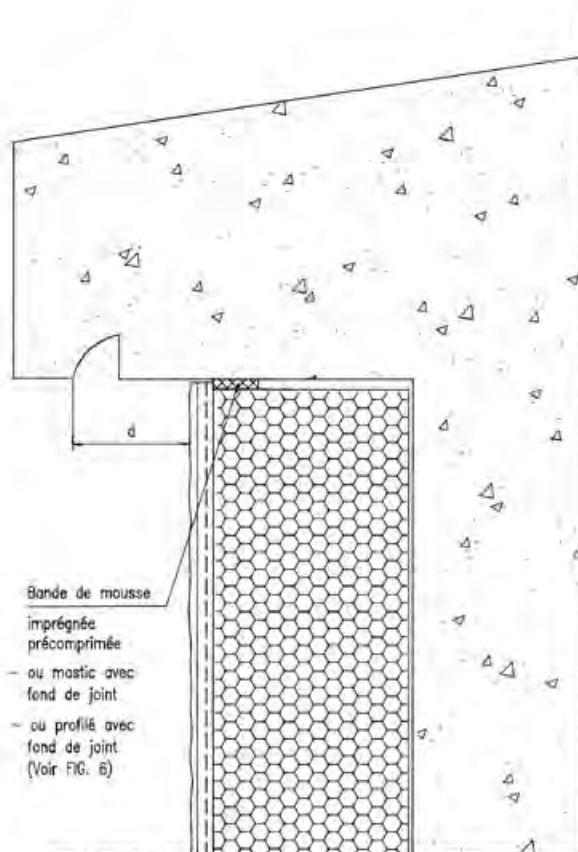
Figure 8 Arrêts en égout de toiture



Si $D < 0,5$ m utiliser un profilé selon FIG. 10

Arrêts sous débord

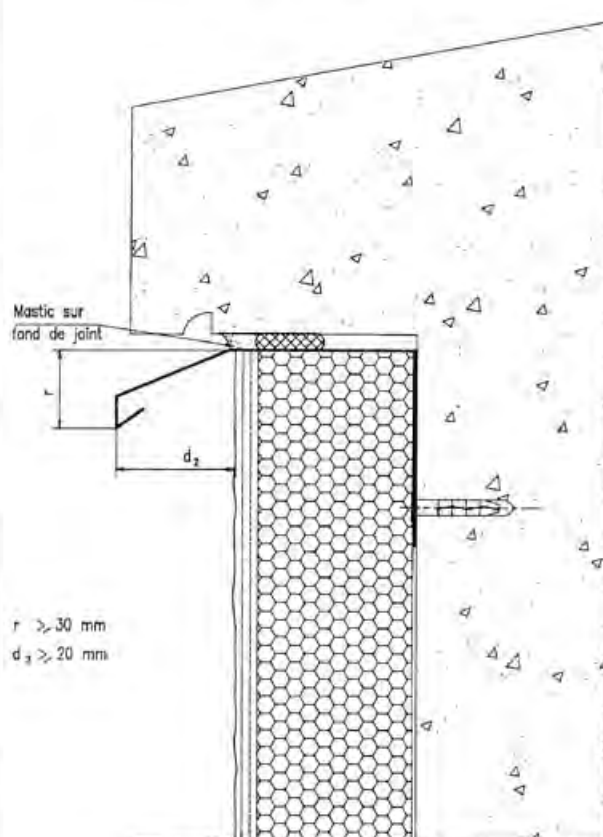
Figure 9 Arrêt en acrotère ou sous appui



$d > 20$ mm

Si $d < 20$ mm voir FIG. 10

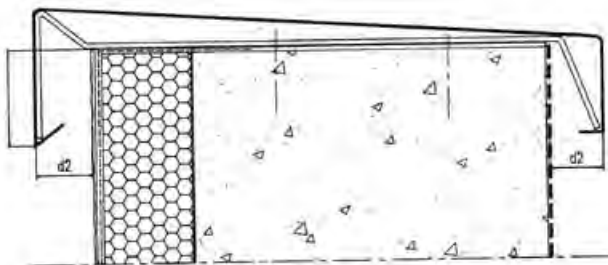
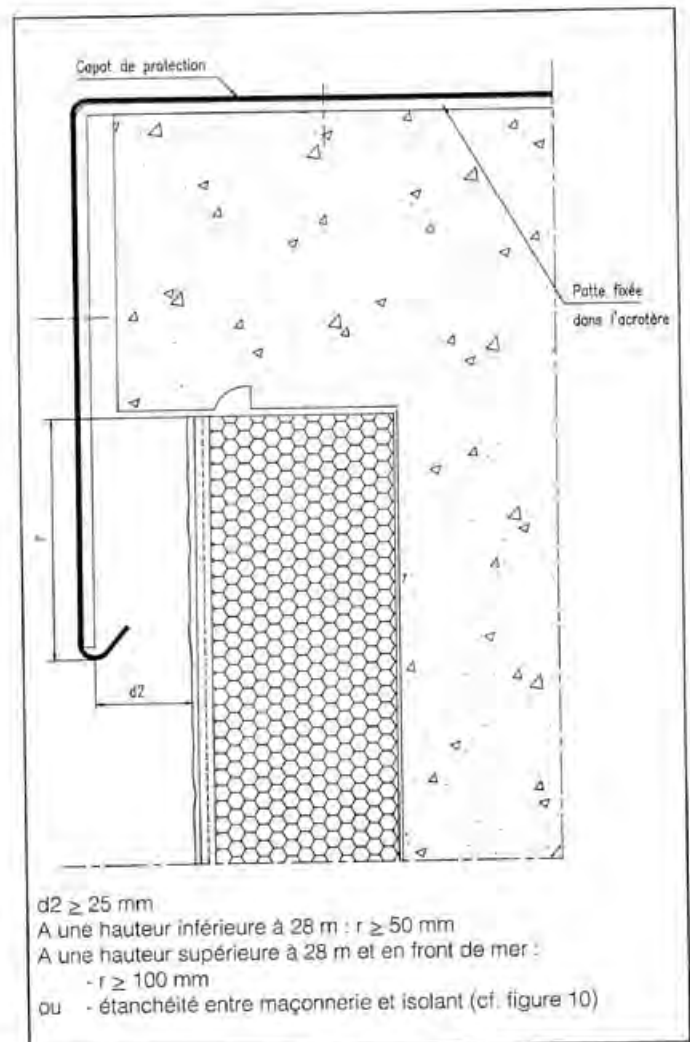
Figure 10 Arrêt sous appui de fenêtre (façades peu exposées)



$r > 30$ mm

$d_3 > 20$ mm

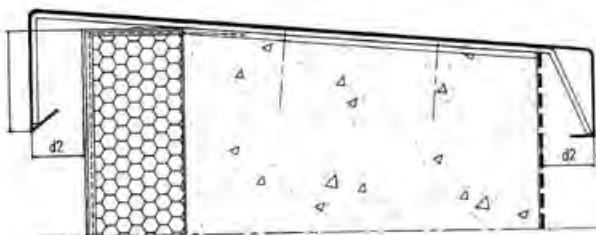
Figure 11
Arrêts en acrotère



$d \geq 25 \text{ mm}$

A une hauteur inférieure à 28 m : $r \geq 50 \text{ mm}$
 A une hauteur supérieure à 28 m et en front de mer : $r \geq 100 \text{ mm}$

Étanchéité, isolation, relevé et protections conformes au DTU 43.1 (§ 6.71) ou aux Avis Techniques les visant.



Capot de protection fixé par pattes au travers de l'isolant, en veillant à l'étanchéité à l'eau au niveau des fixations, soit par l'emploi de vis avec rondelles d'étanchéité, soit par l'emploi de pattes de fixation sur lesquelles se clipse le capot de protection.

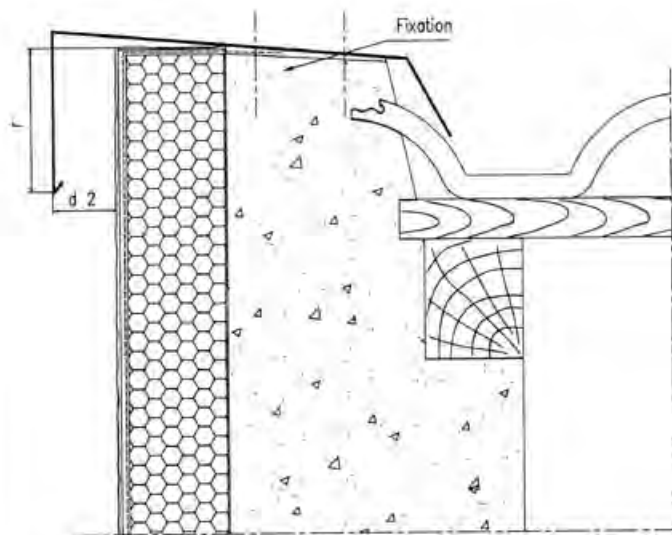


Figure 12
Arrêts en pointe de pignon

Dans le cas d'utilisation d'un bandeau d'acrotère, il faut veiller à l'étanchéité au niveau des fixations, soit par l'emploi de vis avec rondelles d'étanchéité, soit par l'emploi de pattes de fixation sur lesquelles se clipse le bandeau d'acrotère.
 $d2 \geq 25 \text{ mm}$
 A une hauteur inférieure à 28 m : $r \geq 50 \text{ mm}$

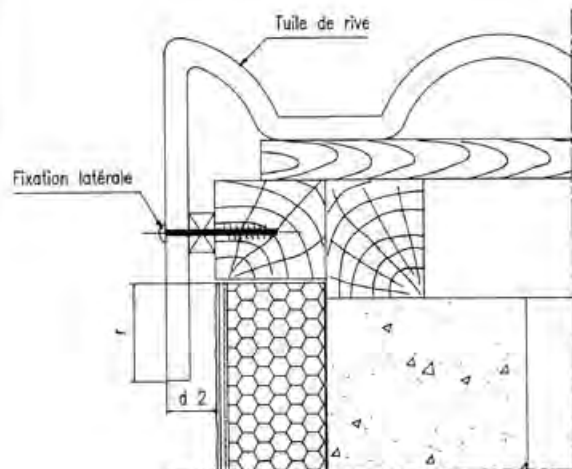
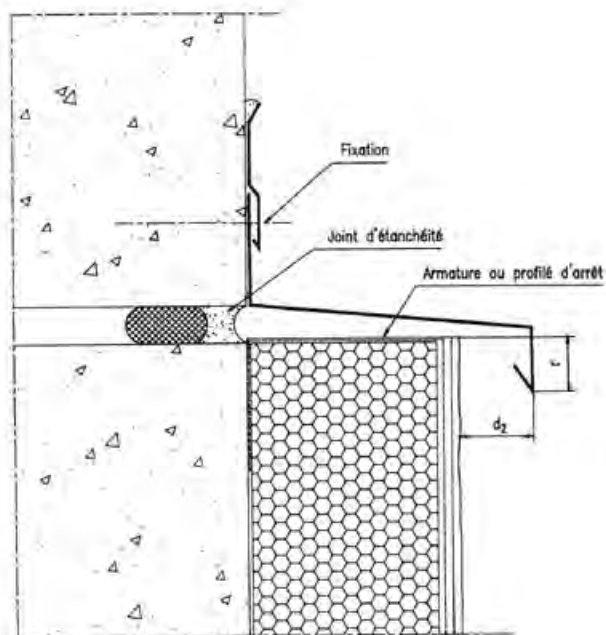
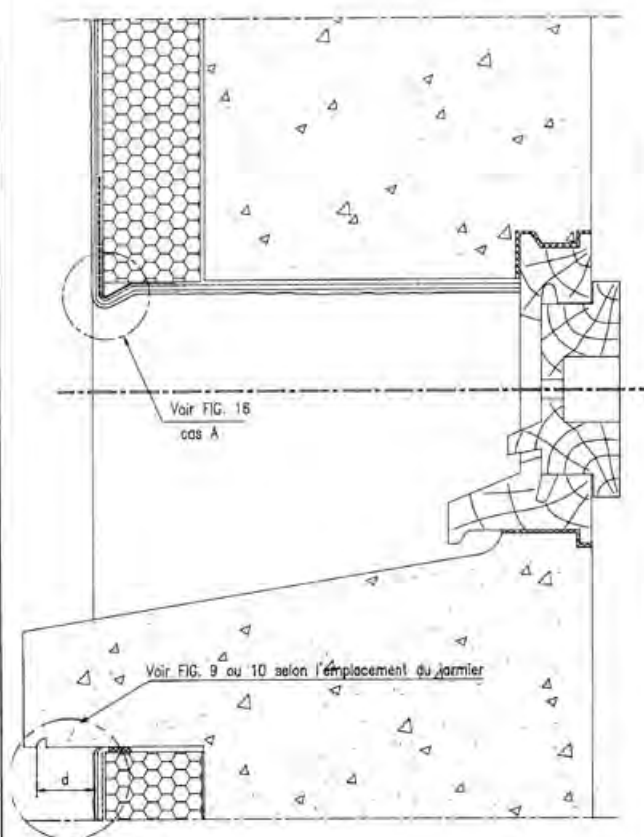


Figure 13
Arrêts hauts sur acrotère désolidarisée

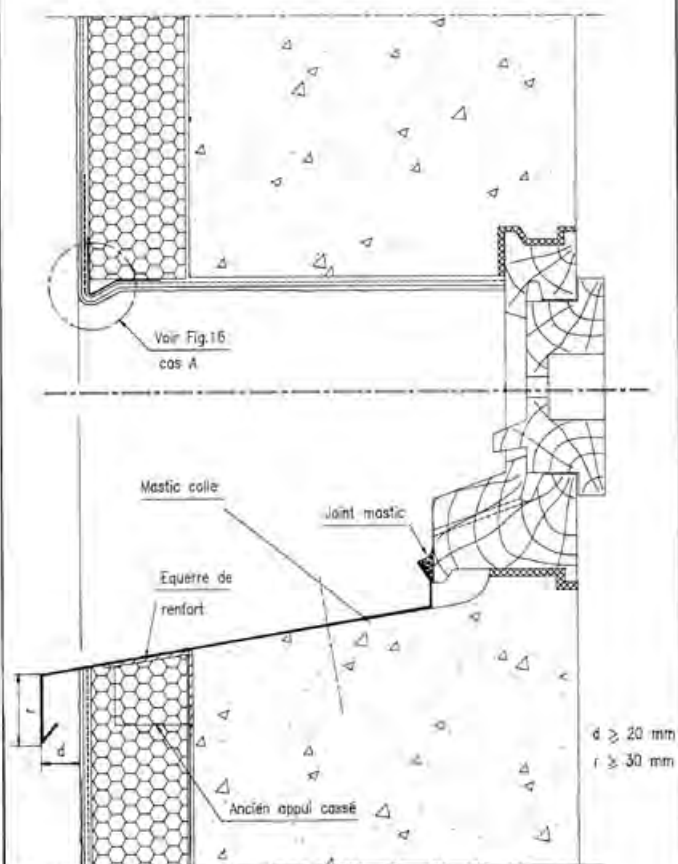


$d2 \geq 25 \text{ mm}$
 A une hauteur inférieure à 28 m : $r \geq 50 \text{ mm}$
 A une hauteur supérieure à 28 m et en front de mer : $r \geq 100 \text{ mm}$

**Figure 14 Coupes sur baies en service
Appui maçonné conservé**

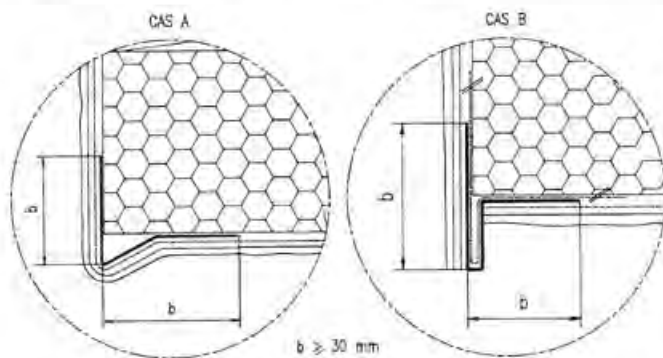
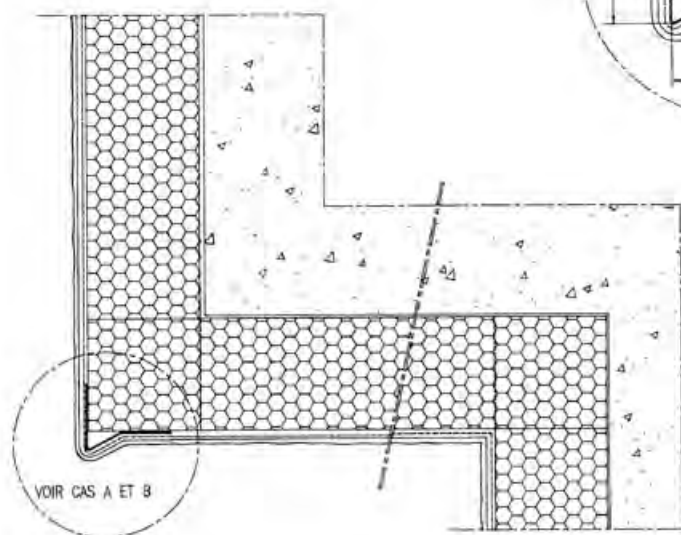


**Figure 15 Coupes sur baies en service
Appui maçonné trop court**



Cette solution ne peut être réalisée que si les drainages des feuillures ne sont pas occultés.

Figure 16 Angles horizontaux (coupe verticale)



Exemple de profilé avec armature incorporée

Figure 17 Coupes sur baies en service
(coupe horizontale)

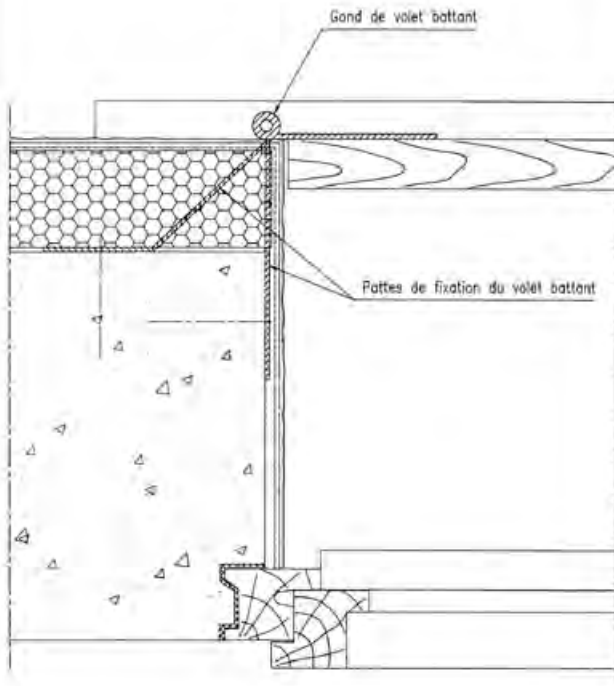


Figure 18 Raccordement avec d'autres systèmes d'isolation
(coupe horizontale)

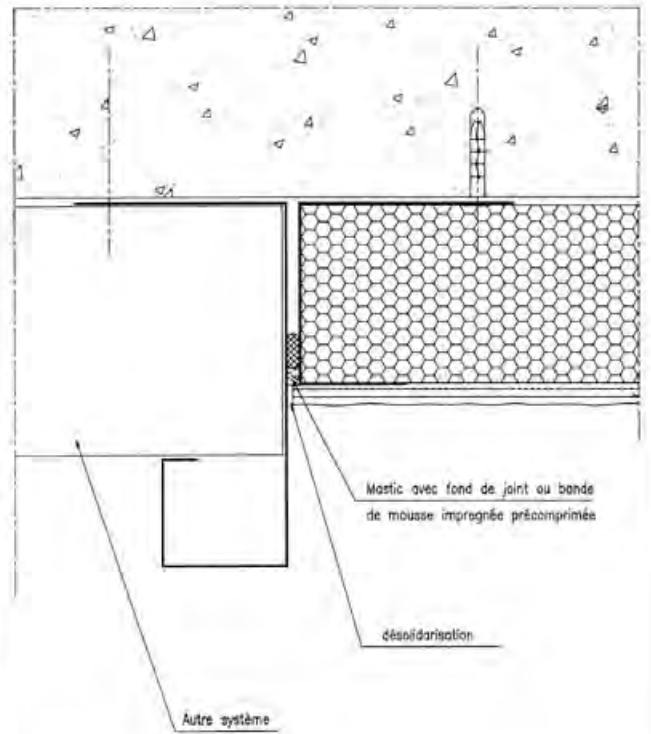
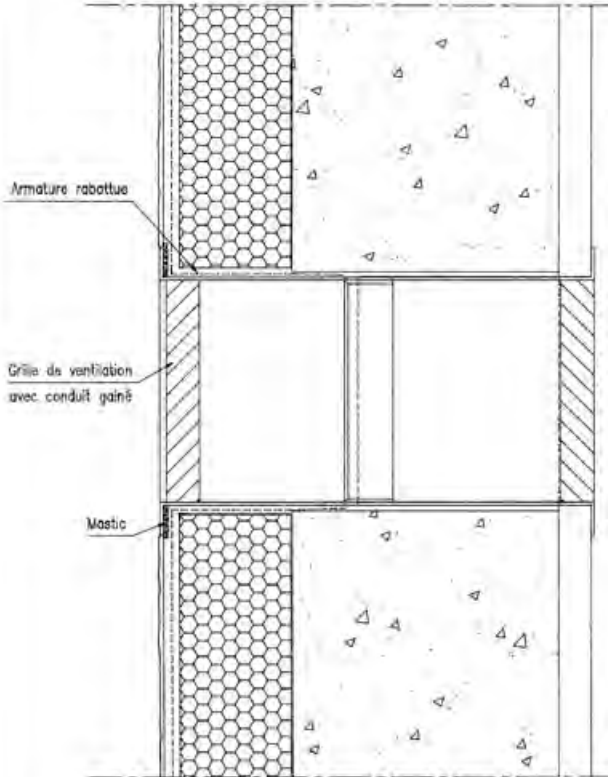


Figure 19 Orifice de ventilation



Toile rabattue sur les 4 faces de l'orifice grâce à une découpe préalable de l'armature selon le schéma suivant:



Figure 20 Passage de câble

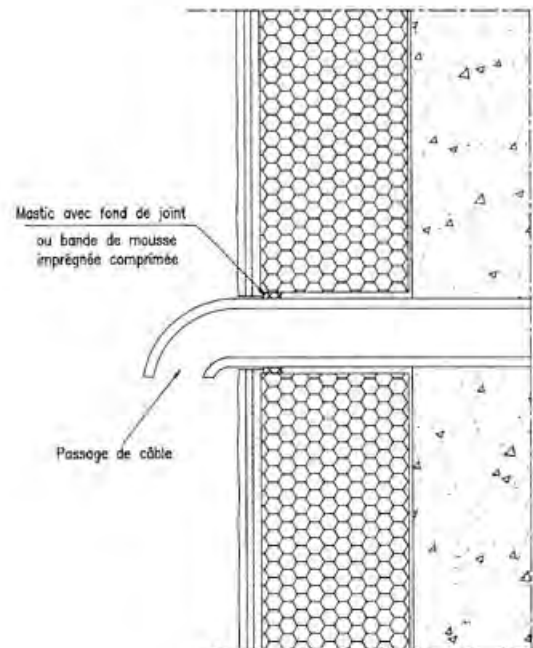
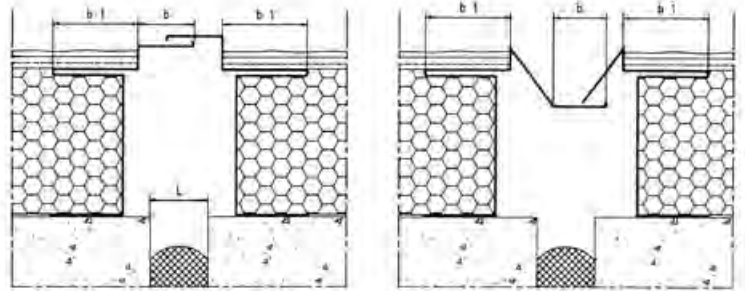


Figure 21
Joint de dilatation



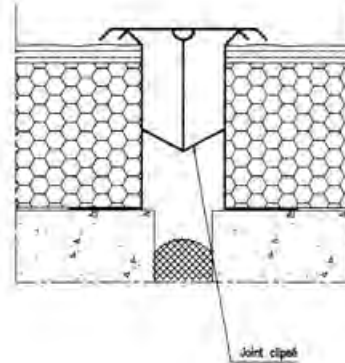
Un calfeutrement destiné à assurer l'étanchéité à l'air doit être réalisé au niveau de la maçonnerie avant pose de l'isolation.

$b \geq 20 \text{ mm}$
 $b1 \geq 25 \text{ mm}$

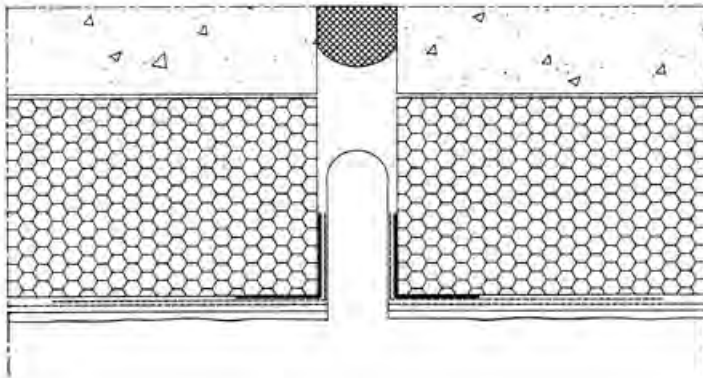
Le cache-joint doit à la fois :

- former écran à la pluie,
- absorber les mouvements entre les deux bords de l'isolation,
- être réalisé en matériau durable,
- résister aux sollicitations diverses (chocs, poinçonnement, ...),
- rester fixé compte tenu des mouvements prévisibles des bâtiments.

Un profilé à soufflet peut être envisagé à condition qu'il satisfasse à ces cinq exigences.



SURFACE PLANE



$b \geq 20 \text{ mm}$
 $b1 \geq 25 \text{ mm}$

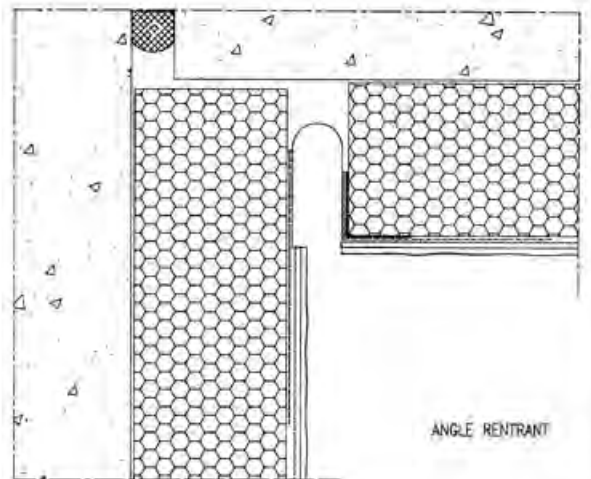
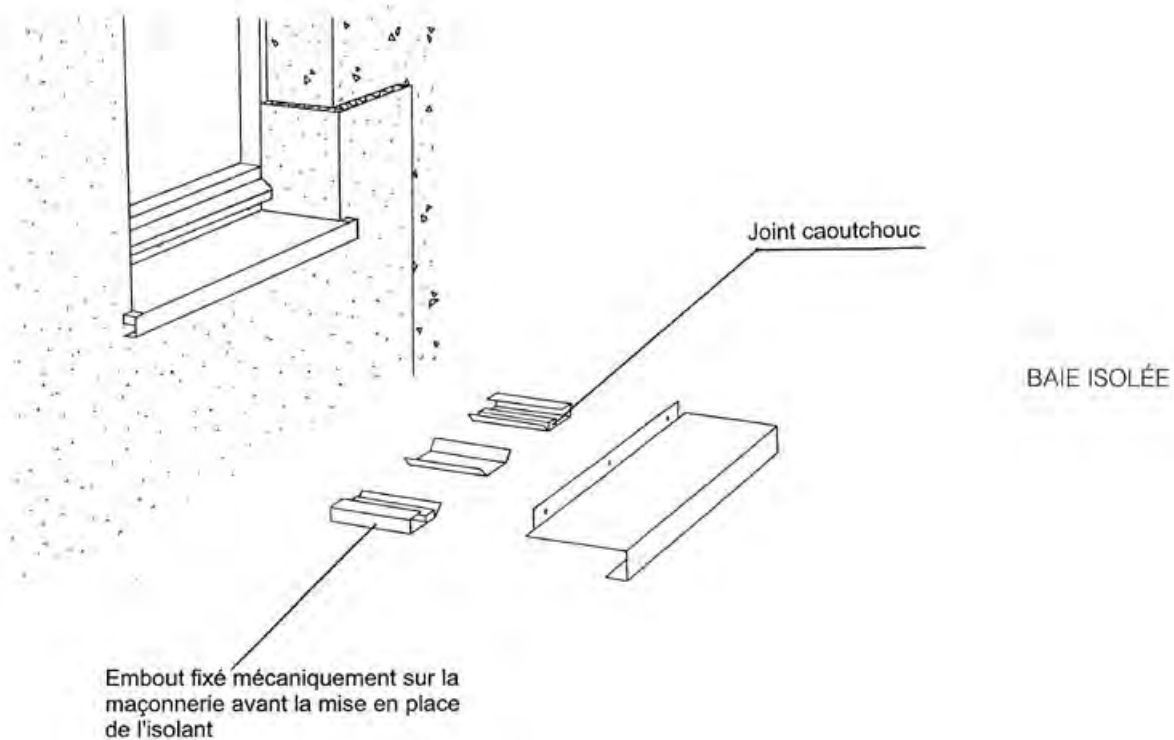
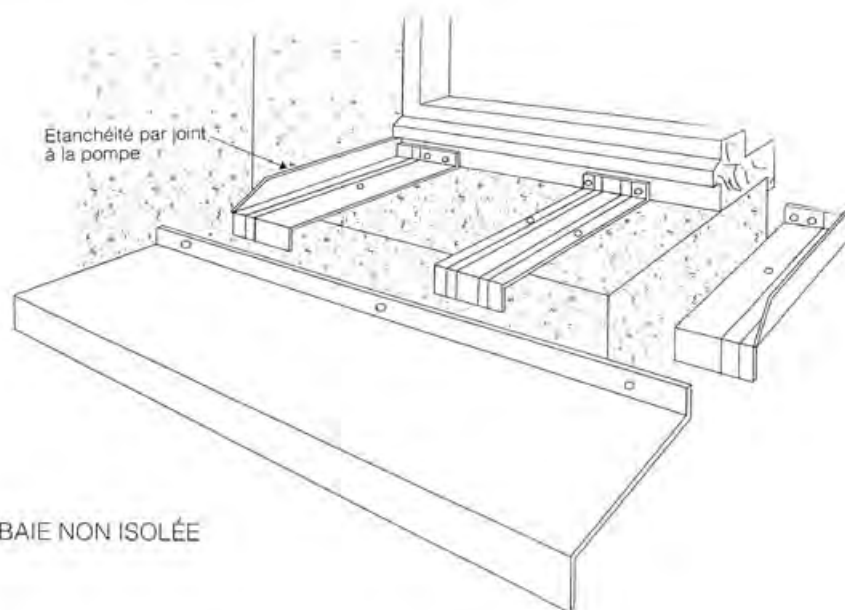


Figure 22
Appuis de baies



Annexe 1

Essais d'adhérence

Lorsque des essais in situ d'adhérence du produit de collage sont prévus, ils sont exécutés après préparation du support.

Ils sont réalisés sur 2 séries de 5 éprouvettes placées sur des surfaces différentes, représentatives des supports concernés.

Modalités de l'essai

Une bande de produit de collage d'environ 10 cm de large, 50 cm de long et 0,5 cm d'épaisseur est appliquée sur le support préparé.

Après durcissement, sont découpées jusqu'au support des surfaces circulaires ou carrées, d'environ 20 à 25 cm² correspondant à la surface des pastilles métalliques que l'on collera sur la surface découpée. Après séchage de la colle, on réalise les essais par traction à l'aide d'un dynamomètre.

L'arrachement ne doit pas se produire dans le plan de collage pour plus de 50 % des éprouvettes. Tout arrachement ayant lieu dans le plan de collage devra présenter des valeurs supérieures à 0,3 MPa.

En cas de support de faible cohésion, aucune valeur de rupture dans le support ne doit être inférieure à 0,1 MPa.

L'obtention de valeurs supérieures à 0,3 MPa (sans préparation) ne dispense, en aucun cas, de décaper les anciens revêtements organiques (peintures, RPE, RSE, ...).

Annexe 2

Détermination sur chantier de la charge maximale admissible applicable à une fixation mécanique

L'effort maximal applicable à une fixation mécanique perpendiculairement à une structure porteuse en maçonnerie d'éléments ou en béton dont on ignore les caractéristiques (cas des supports anciens) est déterminé sur la base d'essais de reconnaissance du support et de la méthode de calcul décrits ci-après.

1 Modalités des essais

Dans le cadre d'un même chantier, l'essai n'est à exécuter qu'une fois par type de structure porteuse. Deux structures porteuses étant considérées comme identiques lorsqu'elles ont la même constitution et que leur état de conservation reste comparable (1), il convient d'effectuer une rapide reconnaissance pour déterminer le nombre de structures porteuses différentes sur lesquelles on procédera aux essais.

Les modalités des essais correspondants sont précisés ci-après :

1,1 Nombre de fixations

Le nombre de fixations à poser est normalement égal à 15. Il pourra toutefois être exceptionnellement porté à 25 ou même 35 dans les cas suivants :

- le plus faible des 15 premiers résultats apparaît correspondre à une valeur anormalement basse (2), le nombre de fixations est alors porté de 15 à 25,
- les deux plus faibles des 25 premiers résultats apparaissent correspondre à des valeurs anormalement basses : le nombre de fixations est alors porté de 25 à 35 (3).

1. Les parties d'une même structure porteuse pour lesquelles un doute existe quant à l'homogénéité ou la conservation des caractéristiques (réparations, humidité permanente, ...) exigent une étude ponctuelle particulière.

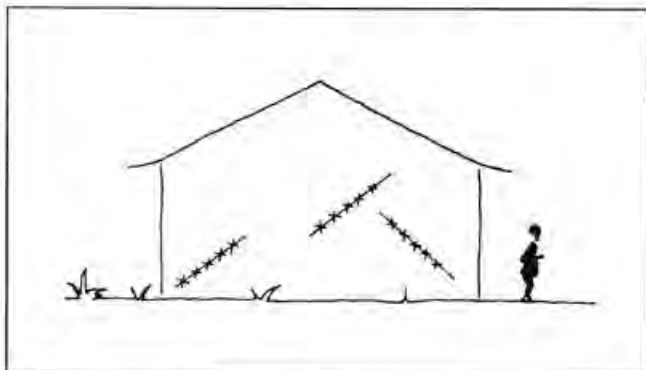
2. On entend par anormalement basse, la valeur qui serait inférieure au tiers de la moyenne des autres résultats.

3. Si l'ensemble des 35 résultats accusent plus de deux valeurs anormalement basses, la fixation est considérée comme non adaptée à la structure porteuse et ne peut être utilisée.

1,2 Emplacement des fixations

Les emplacements où doivent être posées les fixations se partagent en groupes de cinq, chaque groupe venant s'aligner sur une droite à 45° à raison d'un emplacement tous les 35 cm sur le même alignement.

Ces divers alignements sont répartis sur la façade, de façon à intéresser la plus grande surface possible.



1,3 Pose des fixations

Les fixations sont mises en place conformément aux prescriptions du fournisseur, notamment en ce qui concerne :

- le type d'outillage à utiliser,
- le mode de perçage, c'est-à-dire avec ou sans utilisation de la percussion,
- le type et le diamètre précis du foret,
- la profondeur du trou foré.

La fixation est serrée sur un mors détachable de l'appareil d'arrachement (essai direct sur l'ancrage).

1,4 Exécution de l'essai

On utilise un appareil d'arrachement permettant une croissance lente et continue de l'effort exercé.

L'appareil doit indiquer la charge exercée, avec une précision de l'ordre de 5 % sur la charge mesurée.

Son empattement doit être tel que les points d'appui de l'appareil sur la structure porteuse soient éloignés de la fixation d'au moins 15 cm sur support creux et d'au moins 10 cm sur support plein.

L'appareil est disposé de façon à ce que l'effort d'arrachement soit appliqué normalement à la structure porteuse et le mors détachable, ou éventuellement l'attache, bloqué par la fixation est solidarisé à l'appareil à l'aide d'une liaison articulée.

La vitesse de mise en charge est choisie telle que la charge maximale soit obtenue en une minute environ.

Dans la mesure où l'exécution de l'essai n'a pas été entachée d'une erreur ou d'une fausse manœuvre, aucun résultat ne doit être supprimé.

1,5 Mesures effectuées

Les mesures effectuées durant l'essai concernent la valeur de la charge maximale d'arrachement F_m .

Toutefois, si lors des premiers essais il est constaté un glissement appréciable, la charge maximale F_m est remplacée par la charge atteinte avant glissement.

Commentaire :

Cette charge correspond généralement à la charge de stabilisation une fois le glissement amorcé.

2 Interprétation des résultats et détermination de la charge admissible

La limite inférieure X_m des valeurs mesurées F_m (telle que 85 % de toutes les valeurs soient supérieures à X avec une probabilité de 90 %) est prise égale respectivement :

- à la plus petite valeur si $n = 15$ essais
- à l'avant-dernière valeur si $n = 25$ essais
- à l'avant-avant-dernière valeur si $n = 35$ essais

La valeur retenue comme charge admissible est prise

égale à $\frac{\alpha \cdot X_m}{5}$ (4)

où α (5) est un coefficient dont la valeur comprise entre 0 et 1 caractérise le comportement de la fixation elle-même (ex. fluage des matières plastiques).

4. Le choix de la valeur 5 pour le coefficient de sécurité découle de ce que, dans le calcul des efforts résultants sur les fixations, les charges dues aux vents sont prises correspondant aux vents normaux (cf. Avis Techniques).

5. A titre d'exemples les plus courants, les chevilles métalliques à expansion sont caractérisées par la valeur $\alpha = 1$ et les chevilles en polyamide 6 par la valeur $\alpha = 0,7$.

À défaut ou en attente d'une éventuelle procédure de certification de la qualité des fixations, les valeurs α caractérisant les fixations annoncées dans le Dossier technique seront précisées dans l'Avis Technique.

Annexe 3

Systèmes avec panneaux de polystyrène expansé de 500 x 500 mm fixés mécaniquement à la périphérie par profilés en PVC

Choix du mode de fixation en fonction de l'exposition au vent

Commentaire :

Cette annexe ne concerne que le cas général des panneaux de 500 x 500 mm.
Pour les autres formats, les valeurs de dépression sont indiquées dans les Avis Techniques.

Pour un bâtiment fermé isolé à base rectangulaire, satisfaisant la définition de la méthode simplifiée des règles NV 65, le choix du mode de fixation du point de vue des risques de dégradations dues aux effets du vent au sens du DTU NV 65 s'effectue selon les tableaux suivants :

| | Fixation des panneaux avec profilés de maintien horizontaux plus | Dépression maximale sous vent normal (Pa) |
|----------------|---|---|
| F ₁ | profilés de jonction verticaux (raidisseurs) | 700 |
| F ₂ | profilés de maintien verticaux d'au moins 20 cm avec 1 fixation au milieu | 1 100 |
| F ₃ | profilés de maintien verticaux de 40 à 43 cm avec 2 fixations espacées de 30 cm | 1 675 |

Site normal

| | | Partie courante | | | Zone de rive | | |
|---------------------|---------|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | | Région I | Région II | Région III | Région I | Région II | Région III |
| Hauteur du bâtiment | < 10 m | F ₁ | F ₁ | F ₁ | F ₁ | F ₁ | F ₂ |
| | < 20 m | | | | | F ₂ | F ₃ |
| | < 35 m* | | | | F ₂ | | |
| | < 50 m* | | | | F ₃ | | |

Site exposé

| | | Partie courante | | | Zone de rive | | |
|---------------------|---------|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | | Région I | Région II | Région III | Région I | Région II | Région III |
| Hauteur du bâtiment | < 10 m | F ₁ | F ₁ | F ₁ | F ₁ | F ₂ | F ₃ |
| | < 20 m | | | F ₂ | | | |
| | < 40 m* | | | F ₂ | F ₂ | F ₃ | ** |
| | < 45 m* | | | | | | |
| | < 50 m* | | | F ₂ | | | |

* L'application stricte de la méthode simplifiée est limitée à 30 m, les valeurs pour des hauteurs supérieures à 30 m n'ont donc qu'un caractère indicatif.

** Recours à un autre mode de fixation

Annexe 4

Informations sur le comportement des systèmes

La fabrication des différents constituants des systèmes fait l'objet d'un contrôle interne destiné à assurer leur constance de qualité. Ceci n'exclut cependant pas quelques variations de composition dues à la dispersion normale de fabrication.

0 Influence des conditions de préparation, d'application et de durcissement des colles et enduits

Les systèmes sont constitués de produits élaborés in situ. De ce fait, leurs caractéristiques et leur comportement ultérieur peuvent être affectés par les conditions de préparation ou par les conditions atmosphériques (température, humidité, vent) lors de l'application et du durcissement des produits.

Des modifications de caractéristiques peuvent être entraînées par une mauvaise préparation des colles et enduits :

- non-respect des taux de mélange,
- mélanges non homogènes,
- ajout d'eau dans les mélanges n'en nécessitant pas.

Appliqués à des températures très faibles, les colles et enduits peuvent perdre leurs caractéristiques d'adhérence et de cohésion et devenir friables, du fait :

- soit d'une moins bonne maniabilité (manque de mouillabilité, augmentation de consistance, ...),
- soit d'une exposition au gel en période de durcissement (la nuit notamment).

Appliqués par temps chaud et par vent sec, l'évaporation trop rapide de l'eau peut altérer les caractéristiques mécaniques des enduits. Ce risque est d'autant plus important que l'épaisseur de l'enduit est plus faible.

Les conditions de préparation et de mise en œuvre des colles et enduits peuvent ainsi être à l'origine de décollements, de fissurations ou de cloquages (cf. ci-dessous).

1 Comportement affectant la durabilité

1.1 Fissuration

Outre les caractéristiques propres des enduits qui déterminent leur sensibilité à la fissuration, les causes de fissuration peuvent être liées à la mise en œuvre :

- instabilité d'ensemble du système liée à une mauvaise fixation de l'isolant au support (cf. § 1.2 ci-dessous),
- préparation des enduits et conditions atmosphériques (cf. § 0 ci-dessus),
- mise en place des profilés de départ et latéraux :
 - profilés accolés sans espacement (dilatation bridée),
 - coïncidence des joints entre panneaux d'isolant avec les jonctions entre profilés,
 - coïncidence des joints entre panneaux d'isolant avec les discontinuités du support (joint entre panneaux préfabriqués, par exemple),

- débordement de la colle entre les panneaux,
- variations locales d'épaisseurs importantes de couche de base. Elles peuvent résulter :
 - d'un bourrage des joints ouverts entre panneaux,
 - d'une mauvaise planéité de la surface de l'isolant (désaffleurement entre panneaux, trous, ...),
 - de la présence de chevilles de fixation trop enfoncées dans l'isolant,
- épaisseur de la couche de base insuffisante pour enrober correctement l'armature en fibres de verre,
- mauvais positionnement de l'armature dans l'épaisseur de la couche de base (posée directement sur isolant ou trop en surface),
- recouvrement des lés d'armature non observé,
- mouchoirs d'armature aux angles de baie inexistantes,
- absence de désolidarisation au niveau des points durs,
- utilisation, en finition, de coloris foncés ou juxtaposition de coloris trop contrastés (chocs thermiques différentiels).

Les fissurations peuvent également être la conséquence d'utilisation de panneaux de polystyrène non conformes aux prescriptions (spécifiques ACERMI, stabilité dimensionnelle, ...). En particulier, une stabilité dimensionnelle insuffisante conduit à des retraits encore notables du polystyrène expansé en place, augmentant ainsi les contraintes aux joints entre panneaux.

1.2 Désolidarisation du support

1.2.1 Systèmes collés

Le décollement des systèmes complets du support est généralement la conséquence d'une reconnaissance et/ou d'une préparation insuffisantes du support :

- présence de salissures, poussières,
- présence d'huile de démoulage ou de produit hydrofuge,
- application sur supports gelés ou gorgés d'eau,
- application sur revêtements organiques existants (peintures, revêtements d'imperméabilité, RPE ou RSE) ou décapage insuffisant :

Commentaire :

Les colles, généralement à base de ciment, sont alors appliquées sur des revêtements formulés à partir de liants organiques. Il en résulte des réactions chimiques lentes, conduisant généralement au décollement du revêtement existant de son support.

Le décollement peut également résulter des conditions d'application :

- préparation de la colle et conditions atmosphériques (cf. § 0 ci-dessus).
 - à faible température ou par temps humide, le séchage de la colle peut nécessiter des délais plus importants,
 - une induction trop rapide peut alors engendrer des décollements partiels et, par conséquent, des perturbations ultérieures,
- mauvaise répartition de la colle au dos des panneaux d'isolant et écrasement insuffisant ne permettant pas d'assurer un contact satisfaisant de la colle avec le support,
- étanchéité aux arrêts du système insuffisante (bavettes, couvertines, ... inexistantes ou pas assez débordantes, mauvais calfeutrement aux points singuliers) permettant la pénétration d'eau entre le support et l'isolant.

1.22 Systèmes fixés mécaniquement

L'instabilité des systèmes fixés mécaniquement résulte des causes suivantes :

- utilisation de chevilles mal adaptées au support,
- mauvaise mise en œuvre (éclatement des supports en corps creux lors du perçage, trous oblongs, ...),
- densité de chevilles insuffisante en fonction de l'exposition au vent de la façade.

1.3 Décollement d'enduit, cloquages

Ces phénomènes résultent généralement des conditions d'application :

- préparation de l'enduit et conditions atmosphériques (cf. § 0 ci-dessus),
- délais de séchage non respectés,
- absence de couche d'impression entre la couche de base et le revêtement de finition,
- application sur surfaces de polystyrène expansé altérées (jaunissement, poudrage) sans ponçage.

Ces décollements peuvent également apparaître consécutivement à l'apparition d'une microfissure ou d'une fissure, siège d'une pénétration locale d'eau dans le système.

2 Comportement d'aspect

La finition décorative des systèmes d'isolation thermique extérieure par enduit sur isolant est apportée par le revêtement de finition et, principalement, par des revêtements plastiques épais (RPE).

Les défauts d'aspect rencontrés, résultant soit d'une mauvaise planéité de la couche de base, soit de l'application de la couche de finition n'ont aucune incidence sur la qualité et la durabilité du système.

2.1 Salissures - Mousses

Les salissures peuvent être dues à la pollution atmosphérique ou au rejaillissement de terre en partie basse.

Des désordres d'aspect peuvent également être la conséquence du développement de micro-organismes (algues, mousses, champignons, lichens) sur les façades ou parties de façades qui restent humides ou séchent mal et généralement situées à proximité de végétation, malgré les biocides incorporés dans la formulation du RPE.

Ces salissures et ces mousses apparaissent plus rapidement sur les revêtements à relief important facilitant leur accrochage, notamment sur les RPE roulés.

L'aspect peut parfois être altéré par la présence de toiles d'araignées qu'il est possible d'éliminer par lavage ou brossage.

2.2 Défaut d'aspect

On désigne ainsi généralement les variations de couleur ou d'aspect sur une même façade (nuançage), ainsi que les réapparitions des joints entre panneaux d'isolant (spectres).

Ces phénomènes résultent généralement des conditions d'application

- conditions atmosphériques
 - appliqués par temps froid et/ou humide, les revêtements présenteront des temps de durcissement et de séchage lents et irréguliers conduisant à des différences de couleur et de ton,
 - appliqués par temps chaud et vent sec, les revêtements sèchent trop rapidement pouvant conduire à des faïençages ainsi qu'à l'apparition des reprises,
- absence de couche d'impression avant l'application du RPE, pouvant conduire à une application plus difficile avec, pour conséquence, l'apparition de reprises et une structure hétérogène,
- application de quantités trop faibles de RPE qui ne permettent pas d'atténuer les défauts de planéité de la couche de base,
- présence de pointes utilisées à titre de maintien provisoire ou utilisation de profilés corrodables (acier, même galvanisé, entre autres) conduisant à l'apparition de taches de rouille.

Les défauts d'aspect peuvent également résulter de l'utilisation de teintes soutenues qui sont susceptibles de passer suite à l'action répétée de cycles humidification/séchage auxquelles sont soumises les parties les plus exposées comparativement aux parties protégées (dessous de baie).

Ceci peut également survenir suite à un délavage en cours de travaux lors d'un orage.

Certains défauts d'aspect, préférentiellement visibles au niveau des joints entre panneaux, peuvent aussi provenir de l'application de la finition sur les panneaux de polystyrène bombés, ne permettant pas de structurer le RPE de manière homogène.

Des phénomènes de carbonatation peuvent également être observés lorsque la finition est assurée par l'enduit de base (finition projetée, notamment).

Annexe 5

Entretien, rénovation et réfection de dégradations

La rénovation de systèmes présentant des microfissures, fissures ou des dégradations importantes nécessitant une réhabilitation générale n'est pas visée par le présent document.

Comme tous les revêtements de façade exposés aux sollicitations climatiques, les systèmes d'isolation thermique extérieure par enduit mince sur polystyrène expansé nécessitent un entretien.

L'entretien normal comporte notamment le nettoyage des micro-organismes (algues, mousses, ...) et autres dépôts (cf. § 1), le maintien en bon état de la toiture (couvertines, protections horizontales d'acrotères, ...), des évacuations d'eau pluviale (gouttières, ...) et des ouvrages qui contribuent à l'imperméabilité de la façade (larmiers, ...).

L'entretien comporte également la réfection des systèmes détériorés par un usage anormal (cf. § 2).

Après chaque période de l'ordre de 10 ans, une rénovation d'aspect de ces systèmes s'avère généralement nécessaire, variable en fonction du relief de la façade (modénatures, ...), de la structure du revêtement de finition, de l'environnement et de l'exposition de la façade.

L'utilisation de haute température ou de produits solvants susceptibles d'altérer le polystyrène expansé est notamment à proscrire.

1 Entretien et rénovation d'aspect

Ce chapitre concerne les systèmes présentant des salissures, consécutives à la pollution atmosphérique ou au rejaillissement de terre en partie basse, ainsi que ceux recouverts de micro-organismes (algues, ...).

1,1 Entretien par lavage

Dans de très nombreux cas, un simple lavage à l'eau sous faible pression, additionnée ou non d'un détergent peu agressif et bien adapté, suivi d'un rinçage abondant, peut redonner un aspect satisfaisant.

Il est important de ne pas prolonger cette opération de manière à limiter l'introduction d'humidité dans ces systèmes.

1,2 Élimination des micro-organismes

De nombreux produits sont proposés pour le traitement des systèmes contaminés par les micro-organismes, généralement formulés à partir de composés organiques en dispersion aqueuse.

Les formulations en phase solvant sont à exclure en raison du risque de dégradation du polystyrène expansé.

Ils sont généralement appliqués, de préférence sur des surfaces préalablement nettoyées par lavage et débarrassées au maximum de leurs salissures, à l'aide d'un rouleau ou d'une brosse, afin de bien imprégner la surface. Après une action de quelques jours à l'abri de la pluie, l'élimination des micro-organismes s'opère seule ou à l'aide d'un brossage en fonction des produits.

Remarque :

L'eau de Javel du commerce titrée à environ 18° Baumé, diluée à 10 à 15 % dans de l'eau, peut également être envisagée pour un simple nettoyage.

1,3 Rénovation par peinture

La rénovation de systèmes non dégradés par application d'une peinture ou d'un revêtement exige des produits présentant des caractéristiques particulières, notamment une bonne compatibilité avec tous les constituants du système, ainsi qu'une bonne résistance aux chocs thermiques et aux micro-organismes.

L'aptitude du revêtement à ne pas bloquer le transfert de vapeur d'eau doit également être vérifiée.

2 Réfection des dégradations

Comme toutes les parois exposées aux sollicitations extérieures, les systèmes d'isolation thermique extérieure par enduit mince peuvent subir un certain nombre de dégradations résultant d'actes généralement de vandalisme (chocs, perforations, arrachement).

En général, ces désordres affectent notablement le système et peuvent mettre en cause sa durabilité s'ils ne sont pas rapidement traités.

2,1 Réfection des petits chocs

Dans le cas de dégradations sur des surfaces n'excédant pas 2 cm², la réfection consiste simplement à reboucher le trou avec un enduit de parement identique à celui utilisé en finition.

2,2 Réfection des chocs importants mais localisés

Des dégradations sur des surfaces importantes nécessitent un remplacement local du système.

La méthode suivante peut être adoptée :

1) Délimiter une surface carrée ou rectangulaire à quelques centimètres au delà des bords de la dégradation existante. Découper ensuite à la disqueuse l'enduit et l'isolant et retirer le système complet jusqu'au support. Nettoyer le support, éliminer toutes traces de collages, plots, ... Entailler l'enduit en place à 45° dans les angles et dégager l'armature sur environ 10 cm à partir des bords de la découpe, puis dégrader le revêtement existant dans la partie ainsi dégagée.

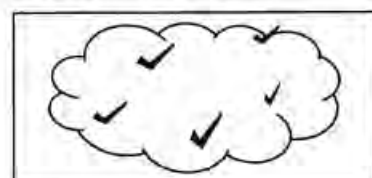
2) Découper un panneau d'isolant de mêmes dimensions que celles de la partie enlevée et le coller en remplacement avec une colle de même nature que celle du système.

3) Après séchage de la colle, préparer un morceau d'armature dont les dimensions seront d'environ 5 cm plus grandes que celles de la partie découpée. Enduire grasement l'isolant rapporté avec l'enduit de base, dans lequel on vient maroufler le morceau d'armature, puis rabattre l'armature dégagée. Appliquer une deuxième passe d'enduit de base pour ne conserver qu'une différence d'épaisseur égale à celle de l'enduit de finition.

4) Après séchage, appliquer le produit d'impression et l'enduit de finition.

Ces réfections permettent de traiter techniquement les désordres, mais aussi soignée soit-elle, la réparation reste visible par la différence d'aspect entre l'enduit ancien et l'enduit neuf.

La réparation peut être masquée par la remise en peinture de panneaux complets ou par la réalisation de motifs décoratifs localisés (cf. exemple ci-après).





PARIS - MARNE-LA-VALLÉE - GRENOBLE - NANTES - SOPHIA ANTIPOLIS
CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DU BATIMENT

4, avenue du Recteur-Poincaré - F-75782 Paris Cedex 16
Tél. : 01 40 50 28 28 - Fax : 01 45 25 61 51 - Internet : www.cstb.fr