

Systèmes d'isolation thermique extérieure par enduit sur isolant faisant l'objet d'un Avis Technique ou d'un Document Technique d'Application

Cahier des Prescriptions Techniques d'emploi et de mise en œuvre

Cahier des Prescriptions Techniques

Ce document a été entériné par le Groupe Spécialisé n° 7 le 02/06/2026. Ce document annule et remplace le *cahier 3035_V3* de septembre 2018

Groupe Spécialisé n° 7

Systèmes d'isolation extérieure avec enduit et produits connexes



Commission chargée de formuler des Avis Techniques
et Documents Techniques d'Application

(arrêté du 21 mars 2012)

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 - Internet : www.ccfat.fr

Établissement public au service de l'innovation dans le bâtiment, le CSTB, Centre Scientifique et Technique du Bâtiment, exerce quatre activités clés : la recherche, l'expertise, l'évaluation, et la diffusion des connaissances, organisées pour répondre aux enjeux de la transition écologique et énergétique dans le monde de la construction. Son champ de compétences couvre les produits de construction, les bâtiments et leur intégration dans les quartiers et les villes.

Avec plus de 900 collaborateurs, ses filiales et ses réseaux de partenaires nationaux, européens et internationaux, le groupe CSTB est au service de l'ensemble des parties prenantes de la construction pour faire progresser la qualité et la sécurité des bâtiments.

Toute reproduction ou représentation intégrale ou partielle, par quelque procédé que ce soit, des pages publiées dans le présent ouvrage, faite sans l'autorisation de l'éditeur ou du Centre Français d'Exploitation du droit de copie (3, rue Hautefeuille, 75006 Paris), est illicite et constitue une contrefaçon. Seules sont autorisées, d'une part, les reproductions strictement réservées à l'usage du copiste et non destinées à une utilisation collective et, d'autre part, les analyses et courtes citations justifiées par le caractère scientifique ou d'information de l'œuvre dans laquelle elles sont incorporées (Loi du 1^{er} juillet 1992 – art. L 122-4 et L 122-5 et Code Pénal art. 425).

© CSTB

SOMMAIRE

1. Généralités	6
1.1. Objet.....	6
1.2. Domaine d'application	6
1.3. Documents de référence en vigueur	7
1.3.1. Références normatives.....	7
1.3.2. Documents du Groupe Spécialisé n° 7	8
1.3.3. Autres documents.....	8
1.4. Terminologie.....	9
1.5. Conception	11
2. Conditions d'emploi	12
2.1. Choix des systèmes en fonction de l'exposition de la paroi	12
2.1.1. Exposition aux chocs et aux dégradations	12
2.1.2. Exposition au vent	12
2.1.3. Exposition à la pluie.....	13
2.1.4. Exposition aux rayonnements solaires	13
2.1.5. Exposition au froid et à la neige.....	14
2.1.6. Exposition aux salissures	14
2.2. Choix des systèmes en fonction de la réglementation incendie.....	14
2.3. Choix des systèmes en fonction de la réglementation sismique	14
2.4. Choix des systèmes en fonction de la Réglementation Thermique.....	15
3. Composants.....	15
3.1. Colles.....	15
3.2. Dispositifs de fixation mécanique	15
3.2.1. Chevilles de fixation pour isolant	15
3.2.2. Clous de fixation	16
3.2.3. Autres dispositifs.....	16
3.3. Panneaux isolants	16
3.3.1. Panneaux en polystyrène expansé (PSE).....	17
3.3.2. Autres panneaux isolants	17
3.4. Armatures	17
3.5. Enduit de base.....	17
3.6. Produit d'impression	17
3.7. Enduit de finition	17
3.8. Revêtement décoratif	18

3.9.	Éléments décoratifs	18
3.10.	Composants auxiliaires de mise en œuvre	18
3.10.1.	Profils de raccordement et de protection.....	18
3.10.2.	Produits de garniture ou de calfeutrement	20
4.	Conditions de mise en œuvre	22
4.1.	Reconnaissance et préparation des supports	22
4.1.1.	Supports neufs.....	22
4.1.2.	Supports existants	23
4.1.3.	Travaux d'ETICS et conduits de cheminées (NF DTU 24.1)	24
4.2.	Mise en œuvre.....	25
4.2.1.	Dispositions générales.....	25
4.2.2.	Mise en place des profils d'arrêt et de protection	26
4.2.3.	Préparation de la colle et de l'enduit de base.....	28
4.2.4.	Mise en place de l'isolant.....	28
4.2.5.	Renforts des points singuliers.....	37
4.2.6.	Réalisation de la couche de base armée.....	39
4.2.7.	Application du revêtement de finition.....	41
4.3.	Traitement des points d'ancrage de l'échafaudage	41
4.4.	Remblaiement	42
4.5.	Conditions de réception des ouvrages	42
5.	Détails de mise en œuvre aux points singuliers	43
5.1.	Principes généraux.....	43
5.2.	Carnet de détails	43
5.2.1.	Départs en partie basse.....	43
5.2.2.	Arrêts	51
5.2.3.	Protection haute.....	58
5.2.4.	Angles.....	63
5.2.5.	Joints	65
5.2.6.	Raccordements avec d'autres systèmes d'isolation	68
5.2.7.	Raccordements avec des équipements.....	73
6.	Entretien et rénovation, réfection des dégradations, surisolation	75
6.1.	Entretien et rénovation	75
6.2.	Réfection des dégradations	75
6.2.1.	Réfection des petits chocs.....	75
6.2.2.	Réfection des chocs importants mais localisés	75
6.3.	Surisolation.....	76
6.3.1.	Diagnostic préalable	76
6.3.2.	Travaux préparatoires.....	76
6.3.3.	Mise en place des profils de départ.....	79
6.3.4.	Bandes filantes de protection incendie	80
6.3.5.	Mise en place de l'isolant.....	80
6.3.6.	Renforts des points singuliers.....	80

6.3.7.	Mise en œuvre du système d'enduit en partie courante	80
7.	Informations sur le comportement des systèmes	81
7.1.	Influence des conditions de préparation, d'application et de durcissement des colles et enduits	81
7.2.	Comportement affectant la durabilité.....	81
7.2.1.	Fissuration	81
7.2.2.	Désolidarisation du support	82
7.2.3.	Décollements d'enduit, cloquages	82
7.3.	Comportement d'aspect.....	83
7.3.1.	Salissures	83
7.3.2.	Défauts d'aspect	83
8.	Annexe 1 : Détermination sur chantier de l'adhérence d'une colle sur un support	85
8.1.	Principe.....	85
8.2.	Modalités des essais	85
8.3.	Analyse des résultats	85
9.	Annexe 2 : Détermination sur chantier de la résistance en traction d'une fixation (cheville ou clou) dans un support	86
9.1.	Principe.....	86
9.2.	Modalités des essais	86
9.2.1.	Type de support.....	86
9.2.2.	Nombre d'essais et emplacement des chevilles ou clous.....	86
9.2.3.	Exécution de l'essai et mesures effectuées.....	87
9.3.	Détermination de la résistance caractéristique et de la classe de résistance	87
9.4.	Contenu du rapport d'essais.....	88
10.	Annexe 3 – Travaux de remblaiement	89
10.1.	Prescriptions communes à tous les remblaiements	89
10.1.1.	Préparation de l'emprise.....	89
10.1.2.	Matériaux pour remblais – Interdictions et modalités d'emploi.....	89
10.1.3.	Mise en place des remblais	89
10.2.	Remblaiement au contact des bâtiments et sous ceux-ci	90
10.2.1.	Matériaux à utiliser - Interdictions et modalités d'emploi	90
10.2.2.	Mise en place des remblais	90
10.3.	Remblaiement derrière un mur de soutènement ou de sous-sol	90
10.4.	Remblaiement des tranchées pour galeries enterrées, égouts et canalisations	90
10.4.1.	Galeries enterrées et égouts	90
10.4.2.	Buses de béton ou de grès, canalisations de toute nature	90
11.	Annexe 4 – Pose sur parois courbes	91
11.1.	Dispositions particulières de conception	91
11.2.	Dispositions particulières de mise en œuvre	91
11.2.1.	Panneaux prédécoupés ou moulés en usine	91
11.2.2.	Panneaux plans posés verticalement.....	91

1. Généralités

1.1. Objet

Le présent document a pour objectif de définir les conditions générales d'emploi et de mise en œuvre des systèmes d'isolation thermique extérieure par enduit appliqué sur isolant en polystyrène expansé, laine minérale (laine de roche, ou laine de verre), fibres de bois ou mousse phénolique, faisant l'objet de Documents Techniques d'Application (DTA) ou d'Avis Techniques (AT).

Les enduits sur isolant appartiennent à la famille des systèmes d'isolation thermique extérieure par enduit sur isolant (acronyme européen « ETICS »). Ils sont constitués de panneaux isolants rigides manufacturés, recouverts d'une couche de base armée d'un treillis en fibres de verre. Cette couche de base est revêtue d'une couche de finition.

Les panneaux en polystyrène expansé sont fixés au support par collage ou par fixation mécanique précédée d'un calage.

Les panneaux en laine minérale, en fibres de bois ou en mousse phénolique sont fixés au support par fixation mécanique précédée d'un calage.

Des dispositions particulières différentes de celles qui suivent peuvent être adoptées : elles sont alors explicitement indiquées dans le DTA ou l'AT et prévalent sur celles du présent document.

Commentaire :

Les systèmes soumis au marquage CE, par le biais d'une Évaluation Technique Européenne (ÉTE) établie selon l'EAD 040083-00-0404 ou selon l'EAD 040083-01-0404 (version en vigueur), font l'objet d'un DTA. Dans le cas contraire, ils font l'objet d'un Avis Technique.

Ces systèmes ne participent en aucun cas 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 la paroi support.

Ces systèmes n'apportent pas la fonction d'étanchéité à l'air.

L'étanchéité à l'eau est assurée par l'ensemble du système et de la paroi support.

1.2. Domaine d'application

Le présent document vise les systèmes appliqués sur les parois extérieures, verticales des bâtiments neufs ou existants, et sur les parois horizontales ou inclinées lorsqu'elles ne sont pas exposées à la pluie (loggias, voussures, préaux, sous-faces de planchers, etc.).

Ces parois peuvent être :

- Planes
- Courbes conformément à l'Annexe 4.

Dans le cas d'une isolation en sous-face de balcons ou de terrasses exposées à la pluie, il conviendra de vérifier l'étanchéité existante (état, fonction) et/ou traiter préalablement ces derniers par une étanchéité horizontale.

Commentaire :

On entend par parois verticales, les parois ne faisant pas un angle supérieur à 5° (environ 9%) par rapport à la verticale.

Les supports admis sont les suivants :

- Supports neufs :
 - Béton brut de granulats courants ou légers (béton banché ou panneaux préfabriqués) conforme à l'EN 206/A2 ;
 - Maçonneries d'éléments enduites au mortier de liants hydrauliques (blocs en béton de granulats, briques ou blocs en terre cuite, blocs en béton cellulaire auto-clavé) ;
 - Maçonneries d'éléments non enduites.

Ces supports doivent être conformes aux Documents Techniques Unifiés (DTU) les concernant, notamment le NF DTU 20.1, le NF DTU 21, le DTU 22.1 et le DTU 23.1.

Commentaire :

Dans le cas des maçonneries non enduites, on s'assurera des dispositions à prendre pour assurer l'étanchéité à l'air lorsque cette dernière est requise (par exemple mise en œuvre d'un enduit intérieur ou d'un mortier d'enduit extérieur).

- Supports existants :
 - Maçonneries non enduites et béton banché non revêtu ;
 - Maçonneries et béton enduits, peints ou revêtus de revêtements organiques ;
 - Panneaux préfabriqués en béton ;
 - Maçonneries, bétons et panneaux préfabriqués en béton revêtus de revêtements minéraux (peintures ou enduits minéraux, carrelage, grès cérame, pâte de verre, etc.).

Pour la pose collée des panneaux isolants, les enduits à base de plâtre et les carreaux céramiques (ou analogues) de dimensions supérieures à $7,5 \times 7,5 \text{ cm}^2$ ne sont pas visés dans le présent document (dépose totale obligatoire). Dans le cas d'une pose chevillée, la dépose n'est pas obligatoire, mais nécessite une reconnaissance préalable (cf. §4.1.1.2).

Commentaire :

Certains anciens supports sont amiantés. Il conviendra de respecter la législation en vigueur pour la mise en œuvre d'ETICS sur ces supports.

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 isolants doit être au moins égale à celle de l'isolant contenu entre les deux voiles en béton et au moins égale à 60 mm ;

1.3. Documents de référence en vigueur

1.3.1. Références normatives

- NF EN ISO 11600 : Produits pour joints – Classification et exigences pour les mastics.
- NF EN 13162 : Produits isolants thermiques pour le bâtiment – Produits manufacturés en laine minérale (MW) - Spécification.
- NF EN 13163 : Produits isolants thermiques pour le bâtiment – Produits manufacturés en polystyrène expansé (EPS) – Spécification.
- NF EN 13166 : Produits isolants thermiques pour le bâtiment – Produits manufacturés en mousse phénolique – Spécification.
- NF EN 13171 : Produits isolants thermiques pour le bâtiment – Produits manufacturés en Fibres de bois – Spécification.
- NF EN 13501-1 : Classement au feu des produits et éléments de construction – Partie 1 : classement à partir des données d'essais de réaction au feu.
- NF DTU 20.1 : Ouvrages en maçonnerie de petits éléments – Parois et murs.
- NF DTU 21 : Exécution des ouvrages en béton.
- DTU 22.1 : Murs extérieurs en panneaux préfabriqués de grandes dimensions du type, plaque pleine ou nervurée en béton ordinaire.
- DTU 23.1 : Murs en béton banché.
- NF DTU 26.1 : Travaux d'enduits de mortiers.
- NF DTU 42.1 : Réfection de façades en service par revêtements d'imperméabilité à base de polymères.
- NF DTU 44.1 : Étanchéité des joints de façade par mise en œuvre de mastics.

- FD DTU 45.3 : Travaux de bâtiment - Bâtiments neufs isolés thermiquement par l'extérieur - Guide de conception des bâtiments et de rédaction des documents particuliers du marché (DPM)
- NF DTU 59.1 : Revêtements de peinture en feuil mince, semi-épais, ou épais.
- NF P 30-303 : Couverture de bâtiment – Compléments d'étanchéité préformés pour couverture en fibres-ciment. Spécifications – Essais.
- NF P 85-570+A1 Produits pour joints — Mousses imprégnées — Spécifications et méthodes d'essai
- NF T 30-608 : Enduits de peinture pour travaux intérieurs et/ou extérieurs.
- NF DTU 24.1 : Travaux de fumisterie
- NF P 85-560 Produits pour joints - Garniture d'étanchéité et produits annexes pour miroiterie-vitrierie - Fonds de joints en matériaux alvéolaires souples

1.3.2. Documents du Groupe Spécialisé n° 7

- Définition des caractéristiques des treillis en fibres de verre utilisés dans les systèmes d'isolation thermique extérieure par enduit sur isolant – Cahier du CSTB 3204_V2, janvier 2012.
- Règles pour la mise en œuvre en zones sismiques des systèmes d'isolation thermique extérieure par enduit sur isolant – Cahier du CSTB 3699_V4, décembre 2023.
- Détermination de la résistance au vent des systèmes d'isolation thermique extérieure par enduit sur isolant fixés mécaniquement par chevilles – Cahier du CSTB 3701, janvier 2012.
- Détermination de la résistance au vent des systèmes d'isolation thermique extérieure par enduit sur polystyrène expansé fixés mécaniquement par profilés – Cahier du CSTB 3702, janvier 2012.
- Détermination de la sollicitation du vent selon l'Eurocode 1 : application au cas des systèmes d'isolation thermique extérieure par enduit sur isolant – Cahier du CSTB 3749, juillet 2014.
- Systèmes d'isolation thermique extérieure par enduit sur polystyrène expansé : principe de mise en œuvre autour des baies ; liaison avec les fenêtres – Cahier du CSTB 3709_V2, juin 2015.
- Systèmes d'isolation thermique extérieure par enduit sur polystyrène expansé : conditions de mise en œuvre des bandes filantes pour protection incendie – Cahier du CSTB 3714_V2, février 2017.

1.3.3. Autres documents

- European Assessment Document : External Thermal Insulation Composite Systems (ETICS) with renderings – EAD 040083-00-0404, édition- January 2019.
- European Assessment Document : External Thermal Insulation Composite Systems (ETICS) with renderings – EAD 040083-01-0404, édition- October 2024¹.
- European Assessment Document : Plastic anchors for fixing of ETICS with rendering – EAD 330196_00_0604, édition June 2016.
- European Assessment Document : Plastic anchors made of virgin or non-virgin material for fixing of external thermal insulation composite systems with rendering – EAD 330196_01_0604, édition July 2017.
- European Assessment Document : Powder actuated fastener for the fixing of ETICS in concrete – EAD 330965-00-0601, édition March 2017.
- Règles professionnelles pour l'entretien et la rénovation de systèmes d'isolation thermique extérieure « ETICS », FFB (UPPF et SFJF) – édition DTSB, décembre 2004 – révision, janvier 2010.
- Certification ACERMI – Cahier Technique F : Profil d'usage ISOLE _ révision C_ mars 2017.
- Règles Professionnelles S.E.L. (Systèmes d'Etanchéité Liquide) sur balcons et planchers sur espaces non clos - Janvier 2024
- Guide de Préconisations « Protection contre l'incendie des façades béton ou maçonnerie revêtues de systèmes d'isolation thermique extérieure par enduit sur polystyrène expansé de septembre 2020 » (noté « GP ETICS PSE »).

¹ Dans la suite du texte, l'expression « référentiel d'évaluation européen » désigne soit l'EAD 040083-00-0404, soit l'EAD 040083-01-0404 selon le référentiel utilisé.

- Règles professionnelles pour le traitement de l'étanchéité des joints de façades et de menuiseries par l'utilisation de mousses imprégnées, FFB (SFJF) - édition de décembre 2021.
- Règles professionnelles pour le traitement de l'étanchéité des joints de façades et de menuiseries par l'utilisation de systèmes d'étanchéité membranes, FFB (SFJF) - édition de juin 2021.

1.4. Terminologie

Colle²

Mortier destiné au collage des panneaux isolants contre le support. La colle permet également d'ajuster l'alignement des panneaux isolants entre eux afin de limiter les désaffleurements.

Produit de calage

Mortier destiné à maintenir provisoirement les panneaux isolants contre le support, avant fixation mécanique. Le produit de calage permet également d'ajuster l'alignement des panneaux isolants entre eux afin de limiter les désaffleurements.

Fixation mécanique

Cheville ou clou par pisto-scèlement, destiné à assurer le maintien du système au support.

Enduit de base (ou sous-enduit)

Enduit appliqué directement sur les panneaux isolants, en une ou en plusieurs passes, et permettant la réalisation de la couche de base armée.

Couche de base armée

Couche d'enduit de base appliquée directement sur les panneaux isolants en une ou en plusieurs passe(s) et comportant la ou les armature(s). La couche de base armée confère au système l'essentiel de ses caractéristiques mécaniques et contribue à sa protection contre les sollicitations climatiques.

Produit d'impression

Produit appliqué sur la couche de base armée, en vue de préparer l'application de l'enduit de finition.

Enduit de finition

Enduit appliqué sur la couche de base armée, avec ou sans l'application préalable d'un produit d'impression. L'enduit de finition participe à la protection et contribue à l'esthétique.

Revêtement décoratif

Produit appliqué sur l'enduit de finition et contribuant majoritairement à l'esthétique.

Couche de finition

Enduit de finition avec ou sans produit d'impression, avec ou sans revêtement décoratif.

Système d'enduit

Ensemble constitué de la couche de base armée et de la couche de finition.

² Terme employé pour désigner le composant sous ses différentes formes successives : produit servant à sa préparation (conditionné le plus souvent en seau ou en sac) ; mortier ou pâte à appliquer ; ouvrage réalisé.

Armature

Treillis en fibres de verre destiné à améliorer les caractéristiques mécaniques de l'enduit de base et à assurer la continuité du système d'enduit.

Armature standard

Armature permettant de répartir les déformations et tensions internes de l'enduit de base, en vue de limiter les risques de fissuration.

Armature renforcée (ou armature de blindage)

Armature incorporée dans l'enduit de base en complément de l'armature standard pour améliorer la résistance aux chocs.

Passes d'enduit

Désigne chacune des applications « successives » réalisées en « frais sur frais ».

Couche d'enduit

Ouvrage obtenu après durcissement d'un mortier d'enduit frais appliqué en épaisseur déterminée sur la paroi

Une couche d'enduit peut être obtenue par l'application d'un même produit en une ou plusieurs passes « frais sur frais », c'est-à-dire avant que la passe précédente n'ait commencé à durcir.

Partie courante

Zones de la façade ne comportant pas de point singulier

Point singulier

Zone où des dispositions spécifiques de conception ou de mise en œuvre sont nécessaires. Les points singuliers peuvent être liés à l'architecture de l'ouvrage, au système de façade, ou aux équipements du bâtiment.

Elles comprennent, mais ne sont pas limitées aux :

- Départs et arrêts de l'ETICS,
- Joints de dilatation et de fractionnement,
- Recouvrements,
- Angles verticaux de façade et ouvertures, angles horizontaux
- Évacuations d'eaux pluviales,
- Ventilations,
- Passages de câbles,
- Encadrement des baies, liaison ETICS / dormants de menuiserie

Support brut non revêtu

Paroi support d'ETICS sans revêtement organique ou minéral, mince ou épais.

Support revêtu

Paroi support d'ETICS revêtue d'une peinture, d'un revêtement épais ou semi-épais (RPE, RSE, RME), d'un enduit minéral mince ou épais, d'un enduit mono ou multicouche, de carreaux en céramique ou terre cuite...).

Joint

Espace libre entre deux éléments de même nature ou de nature différente

Fond de joint

Élément qui limite la profondeur et définit le profil arrière du produit de calfeutrement (mastic d'étanchéité). Il permet :

- De déterminer le volume du mastic constituant le calfeutrement du joint ;
- D'assurer un travail du mastic uniquement sur deux faces sensiblement parallèles ;
- D'exercer une pression sur le mastic (serrage) pour assurer un contact optimum du mastic avec les deux faces à étancher.

Une fois le mastic sec ou réticulé, le fond de joint n'a plus de fonction.

Mastic

Matériau pâteux appliqué à l'état brut qui, après polymérisation ou séchage, possède des propriétés d'adhésivité/cohésion lui permettant de calfeutrer un joint de manière étanche dans le cadre d'une mise en œuvre conforme au NF DTU 44.1, ou de réaliser une finition esthétique (mastic de finition).

Mousse imprégnée

Produit alvéolaire souple imprégné d'un liant présenté en bandes de section rectangulaire dont l'une des faces peut être adhésive.

1.5. Conception

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

- Systèmes collés

Ils ne concernent que les isolants en polystyrène expansé. La tenue au vent de ces systèmes est entièrement assurée par la colle et ne nécessite pas de fixation mécanique en partie courante.

- Systèmes fixés mécaniquement

La tenue au vent de ces systèmes est entièrement assurée par des fixations mécaniques.

Les systèmes fixés mécaniquement par chevilles ou par clous à pisto-scèlement nécessitent le calage préalable des panneaux isolants.

Il est possible d'avoir des dispositifs de fixation mécanique autres que des chevilles ou clous par pisto-scèlement. Le DTA ou l'AT du système précise alors la nature de ces fixations, ainsi que leurs conditions d'emploi et de mise en œuvre. Les produits destinés exclusivement au calage (sans fonction de collage) sont explicitement mentionnés dans le DTA ou l'AT.

Des systèmes avec différents isolants peuvent coexister sur une même façade, à condition que ces systèmes mis en continuité partagent le même système d'enduit.

Commentaire :

Bien que cela ne relève pas à proprement parler de la conception et de la mise en œuvre des ETICS, il est rappelé l'importance :

- D'accompagner les travaux d'ETICS d'une ventilation adaptée (VMC simple ou double flux)
- De se reporter au Cahier du CSTB 3709_V2 en cas de changement de fenêtres,
- De réaliser, dans la mesure du possible, une isolation complète des murs, y compris parties semi-enterrées et tableaux de baies pour éviter les ponts thermiques résiduels et les risques de condensation associés

2. Conditions d'emploi

Le choix des systèmes doit être fonction :

- De l'exposition de la paroi (aux chocs, au vent, au soleil, à la pluie, etc.) ;
- De la réglementation incendie ;
- De la réglementation sismique ;
- De la réglementation thermique.

2.1. Choix des systèmes en fonction de l'exposition de la paroi

2.1.1. Exposition aux chocs et aux dégradations

Le domaine d'emploi est défini selon les catégories d'utilisation des différentes configurations des systèmes, suivant les résultats d'essais de résistance aux chocs de corps durs.

Commentaire :

La configuration d'un système est donnée par l'association d'une couche de base armée (en simple armature standard, en double armature standard ou en armature renforcée avec armature standard) et d'un type de finition.

Les trois catégories d'utilisation sont les suivantes :

Catégorie de résistance aux chocs de corps durs	Domaine d'emploi selon P08-302	Usage
Catégorie I	AA1, AA2, AA3, AA4, dans tous les cas, hors aire de jeux de ballons	Zone facilement accessible au public au niveau du sol et vulnérable aux chocs de corps durs mais non soumise à une utilisation anormalement sévère.
Catégorie II	AA1, AA2, AA3 dans tous les cas. AA4 en étage, rez-de-chaussée surélevé, ou en retrait	Zone exposée à des chocs (jets d'objets ou coups) plus ou moins violents, mais dans des endroits publics où la hauteur du système limite l'étendue de l'impact ; ou à des niveaux inférieurs lorsque l'accès au bâtiment est principalement utilisé par des personnes soigneuses.
Catégorie III	AA1, dans tous les cas. AA2 et AA3, en étage, rez-de-chaussée surélevé, ou en retrait AA4 en étage, ou rez-de-chaussée surélevé	Zone qui n'est pas susceptible d'être endommagée par des chocs normaux causés par des personnes ou par des objets (jets d'objets ou coups).

Les catégories d'utilisation du système sont spécifiées dans le DTA ou l'AT.

2.1.2. Exposition au vent

L'emploi des systèmes avec isolant en polystyrène expansé collé n'est pas limité vis-à-vis des expositions au vent en pression ou en dépression.

L'emploi des systèmes fixés mécaniquement est limité aux expositions au vent en dépression correspondant aux résistances de calcul indiquées dans chaque DTA ou AT, ou déterminées spécifiquement dans la configuration exacte de pose. Leur emploi n'est pas limité en pression.

Les règles pour calculer la densité de fixations sont précisées dans les deux documents suivants :

- « Détermination de la sollicitation du vent selon l'Eurocode 1 : application au cas des systèmes d'isolation thermique extérieure par enduit sur isolant » (Cahier du CSTB 3749), pour la sollicitation selon l'Eurocode 1 et son Annexe Nationale,

- « Détermination de la résistance au vent des systèmes d'isolation thermique extérieure par enduit sur isolant fixés mécaniquement par chevilles » (Cahier du CSTB 3701), pour la résistance aux sollicitations du vent

Pour les ETICS mis en œuvre en sous-face, le poids propre de l'ETICS doit être pris en compte dans la détermination de la résistance au vent du système.

Pour les configurations les plus courantes de bâtiments, le Cahier du CSTB 3749 propose des valeurs tabulées de sollicitation du vent en dépression. Le DTA ou l'AT du système donne les valeurs tabulées de résistance au vent suivant l'isolant visé.

Dans le cas d'un double panneautage (cf. § 4.2.4.8), seule la couche extérieure d'isolant (épaisseur et densité de fixations) doit être prise en compte pour le dimensionnement vis-à-vis des sollicitations du vent.

2.1.3. Exposition à la pluie

En travaux neufs, il convient de vérifier que le type de mur obtenu correspond à l'emploi visé.

La conception de la paroi support et les règles d'exposition à la pluie sont définies dans le NF DTU 20.1 P3.

Le type de mur obtenu dépend de l'absorption d'eau par capillarité du système³, notée W :

	$W < 0,5 \text{ kg/m}^2$	$W \geq 0,5 \text{ kg/m}^2$
Maçonnerie non enduite ou béton à parement élémentaire	XII	XI
Maçonnerie enduite ou en béton à parement ordinaire, courant ou soigné	XIII	XII

Les types de murs réalisables en fonction des configurations du système sont mentionnés dans chaque DTA ou AT.

Il convient de ne pas laisser de point d'entrée d'eau, notamment aux points singuliers, susceptible de générer des accumulations d'eau entre le système et le mur support.

Il convient de prévoir une protection particulière au niveau des points singuliers horizontaux, sous la forme :

- De couvertines ou de bavettes ;
- De gouttes d'eau en voussure ;
- D'éléments intermédiaires.

Le débord par rapport au nu fini du système doit être supérieur ou égal à 25 mm.

2.1.4. Exposition aux rayonnements solaires

Les teintes foncées de certaines finitions augmentent les contraintes d'origine thermique, du fait d'une plus forte absorption du rayonnement solaire, et accentuent les risques de fissuration. De ce fait, les teintes de coefficient d'absorption du rayonnement solaire supérieur à 0,7 sont exclues.

Au-dessus de 1 300 m d'altitude, ce 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, sauf si les zones concernées ne dépassent pas une vingtaine de centimètres (ex. bandes sombres sur enduit clair, lettrage...). Le joint de fractionnement peut être réalisé, par exemple, avec un profilé adapté⁴.

³ L'absorption d'eau par capillarité du système complet, déterminée après 24 heures conformément au référentiel d'évaluation européen

⁴ Voir paragraphe 3.10.1.6 du présent document

2.1.5. Exposition au froid et à la neige

Les températures et l'hygrométrie d'emploi des composants doivent être respectées. Des dispositions particulières sont alors à prendre pendant la durée de prise et de durcissement des colles et enduits (bâchage, chauffage, etc.).

Commentaire :

En zone de montagne, où les périodes de travail sont plus courtes qu'ailleurs, cette problématique doit être intégrée suffisamment tôt dans les plannings, car les finitions sont souvent réalisées en fin de période.

La mise en œuvre des systèmes n'est pas admise sur les parties du bâtiment où il y a un risque d'accumulation importante et durable de neige. Cela concerne en particulier les rez-de-chaussée et les niveaux à accès extérieur avec plateforme.

2.1.6. Exposition aux salissures

L'aptitude d'un système à résister au développement de salissures (pollution atmosphérique et/ou développement de micro-organismes) dépend de la finition, en particulier :

- Sa nature physicochimique ;
- Sa texture (son relief), déterminée en partie par le mode d'application et le type d'aspect.

Les finitions présentant un fort relief sont généralement plus sensibles aux salissures que les autres finitions.

Commentaire :

L'orientation de la façade (exposition à la pluie, au vent et au soleil), ainsi que son environnement local (proximité immédiate d'une source d'humidité, de végétation, du trafic routier) sont également des facteurs déterminants sur l'encrassement progressif du système, qu'il est difficile à anticiper.

L'architecture du bâtiment, et notamment l'absence de débord de toiture peut également être un facteur favorisant la salissure des façades.

2.2. Choix des systèmes en fonction de la réglementation incendie

Le DTA ou l'AT spécifie la (ou les) classe(s) de réaction au feu associée(s) au système, déterminée(s) conformément à la norme NF EN 13501-1.

L'adéquation entre la classe de réaction au feu et la destination du système doit être préalablement vérifiée, au regard de la réglementation de sécurité incendie en vigueur applicable au bâtiment concerné.

Lorsque des exigences relatives à la propagation du feu par les façades existent, les systèmes doivent bénéficier d'une Appréciation de laboratoire (APL) établie par un laboratoire ou groupe de laboratoires agréés en résistance et réaction au feu conformément à la réglementation de sécurité incendie en vigueur applicable au bâtiment concerné. Les solutions constructives visant à limiter la propagation du feu en façade sont décrites dans les APL des systèmes.

Pour le polystyrène expansé, si la solution de protection consiste à mettre en œuvre des bandes filantes horizontales en laine de roche, on se reportera au document « Systèmes d'isolation thermique extérieure par enduit sur polystyrène expansé : conditions de mise en œuvre des bandes filantes pour protection incendie » (Cahier du CSTB 3714_V2) avec les éventuelles préconisations complémentaires de l'APL.

2.3. Choix des systèmes en fonction de la réglementation sismique

Le comportement d'un système soumis à une sollicitation sismique dépend notamment de son poids spécifique (masse surfacique exprimée en kg/m²).

Les conditions de mise en œuvre du système suivant la nature des travaux, la zone de sismicité et la catégorie d'importance du bâtiment sont définies dans le document « Règles pour la mise en œuvre des systèmes d'isolation thermique extérieure par enduit sur isolant » (Cahier du CSTB 3699_V4).

Les éventuelles restrictions d'emploi sont précisées dans le DTA ou l'AT du système.

2.4. Choix des systèmes en fonction de la Réglementation Thermique

Les ETICS permettent généralement de satisfaire les exigences minimales des réglementations thermiques en vigueur. Le calcul doit néanmoins être réalisé au cas par cas.

La résistance thermique apportée par l'ETICS dépend essentiellement de la résistance thermique de l'isolant.

Les ponts thermiques ponctuels générés par les fixations mécaniques doivent être pris en compte.

Les ETICS permettent de traiter les ponts thermiques de liaison au niveau des refends et des planchers intermédiaires. Certains points singuliers sont toutefois difficiles à traiter du fait de l'interruption d'isolation et nécessitent des traitements adaptés :

- Jonction avec un balcon,
- Jonction avec un plancher bas,
- Jonction avec un plancher haut en toiture,
- Encadrement des fenêtres.

3. Composants

Les composants à utiliser et leurs caractéristiques d'identification sont définis dans le DTA ou l'AT du système. Seuls les composants visés dans le DTA ou l'AT peuvent être utilisés ; aucun autre composant ne doit leur être substitué.

Commentaire :

Le fait d'appliquer sur une même façade des composants qui ne sont pas décrits dans le même AT ou DTA implique que les performances du système ne sont plus connues (comportement à l'eau, réaction au feu, durabilité, résistance aux chocs, ...).

3.1. Colles

Elles se présentent :

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

Les colles en poudre sont généralement les mêmes que les produits de calage servant à caler les panneaux isolants avant fixation mécanique, sauf indication contraire dans le DTA ou l'AT.

Commentaire :

Parmi les différentes colles mentionnées dans le DTA ou l'AT du système, l'un de ces produits est souvent le même que celui utilisé pour la réalisation de l'enduit de base.

3.2. Dispositifs de fixation mécanique

3.2.1. Chevilles de fixation pour isolant

Ensemble à frapper ou à visser comprenant un corps en plastique à tête circulaire (rosace) de diamètre minimum 60 mm ou une tête hélicoïdale de diamètre minimum 65 mm et une pièce d'expansion (clou ou vis) en métal et/ou en plastique.

Le diamètre de rosace peut éventuellement être porté à 90 mm ou plus, par exemple à l'aide d'une rosace complémentaire, afin d'améliorer la résistance au vent du système ou de diminuer la densité de chevilles. Dans ce cas, cette disposition doit être prévue dans le DTA ou l'AT de l'ETICS.

Les chevilles de fixation doivent bénéficier d'une ÉTE établie selon l'EAD 330196_01_0604, ou selon l'EAD 330196_00_0604.

Cinq catégories d'utilisation des chevilles, en fonction de la nature des supports, sont distinguées :

- Catégorie A : béton de granulats courants ;
- Catégorie B : maçonnerie d'éléments pleins ;
- Catégorie C : maçonnerie d'éléments creux ;
- Catégorie D : béton de granulats légers ;
- Catégorie E : béton cellulaire autoclavé.

L'ÉTE spécifie les catégories d'utilisation possibles de la cheville. Le support visé doit correspondre à l'une des catégories d'utilisation de la cheville.

Il existe une grande hétérogénéité de conception des éléments de maçonnerie visés par la catégorie C. En effet, les localisations et les dimensions des évidements, ainsi que le nombre et l'épaisseur des parois internes, varient fortement d'un élément à un autre. Les résistances caractéristiques des chevilles étant étroitement liées à ces géométries, les données citées dans les ÉTE des chevilles ne peuvent concerner que les seuls éléments qui y sont précisément décrits. Dans tous les autres cas, une reconnaissance du support conformément à l'Annexe 2 du présent document doit être réalisée.

3.2.2. Clous de fixation

Le clou doit bénéficier d'une ÉTE selon l'EAD 330965-01-0601.

Lorsque la fixation par pisto-scellement est visée dans le DTA ou l'AT de l'ETICS, celui-ci renvoie au DTA ou AT du clou qui précise les dispositions spécifiques à respecter pour ce type de fixation.

Le DTA du clou précise entre autres la procédure de contrôle d'ancrage du clou, la quantité d'essais, la fréquence et les zones à tester (à chaque façade et à chaque étage), les outils de contrôle et les critères de validation.

Les clous (fixation par pisto-scellement) ne sont utilisables que pour des supports en béton de granulats courants.

3.2.3. Autres dispositifs

Si l'ETICS intègre d'autres dispositifs de fixation (profilés spécifiques, inserts, connecteurs, etc.), les caractéristiques ainsi que les conditions d'emploi et de mise en œuvre de ces dispositifs sont décrites dans le DTA ou l'AT de l'ETICS.

3.3. Panneaux isolants

Les isolants employés se présentent sous la forme de panneaux rigides.

Les panneaux en polystyrène expansé, laine minérale, mousse phénolique et fibres de bois, utilisés en support d'enduit doivent être respectivement conformes à la norme produit correspondante en vigueur, rappelée dans le tableau ci-dessous.

Nature d'isolant	Norme produit
Polystyrène expansé (blanc ou gris)	NF EN 13163
Laine minérale (laine de roche ou laine de verre)	NF EN 13162
Mousse phénolique	NF EN 13166
Fibres de bois	NF EN 13171

La conductivité thermique et les résistances thermiques sont mentionnées dans le certificat ACERMI ou Keymark. Si les panneaux isolants ne sont pas certifiés, le DTA ou l'AT précise les dispositions retenues pour les caractéristiques minimales et le suivi de fabrication des panneaux.

Les caractéristiques des panneaux isolants sont indiquées dans le DTA ou l'AT du système.

Commentaire :

Le présent document vise des panneaux isolants dont l'épaisseur maximale ne dépasse pas 300 mm.

3.3.1. Panneaux en polystyrène expansé (PSE)

Panneaux en polystyrène expansé ignifugé (classé au moins E) blanc ou gris, conformes la norme NF EN 13163 en vigueur, faisant l'objet d'un marquage CE, d'une Déclaration des Performances, et d'un certificat ACERMI en cours de validité. Les dimensions de ces panneaux sont 1000 x 500 ou 1200 x 600 mm et l'épaisseur maximale est de 300 mm.

Ils présentent les performances minimales suivantes :

$I_2 S_4 O_3 L_{3(120)} E_2$

3.3.2. Autres panneaux isolants

Les isolants sont décrits dans le DTA ou Avis Technique de l'ETICS.

3.4. Armatures

Les armatures employées sont des treillis en fibres de verre conditionnés en rouleaux.

Ces treillis sont, tissés ou thermocollés, et ont reçu un traitement alcali-résistant. Les treillis en fibres de verre sont utilisés en association avec les sous-enduits minces ou les sous-enduits épais.

Le choix du treillis du système dépend principalement de l'épaisseur du sous-enduit ; ces éléments sont précisés dans le document « Définition des caractéristiques des treillis en fibres de verre utilisés dans les systèmes d'isolation thermique extérieure par enduit sur isolant » (Cahier du CSTB 3204_v2).

Si le treillis bénéficie d'un certificat QB, le classement TRaME minimal attendu est indiqué dans le DTA ou l'AT. Si le treillis n'est pas certifié, le DTA ou l'AT précise les dispositions retenues pour les caractéristiques minimales et le suivi de fabrication du treillis.

3.5. Enduit de base

Produit utilisé pour la préparation de l'enduit de base appliqué sur l'isolant avec intégration de l'armature.

Le produit se présente :

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

3.6. Produit d'impression

Il s'agit le plus souvent d'un produit pigmenté prêt à l'emploi ou à diluer avec de l'eau, appliqué sur la couche de base armée avant l'enduit de finition. Le produit d'impression joue le rôle de régulateur d'absorption et/ou de sous-couche opacifiante.

Le caractère optionnel ou obligatoire du produit d'impression est précisé dans le DTA ou l'AT du système.

Commentaire :

L'impression permet de favoriser l'adhérence de la finition et de réguler l'absorption du support. Son emploi permet ainsi d'augmenter le temps ouvert d'application de l'enduit de finition et de réduire le risque de reprises.

3.7. Enduit de finition

Les DTA ou les AT précisent, pour chaque système, les différents enduits de finition utilisables, leur mode d'application ainsi que leurs éventuelles restrictions d'emploi.

Les principaux enduits de finition sont les suivants :

- Enduit à base de liant organique (acrylique, acrylo-siloxane, vinylique, siloxane, etc.), se présentant en pâte prête à l'emploi ;
- Enduit à base de liant silicate, se présentant en pâte prête à l'emploi ;
- Enduit à base de chaux aérienne, se présentant en pâte prête à l'emploi ;

- Enduit à base de liants hydrauliques (ciment et/ou chaux), se présentant en poudre à mélanger avec de l'eau ;
- Peinture appliquée sur une couche d'enduit ou sur une passe supplémentaire d'enduit de base.

Dans le cas de certains systèmes, l'enduit de finition est réalisé avec le même produit que celui utilisé pour l'enduit de base.

D'autres revêtements de finition peuvent être prévus (plaquettes de parement par exemple) : leurs conditions d'emploi et de mise en œuvre sont alors indiquées dans les DTA ou les AT.

3.8. Revêtement décoratif

Les revêtements décoratifs se présentent généralement sous la forme de liquide pigmenté prêt à l'emploi ou à diluer avec de l'eau (peinture, lasure), ou sous la forme d'enduit fin. Le DTA ou l'AT du système précise leur mode d'application ainsi que leurs éventuelles restrictions d'emploi. Il précise également leur caractère optionnel ou obligatoire.

Commentaire :

La distinction entre enduit de finition et revêtement décoratif est généralement basée sur le fait qu'un revêtement décoratif n'est jamais appliqué directement sur la couche de base armée (avec ou sans produit d'impression), sauf si l'enduit de base sert également à réaliser l'enduit de finition.

3.9. Éléments décoratifs

Des éléments rapportés peuvent éventuellement compléter la décoration de la façade, en formant des modénatures (bandeaux, moulures, corniches, etc.).

Leurs caractéristiques, ainsi que leurs conditions d'emploi et de mise en œuvre sont spécifiées dans les DTA ou les AT ; elles peuvent également être spécifiées dans les AT spécifiques aux éléments décoratifs.

3.10. Composants auxiliaires de mise en œuvre

3.10.1. Profilés de raccordement et de protection

Éléments généralement en PVC ou en métal, destinés au traitement de points singuliers, ayant entre autres pour fonctions d'assurer l'alignement, la protection, le guide d'épaisseur, l'arrêt et les raccords d'enduit, ainsi que la protection contre le ruissellement des eaux de pluie.

Les surfaces des profilés amenées à être recouvertes par l'enduit comportent des perforations représentant au moins 30 % de la surface et réparties de façon homogène. Les talons des profilés, en contact avec le support, doivent avoir une hauteur minimale de 35 mm et comporter des perforations pour permettre leur fixation mécanique.

Suivant le cas, les profilés métalliques sont en alliage d'aluminium (brut ou laqué) de la série 1000, 3000 ou 5000, en acier inoxydable X10CrNi18-8, X8CrNiS18-9 ou X5Cr18-1, en acier galvanisé Z 275, ou en acier galvanisé-laqué.

L'épaisseur des profilés doit être :

- Au moins égale à 10/10 mm si le profilé est en aluminium brut ou laqué ;
- Au moins égale à 7,5/10 mm si le profilé est en acier inoxydable, en acier galvanisé ou en acier galvanisé-laqué ;
- Au moins égale à 12/10 mm si le profilé est en PVC.

3.10.1.1. Profilés de départ (rails de départ)

Profilés dont le rôle est de permettre le maintien provisoire et l'alignement de la première rangée de panneaux isolants (cf. paragraphe 4.2.2, et paragraphe 5.2.1). Il doit être muni d'un nez goutte d'eau. Un profilé raccordable sur la face avant, avec un treillis en fibres de verre débordant d'au moins 10 cm, remplit les fonctions d'arrêt (enduit et trame) et de repère d'épaisseur d'enduit.

Pour les profilés métalliques, la face avant du profilé, en contact avec l'enduit doit avoir une hauteur minimum de 20 mm et comporter au moins deux rangées de perforations (trous de diamètre minimal 6 mm).

Les profilés de départ peuvent être constitués de deux éléments permettant l'adaptation à différentes épaisseurs d'isolant.

L'épaisseur du profilé doit être :

- Au moins égale à 10/10 mm si le profilé est en aluminium brut ou laqué ;
- Au moins égale à 7,5/10 mm si le profilé est en acier inoxydable, en acier galvanisé ou en acier galvanisé-laqué ;
- Au moins égale à 12/10 mm si le profilé est en PVC.

3.10.1.2. Profilés d'arrêt latéral

Profilés dont le rôle est de protéger la tranche latérale du système lorsque ce dernier est arrêté verticalement sur le support (cf. paragraphe 4.2.2 et Figure 23 à Figure 25 du présent document). L'âme du profilé peut être lisse s'il est destiné à rester apparent, ou perforée s'il est destiné à être recouvert par de l'enduit.

L'arrêt au droit des tableaux de fenêtre (lorsque le retour de l'isolant n'est pas possible) ne nécessite pas nécessairement de profilé d'arrêt latéral.

La mise en place d'une cornière d'angle est obligatoire en l'absence de profilé latéral.

L'épaisseur du profilé doit être :

- Au moins égale à 10/10 mm si le profilé est en aluminium brut ou laqué ;
- Au moins égale à 7,5/10 mm si le profilé est en acier inoxydable, en acier galvanisé ou en acier galvanisé-laqué ;
- Au moins égale à 12/10 mm si le profilé est en PVC.

3.10.1.3. Bavettes, couvertines et profilés de couronnement

Profilés en aluminium ou acier galvanisé dont le rôle est de protéger la tranche supérieure du système et d'éloigner les eaux de ruissellement (cf. paragraphe 5.2 Figure 30 à Figure 34 du présent document). Il doit être muni d'un nez goutte d'eau d'au moins 25 mm de débord entre l'enduit fini et l'extrémité de la goutte d'eau. La largeur de la bavette ou couvertine doit être adaptée à l'épaisseur du système fini (plan de collage + isolant + système enduit + débord de 25mm).

L'épaisseur du profilé doit être adaptée aux sollicitations auxquelles il est soumis (sollicitations mécaniques, vent, etc.). Dans tous les cas, cette épaisseur doit être :

- Au moins égale à 10/10 mm si le profilé est en aluminium brut ou laqué ;
- Au moins égale à 7,5/10 mm si le profilé est en acier inoxydable, en acier galvanisé ou en acier galvanisé-laqué.

3.10.1.4. Cornières d'angle

Profilés en PVC, aluminium ou acier galvanisé perforés dont le rôle est de protéger les angles du système (cf. Figure 35 du présent document). Les profilés en PVC ou aluminium doivent être munis d'un treillis en fibres de verre avec retours d'au moins 10 cm sur chaque aile.

3.10.1.5. Profilés de dilatation

Ils peuvent être en métal ou en PVC (à angle droit ou à angle variable), posés au droit des joints de dilatation ou de rupture du gros œuvre, dont le rôle est de maintenir hors d'eau la tranche du système et d'absorber les mouvements relatifs des deux parties du système (cf. paragraphe 5.2.5.2). Le profilé est muni d'un treillis en fibres de verre avec retours d'au moins 10 cm et perforé s'il est en PVC.

L'épaisseur du profilé doit être au moins égale à 5/10 mm s'il est métallique et 12/10 mm s'il est en PVC.

3.10.1.6. Profilés pour joint de fractionnement

Profilés positionnés dans l'enduit de base mais sur un isolant continu, contrairement au joint de dilatation, dont le rôle est d'assurer le fractionnement en cas de changement de teinte, de nu du support ou de nature de matériaux

ou tout autre besoin de fractionner la surface de l'enduit (cf. Figure 37 du présent document). Le profilé crée ainsi une rupture dans le système d'enduit afin de prévenir une micro-fissuration.

La partie recouverte de l'enduit est perforée et munie d'un treillis en fibres de verre d'au moins 10 cm de part et d'autre. La forme spécifique du profilé peut servir de repère d'enduit.

L'épaisseur du profilé doit être au moins égale à 5/10 mm s'il est métallique et 12/10 mm s'il est en PVC.

3.10.1.7. Profils de séparation horizontale

Profilés dont le rôle est de marquer une séparation horizontale du système, notamment dans le cas où l'isolant en partie inférieure est en retrait par rapport à l'isolant en partie supérieure (cf. Figure 19 du présent document). Le profilé est pourvu d'une âme horizontale et doit assurer le rejet d'eau par un nez goutte d'eau approprié. La partie recouverte de l'enduit doit être perforée et doit être munie d'un treillis en fibres de verre d'au moins 10 cm. La forme spécifique du profilé peut servir de repère d'enduit.

3.10.1.8. Profils nez goutte d'eau

Profilés dont le rôle est de protéger le système localisé en sous-face d'angles horizontaux sortants (voussures par exemple). Le profilé doit assurer le rejet d'eau par un nez goutte d'eau approprié (cf. Figure 36 du présent document). La partie recouverte de l'enduit doit être perforée et munie d'un treillis en fibres de verre d'au moins 10 cm de part et d'autre. La forme spécifique du profilé peut servir de repère d'enduit.

L'épaisseur du profilé doit être au moins égale à 5/10 mm s'il est métallique et 12/10 mm s'il est en PVC.

3.10.1.9. Profils de raccord aux menuiseries

Profilé en PVC d'épaisseur minimale 12/10 mm, dont le rôle est de désolidariser le système isolant des dormants de menuiseries, tout en assurant l'étanchéité à l'eau du système (cf. Figure 28 du présent document). La partie du profilé recouverte par l'enduit doit être perforée et être muni d'un treillis en fibres de verre de profondeur 10 cm (qui peut être recoupé si la profondeur du tableau est inférieure à 10 cm), en retour de tableaux et de voussure.

Ces profilés sont fixés aux dormants des menuiseries par un adhésif intégré.

Ces profilés peuvent également être utilisés pour le traitement des arrêts linéaires du système sur béton ou maçonnerie.

3.10.2. Produits de garniture ou de calfeutrement

3.10.2.1. Mastics extrudables ou en cordons préformés

Les mastics utilisés pour le calfeutrement des joints, en contact avec l'enduit et/ou l'isolant, doivent être conformes à la norme NF EN ISO 11600 et appartenir à l'une ou l'autre des classes suivantes : F 25E (25LM ou 25HM), F 12,5E ou F 12,5P selon le dimensionnement du joint et les performances à obtenir.

Les mastics bénéficiant d'un certificat de qualification « LABEL SNJF » valent la preuve de la conformité à la norme NF EN ISO 11600. Il convient de vérifier dans le certificat la conformité à l'une des classes ci-dessus.

Par ailleurs, les mastics doivent être chimiquement compatibles avec l'isolant utilisé.

Dans les cas où la largeur et la profondeur du joint le permettent, le mastic doit être mis en œuvre avec un fond de joint continu en mousse à cellules fermées (selon la norme NF P 85-570), de diamètre adapté au joint (largeur +20 % environ), afin que le mastic n'adhère pas sur les trois côtés et puisse donc absorber les mouvements. Seules les configurations conduisant à la réalisation d'un mastic en solin permettent, si l'amplitude du mouvement prévisible est faible, de s'affranchir de l'utilisation d'un fond de joint (cas le plus couramment rencontré dans les ETICS).

Pour l'utilisation de mastics préformés, se référer à la norme NF P 30-303.

3.10.2.2. Mousses imprégnées

Les mousses imprégnées doivent être conformes aux Règles Professionnelles « Mousses imprégnées » et aux spécifications de la norme NF P85-570 et par référence à cette norme, seules les mousses imprégnées de classe 1 doivent être utilisées.

Note : La certification « Label SNJF » ou son équivalent vaut la preuve du respect des niveaux de performance des caractéristiques requises par le présent document.

Note : Les mousses imprégnées de classe 2 peuvent être utilisées uniquement en tant que fond de joint, et nécessitent d'être associées à un mastic.

3.10.2.3. Mousses expansives

Les mousses expansives en aérosol sont des produits de remplissage des éventuels joints ouverts entre les panneaux isolants (joints dont la largeur ne dépasse pas 5 mm) ou de rebouchage des petites cavités d'isolant très localisées.

Note : La mousse expansive ne doit pas être utilisée en substitution d'un mastic.

Note : Ces produits peuvent contenir des diisocyanates, et nécessiter une formation spécifique pour leur utilisation. Dans ce cas, l'obligation de formation est inscrite sur le produit.

3.10.2.4. Autres produits de remplissage

D'autres produits de remplissages peuvent être recommandés dans les AT/DTA, en fonction de la nature de l'isolant.

3.10.2.5. Autres accessoires

- Pièces de raccordement pour profilés de départ et d'arrêt latéral : cales, éclisses.
- Pièces d'armature prédécoupées ou préformées pour le traitement des angles de baie.

4. Conditions de mise en œuvre

4.1. Reconnaissance et préparation des supports

Les supports ne doivent présenter aucune irrégularité importante en surface, et leur planéité doit respecter les préconisations ci-dessous :

L'écart de planéité ne doit pas dépasser :

- 15 mm sous la règle de 2 m pour les cas où l'isolant est destiné à être collé par boudins ou calé chevillé

NOTE 1 Ces tolérances correspondent à un parement ordinaire pour les parois béton et à une exécution courante pour les parois maçonnées.

- 5 mm sous la règle de 2 m pour les cas où l'isolant est destiné à être collé en plein sur parois en béton.

NOTE 2 Ces tolérances correspondent à un parement soigné pour les parois béton.

Dans le cas contraire, il est nécessaire d'effectuer un dressage localisé (renformis), ou général conformément au NF DTU 26.1.

Dans le cas d'un support irrégulier, ou d'un dressage, il peut être nécessaire d'adapter la longueur des fixations afin de respecter les profondeurs d'ancrage dans le support.

Note : La consommation en produit de collage/calage est directement liée à l'état de surface de la paroi support. Si les tolérances de planéité sont importantes, alors il faudra une plus grande quantité de colle pour atteindre les exigences en termes de désaffleurements et de planéité.

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, ni être gelée.

Sur support présentant des modénatures (bandeaux, décrochements, etc.), une étude particulière doit être réalisée en collaboration avec le détenteur du DTA ou de l'AT pour l'adaptation du système. Il est recommandé de déposer les appuis existants afin de limiter les découpes ou ponts thermiques.

Les fissures existantes doivent faire l'objet d'un diagnostic et être traitées en conséquence.

Les pénétrations (évacuation d'eau pluviale, ventilation, ...) et les éléments fixés directement en façade (paratonnerre, gonds de volets, gouttières, pompes à chaleur, climatiseurs, éléments de réseaux d'eau, gaz, électricité, télécommunications, ...) doivent être repérés et devront être déportés par-dessus l'ITE. On se reportera au FD DTU 45.3 pour la prise en compte des différentes contraintes de la façade.

Pour les parois courbes, des préconisations complémentaires sont données en Annexe 4.

4.1.1. Supports neufs

Avant mise en œuvre du système, un délai de séchage du support est nécessaire selon les conditions atmosphériques locales : au minimum 30 jours pour les maçonneries d'éléments et 45 jours pour les supports en béton.

4.1.1.1. Systèmes collés (uniquement avec isolant PSE)

Si le support est en béton banché, des essais d'adhérence de la colle sur le béton doivent être réalisés, comme indiqué en Annexe 1 du présent document. En cas de résultats insuffisants, un décapage superficiel à très haute pression ou par sablage doit être effectué. Sinon, l'isolant doit être fixé mécaniquement comme décrit au paragraphe 4.2.4.6 ou 4.2.4.7 du présent document.

Si un ragréage est nécessaire, il est réalisé avec un enduit de dressement reconnu apte à cet emploi et ne présentant pas d'incompatibilité avec la colle utilisée. La colle elle-même peut être employée, sous réserve qu'elle soit apte à cet emploi.

Le support doit présenter une cohésion minimale de 0,1 MPa. En cas de doute sur la cohésion du support (béton cellulaire autoclavé, enduit hydraulique sur maçonnerie, etc.), des essais préalables d'adhérence de la colle sont à exécuter, comme indiqué en Annexe 1 du présent document.

Commentaire :

On peut s'assurer par sondage, en frappant la paroi, que les enduits ne sonnent pas le creux.

4.1.1.2. Systèmes fixés mécaniquement

Si les caractéristiques du support (matériau, résistance en compression, dimensions des alvéoles, etc.) sont visées dans l'ÉTE de la cheville ou du clou, la résistance en traction est celle donnée dans l'ÉTE de la cheville ou du clou pour ce support. Sinon, dans la limite des supports visés dans l'ÉTE de la cheville ou du clou :

- La résistance en traction de la cheville doit être déterminée selon l'Annexe 2 du présent document.
- La résistance en traction du clou et sa compatibilité avec le support doivent être déterminée conformément à son DTA ou Avis Technique.

Note : Pour les chantiers de surface à isoler inférieure à 250 m² et de hauteur maximale de 9 m (pointe de pignon comprise), il est possible de s'affranchir des essais d'arrachement des chevilles pour les supports visés dans l'ÉTE de la cheville, et de considérer que les chevilles sont de classe 8 dans ce support.

4.1.2. Supports existants

D'une façon générale, la stabilité du bâtiment doit être préalablement vérifiée.

Les éventuelles fissures et lézardes doivent faire l'objet d'un diagnostic pour en identifier les causes. Les lézardes sont souvent révélatrices d'une instabilité structurale importante (fondations instables, en particulier après des périodes de sécheresse) qui doit être traitée avant les travaux d'ETICS. Une fois celles-ci identifiées et traitées, les lézardes doivent être rebouchées.

Dans le cas de dégradation du béton par corrosion des armatures en façade, une réparation doit être effectuée conformément à l'annexe B du NF DTU 42.1.

Pour toute intervention sur un bâtiment livré avant le 1^{er} janvier 1997, le donneur d'ordre a obligation de faire rechercher, préalablement aux travaux qu'il projette, la présence éventuelle d'amiante.

En cas de présence d'amiante, il conviendra de respecter la réglementation en vigueur pour la mise en œuvre d'ETICS sur ces supports.

4.1.2.1. Systèmes collés (uniquement avec isolant PSE)

La pose collée n'est envisageable que si les enduits hydrauliques et revêtements minéraux existants (grès cérame, pâte de verre) présentent une bonne adhérence confirmée par une reconnaissance préalable (cf. § 4.1.1.1).

4.1.2.1.1. Béton, maçonneries apparentes 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 d'ouvrage. En complément, la présence de produit hydrofuge peut éventuellement se détecter par son aspect et son brillant ou par arrosage, l'effet perlant indiquant la présence d'un tel produit. En cas de doute sur la cohésion du support, des essais d'adhérence de la colle doivent être réalisés comme indiqué en Annexe 1 du présent document.

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

4.1.2.1.2. Béton et maçonneries enduites aux mortiers de liants hydrauliques, revêtus de revêtements organiques, ou peints

Toutes les peintures existantes (organiques ou minérales) et tous les revêtements organiques doivent être décapés.

Le décapage peut être obtenu par tout procédé adapté (chimique ou mécanique) ; il est réalisé sur toute la surface. Des essais d'adhérence de la colle doivent ensuite être exécutés conformément à l'Annexe 1 du présent document.

4.1.2.1.3. 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 la dépose concerne plus de 10 % de la surface à traiter, l'intégralité du revêtement doit alors être retirée.

Remarque : Les anciennes colles et joints de pâtes de verre sont souvent amiantés.

4.1.2.2. Systèmes fixés mécaniquement

Si le support est en béton de granulats courants connu (dont on connaît la classe de résistance), la résistance en traction est celle donnée dans l'ÉTE de la cheville ou du clou pour ce support.

Sinon, dans la limite des supports visés dans l'ÉTE de la cheville ou du clou :

- La résistance en traction de la cheville doit être déterminée selon l'Annexe 2 du présent document.
- La résistance en traction du clou et sa compatibilité avec le support doivent être déterminées conformément à son DTA ou Avis Technique.

Le perçage avec percussion des supports en corps creux génère souvent des éclatements. Il est de ce fait interdit, sauf :

- Si un essai réalisé préalablement sur chantier (conformément à l'Annexe 2 du présent document) permet de démontrer la tenue des fixations ;
- Ou si ce type de perçage est expressément mentionné dans l'ÉTE de la fixation pour ces supports.

4.1.2.2.1. Béton et maçonneries apparentes

Pas de disposition complémentaire.

4.1.2.2.2. Maçonneries enduites

L'enduit est sondé sur toute la surface, piqué et réparé lorsqu'il sonne creux.

4.1.2.2.3. 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 10 mm.

Dans le cas d'une pose chevillée sur parements collés existant, la reconnaissance préalable devra établir s'il y a un risque d'éclatement des parements lors du chevillage.

4.1.3. Travaux d'ETICS et conduits de cheminées (NF DTU 24.1)

Les conduits de cheminées peuvent présenter une température élevée en surface, interdisant la pose de certains isolants à leur proximité. Il conviendra de se rapprocher du fabricant du conduit et du fabricant de l'ETICS afin de trouver la solution la plus adéquate.

4.2. Mise en œuvre

4.2.1. Dispositions générales

4.2.1.1. Composants

Certains composants d'ETICS comportent un étiquetage de danger et disposent d'une fiche de données de sécurité (FDS, document obligatoire pour les substances et mélanges considérés comme dangereux pour la santé humaine et pour l'environnement et fournie par le fabricant sur simple demande). Celles-ci renseignent l'utilisateur notamment sur les risques, et les mesures de gestion associées, dont le port d'équipements de protection individuelle (EPI).

Les différentes étapes de mise en œuvre de l'ETICS présentent des risques et nécessitent des moyens de protection appropriés : opérations de ponçage ou de perçage, applications mécaniques par projection, etc....

Des mesures de protection collectives sont à définir en adéquation avec les besoins du chantier, afin de supprimer ou réduire l'exposition aux risques identifiés. Elles sont généralement complétées d'EPI, adaptés aux tâches à réaliser et aux produits mis en œuvre (consulter les FDS).

4.2.1.2. Conditions d'application

Il est conseillé, avant application, de consulter les prévisions météorologiques.

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 comprise entre 5°C et 35°C pendant l'application et pendant la nuit suivant l'application, sauf mention contraire dans l'Avis Technique ou DTA.

L'humidité relative ne doit pas dépasser 85 % pendant l'application et pendant la nuit suivant l'application d'enduits en pâte.

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, notamment en été, ou sous grand vent. Parmi les précautions spéciales à prendre, on peut citer le bâchage de l'échafaudage.

L'application des produits, en particulier des pâtes sans ciment, est déconseillée en période froide ou humide, car leur séchage peut nécessiter plusieurs jours, à l'exception des produits prévus pour cet usage.

La mise en œuvre doit être réalisée à partir d'un échafaudage à plate-forme de travail fixe (échafaudage de pied amarré au support à l'aide d'ancrages) ou à plate-forme de travail mobile, se déplaçant sur mats ancrés au support, et adaptée pour reprendre les efforts inhérents à l'exploitation.

En cas d'impossibilité, l'utilisation d'une plateforme de travail suspendue à niveau variable 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.

Si l'échafaudage est ancré au mur au moyen d'amarrages et que ces derniers doivent pouvoir être réutilisés, il y a lieu de privilégier des fixations femelles avec rupteur de pont thermique, pouvant être rebouchées à l'aide d'un capuchon lors du démontage de l'échafaudage.

Dans tous les cas, l'installation de l'échafaudage respecte les préconisations du fabricant, son plan et sa note de calcul et tient compte de l'épaisseur d'isolant à mettre en œuvre. Cet équipement intègre des moyens de protection contre les chutes de hauteur pour les poseurs, avant le début de la mise en œuvre, y compris côté façade (garde-corps intérieurs, planchon fixe sur consoles, plateaux rabattables, etc.).

Les mesures de prévention sur un chantier d'isolation par l'extérieur sont décrites dans le document « ITE par enduit sur isolant – Mettre en œuvre les bonnes pratiques lors de travaux d'isolation thermique par l'extérieur avec un isolant rigide » (source : OPPBTP).

La pose d'un filet d'échafaudage standard est recommandée pour la protection générale des façades.

4.2.1.3. Stockage

La température de stockage et de pose des chevilles ou clous de fixation doit respecter les préconisations indiquées dans les ÉTE des chevilles ou clous.

Avant leur pose (stockage extérieur hors et sur chantier), en cours de pose, après leur pose et avant enduisage, les panneaux isolants doivent être protégés de l'humidité, et des conditions climatiques de type intempéries.

Les produits en poudre, en pâte prête à l'emploi ou liquide doivent être conservés comme indiqué dans les fiches techniques.

Les panneaux isolants doivent être conservés dans leur emballage d'origine jusqu'à la pose.

4.2.1.4. Outillage

Les outils couramment utilisés sont les suivants : malaxeur électrique lent (300 t/min maximum), truelle, lisseuse, taloche crantée, bouclier, règle, niveau, rainureuse, taloche abrasive, rouleau, brosse, rabot électrique, ciseaux, perceuse, visseuse, perforateur, marteau, maillet caoutchouc, matériel de projection pour les mortiers ou pour les granulats, ponceuse aspirante, en plus des outils de découpe décrits dans le tableau ci-dessous.

Le nettoyage des outils s'effectue généralement à l'eau et/ou par brossage, immédiatement après emploi.

Pour les phases de manutention, des équipements d'aide à la manutention (de type chariot, diable, treuil électrique, monte-matériaux, ...) sont recommandés afin de limiter les ports de charges.

Le choix des outils électroportatifs tient compte de certains critères permettant d'améliorer la prévention des risques liés aux bruits, aux vibrations, aux poussières émises, ... et les conditions de travail.

Pour les opérations de préparation et notamment les découpes,

- Un plan de travail stable et à hauteur est nécessaire,
- L'outil de découpe de l'isolant est à adapter au matériau utilisé conformément au tableau suivant :

Outil	PSE	Laine minérale	Fibres de bois	Mousse phénolique
Guillotine à fil chaud	X			
Couteau à laine		X		
Scie alligator / scie sabre		X	X*	X
Scie filaire / scie à câble	X	X*	X*	X
Scie circulaire			X*	
Tronçonneuse			X*	
Découpeur thermique	X			
Scie égoïne	X*	X*	X*	X*

* génération importante de particules.

4.2.2. Mise en place des profilés d'arrêt et de protection

Les profilés qui nécessitent une fixation mécanique (par exemple les profilés de départ, les profilés d'arrêt latéral et les profilés de couronnement) sont fixés avec des chevilles à collerette plate, à frapper ou à visser.

4.2.2.1. Mise en place des profilés de départ

Un profilé (rail) de départ adapté à l'épaisseur de l'isolant est fixé en partie basse à l'aide de chevilles à collerette plate, à frapper ou à visser, adaptées au support et de diamètre correspondant aux perforations du talon du profilé. L'espacement entre les fixations est inférieur ou égal à 30 cm (certains profilés en PVC peuvent nécessiter un nombre de fixations plus élevé). Une fixation doit se trouver à 50 mm maximum des extrémités du profilé et 35 mm minimum de l'arête du support. Les profilés et leur fixation doivent permettre une libre dilatation horizontale des profilés (un seul point fixe, le reste étant des points coulissants).

La rectitude du profilé est constamment vérifiée lors de sa fixation ; si nécessaire, les différences de planéité du support sont rattrapées au moyen de cales, dans la limite des tolérances indiquées au paragraphe 4.1 du présent document.

Pour les isolants les plus lourds (denses et/ou épais), le profilé de départ peut fléchir. Un étayage provisoire peut être nécessaire.

Un espace de 6 mm environ entre chaque profilé doit être respecté, afin de permettre leur dilatation (cf. Figure 1).

Il est impératif d'assurer la jonction de deux profilés de départs en acier et aluminium par des connecteurs (ou éclisses) d'au minimum 30 mm de longueur sans les positionner en butée de part et d'autre afin de laisser un jeu minimum de 2 mm. A cette jonction entre deux profilés, il faudra :

- Soit utiliser un treillis en fibres de verre de 20 cm x 20 cm (mouchoir),
- Soit un profilé PVC entoilé (hauteur de trame de 10 cm) à clipser sur la face avant des profilés de départ en aluminium.

La jonction entre deux profilés PVC entoilés raccordables doit être décalée d'au moins 10 cm avec la jonction entre deux rails de départ. Leur mise en œuvre est plus facile avant la pose de l'isolant.

Dans le cas de rails de départ en PVC, la continuité doit être assurée par le décalage entre les parties mâle et femelle.

Le profilé de départ n'est pas nécessaire en cas de démarrage à plus de 1 m du sol, pour des raisons architecturales par exemple. Dans ce cas, l'alignement du premier rang de panneaux doit être assuré par un profilé ou un guide provisoire, et la face inférieure de l'isolant doit être enduite (cf. Figure 22). La mise en place d'un larmier (ou profil goutte d'eau) sur l'arête est alors obligatoire.

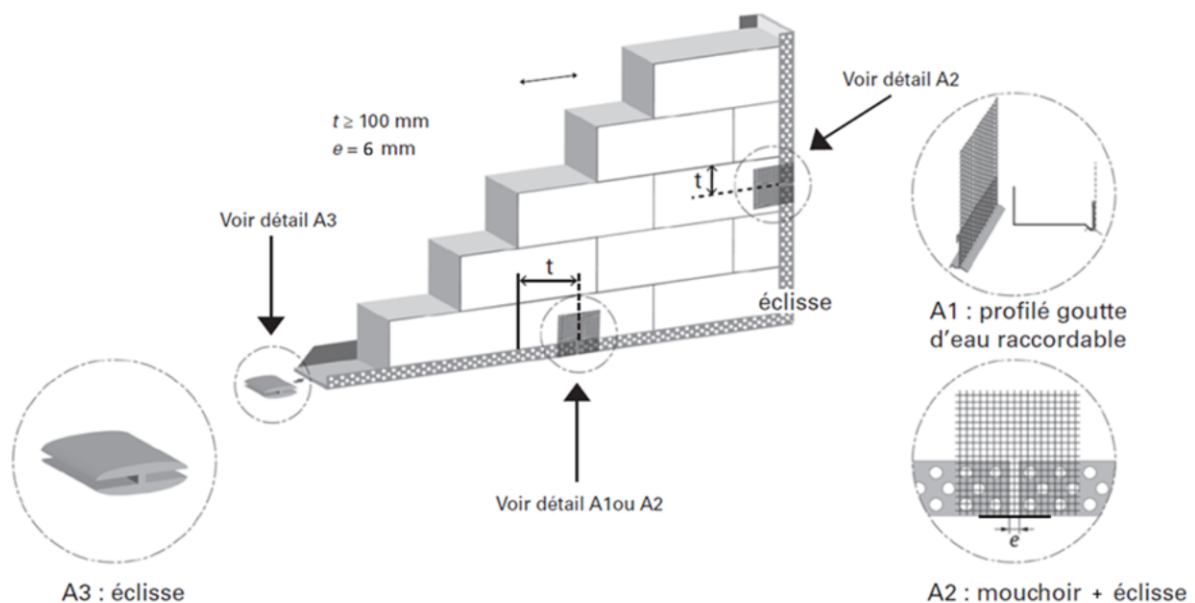


Figure 1 - Disposition des profilés de départ et latéraux – Renforts aux jonctions entre profilés

Note : Une éclisse (ou connecteur) sur toute la profondeur du départ alu ou acier, renforce la rigidité de l'ensemble et limite les passages de petits nuisibles, les parties d'isolant restant apparentes, hors protection de l'éclisse de 3 cm, étant d'environ 6 mm de large.

En cas de support irrégulier, les profilés doivent être :

- Soit posés sur une bande de redressement,
- Soit posés sur des cales d'épaisseur adaptée

Dans tous les cas, il est impératif de combler l'espace éventuel entre le profilé de départ et le support, afin de supprimer les entrées d'air parasites, en collant la première rangée de panneaux isolants avec un boudin de colle continu ou en plein.

Les profilés ne doivent pas être fixés par pisto-scèlement.

Commentaire :

L'utilisation d'un embout prolongateur permet le serrage de la pièce de fixation de la cheville (vis ou clou) sans endommager l'aile du profilé.

Pour une paroi support courbe, l'Annexe 4 présente des préconisations complémentaires.

4.2.2.2. Mise en place des profilés d'arrêt latéral et d'angle

Les profilés en acier galvanisé sont réservés aux systèmes avec enduits exclusivement hydrauliques.

Les profilés d'arrêt latéral sont fixés selon les mêmes préconisations (cf. Figure 1).

De même que pour les profilés de départ, un jeu de 3 mm minimum est nécessaire entre les profilés latéraux en aluminium.

Il est recommandé de découper le talon du profilé supérieur pour permettre une superposition coulissante sur le profilé inférieur, de façon à couvrir ce jeu et protéger l'isolant. Le profilé d'arrêt pourra être également perforé sur toute la face et toute la longueur permettant ainsi le recouvrement par la couche de base armée utilisée en partie courante.

Des cornières d'angles doivent être mises en œuvre sur tous les angles verticaux sortants non protégés par un profilé d'arrêt.

4.2.3. Préparation de la colle et de l'enduit de base

La colle et l'enduit de base sont préparés en respectant les indications données dans le DTA ou l'AT.

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

Les pâtes prêtes à l'emploi sont préalablement malaxées avec un agitateur électrique, sauf indication contraire du DTA ou de l'AT.

4.2.4. Mise en place de l'isolant

4.2.4.1. Généralités

Les panneaux isolants humides, endommagés, déformés ou souillés ne doivent pas être posés. Les panneaux sont posés bout à bout, parfaitement jointifs, par rangées successives à joints décalés (pose dite « plein sur joint » ou « coupe de pierre »), à partir du niveau bas établi par le profilé de départ (cf. Figure 1). Le décalage entre joints verticaux doit être au moins égal à 200 mm (cf. Figure 2).

Les panneaux sont harpés aux angles sortants ou rentrants (cf. Figure 2).

En angle de tableaux de baies, l'harpage n'est pas obligatoire, les panneaux en partie courante recouvrant l'isolation en tableaux.

Un profilé d'angle entoilé et un entoilage complet du retour de tableau assurent un double entoilage sur ce joint filant.

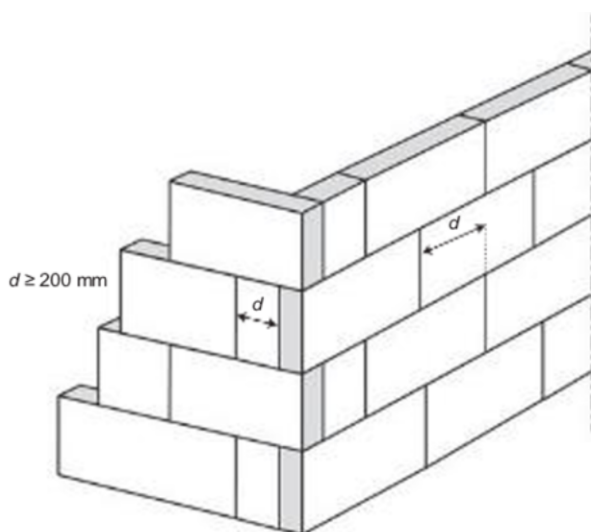


Figure 2 - Pose des panneaux isolants à joints décalés et harpage aux angles

Les joints entre panneaux doivent être décalés d'au moins 100 mm de la jonction entre deux profilés de départ ou profilés latéraux (cf. Figure 1).

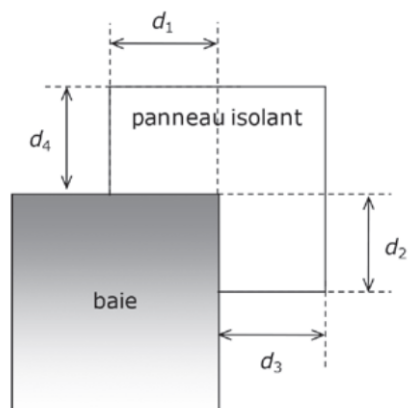
Au droit des éléments saillants de la façade (menuiseries, pénétrations diverses) et à tous les points durs, une désolidarisation est réalisée (produit de calfeutrement ou profilé).

En cas de support existant, les zones concernées doivent être préparées comme indiqué au § 4.1.2.

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

4.2.4.2. Dispositions autour des baies

Aux angles des baies, les panneaux doivent être découpés en « L » afin d'éviter les joints filants, comme indiqué dans le document « Systèmes d'isolation thermique extérieure par enduit sur polystyrène expansé : principe de mise en œuvre autour des baies - liaison avec les fenêtres » (Cahier du CSTB 3709_V2) sur des hauteurs d'au moins 200 mm.



d_1 , d_2 , d_3 et d_4 doivent être supérieurs à 200 mm

Figure 3 – Découpes en L aux angles de baies

Le collage des panneaux isolants en retours tableaux ou linteaux se fait en plein.

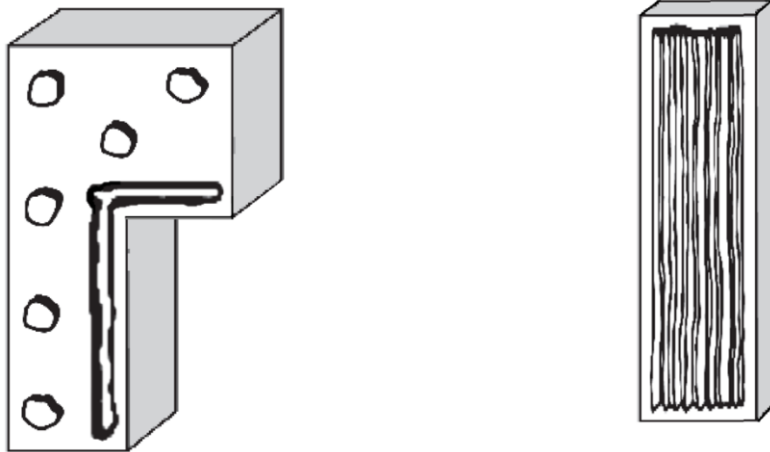
Dans le cas d'un retour d'isolant en tableau et voussure de baie, le panneau isolant peut être simplement collé en plein pour simplifier la mise en œuvre de ce point singulier, y compris s'il doit être calé-chevillé en partie courante.

Quel que soit le mode de fixation en partie courante et quel que soit l'isolant, la mise en place des panneaux isolants en tableau ou linteau est réalisée par collage en plein accompagné ou non d'un chevillage.

Des dispositions pour empêcher l'entrée d'air en face arrière des isolants doivent être prises, par exemple :

- Mise en œuvre d'un boudin périphérique (cf. Figure 4)
- Retour d'enduit armé (cf. Figure 24),
- Bande de mousse imprégnée,

Collage / calage par plots et par boudins autour d'une baie



Collage d'isolant en plein pour les tableaux et voussures

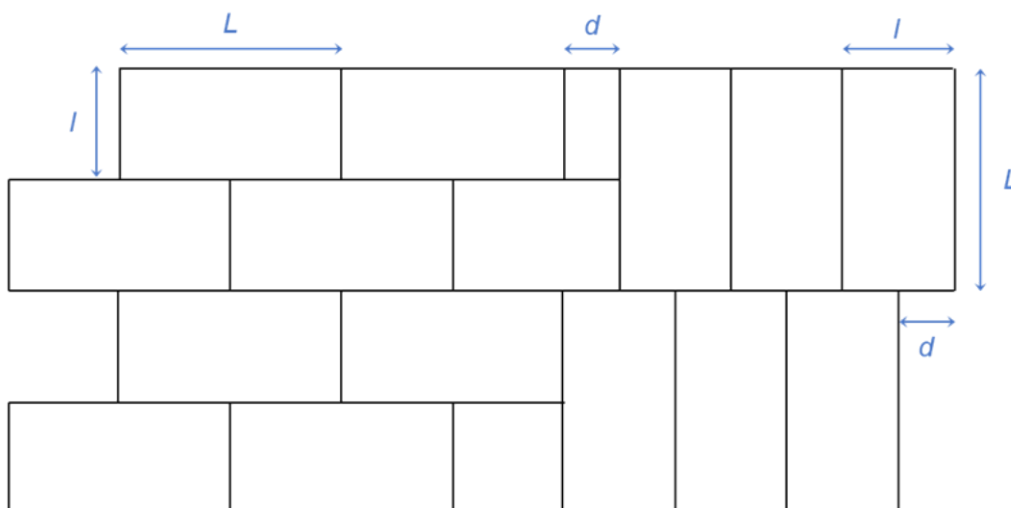
Figure 4 - Collage/calage au pourtour des baies

Commentaire :

Les tableaux de baies constituent des points singuliers. Il est par conséquent admis que les tableaux recouverts d'un revêtement organique adhérent ne soient pas découpés systématiquement pour la pose collée. Le recours à un produit de collage alternatif sur support fermé peut aussi être toléré dans ce cas. Le DTA ou l'AT précise les produits adaptés. La pose collée des isolants devant être fixés mécaniquement en partie courante est admise en tableaux avec les mêmes produits de calage.

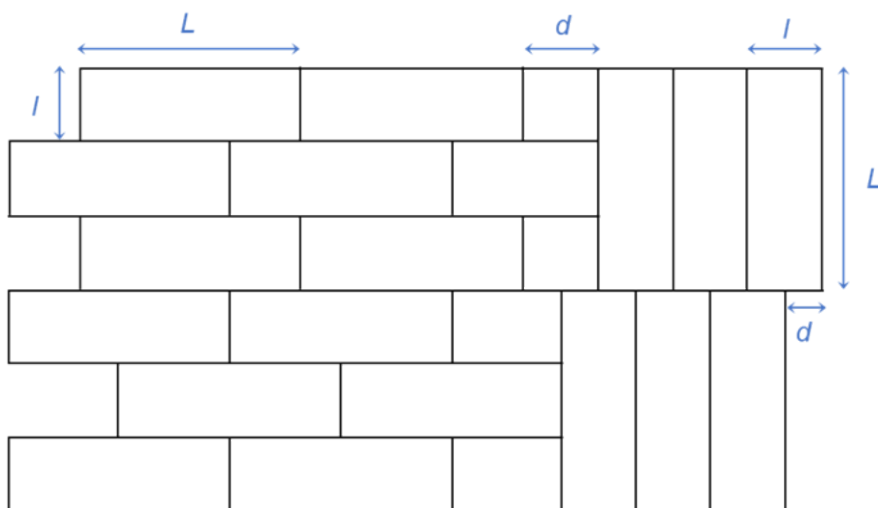
4.2.4.3. Mixité et pose de l'isolant

Suivant le format des panneaux isolants, il est possible de juxtaposer sur une même façade des panneaux horizontaux et verticaux, conformément à la Figure 5 pour des panneaux de 1200x600 mm ou à la Figure 6 pour des panneaux de 1200x400 mm. Pour d'autres dimensions de panneaux, une juxtaposition de panneaux horizontaux et verticaux peut être possible suivant les cas, et est décrite dans l'Avis Technique ou DTA de l'ETICS.



$$L = 1200 \text{ mm} - l = 600 \text{ mm} - d \geq 200 \text{ mm}$$

Figure 5 - Pose verticale des panneaux isolants 1200x600 mm



$L = 1200 \text{ mm} - l = 400 \text{ mm} - d \geq 200 \text{ mm}$

Figure 6 - Pose verticale des panneaux isolants 1200x400 mm

Lorsqu'elle est visée dans l'Avis Technique ou DTA de l'ETICS, la juxtaposition entre deux ETICS avec le même enduit de base, l'un sur une nature d'isolant, et l'autre sur une autre nature d'isolant, est possible sans nécessité de fractionnement (exemple en Figure 7 pour des panneaux de 1200x600 mm).

Si deux enduits de base doivent être utilisés sur deux isolants différents, il faudra totalement désolidariser les ETICS par un joint de dilatation (jonction élastique en laine de roche souple comprimée obligatoire entre les isolants).

Note : A l'exception du cas des bandes de recouvrement de hauteur inférieure à 300 mm, les 2 ETICS doivent faire l'objet d'un AT/DTA.

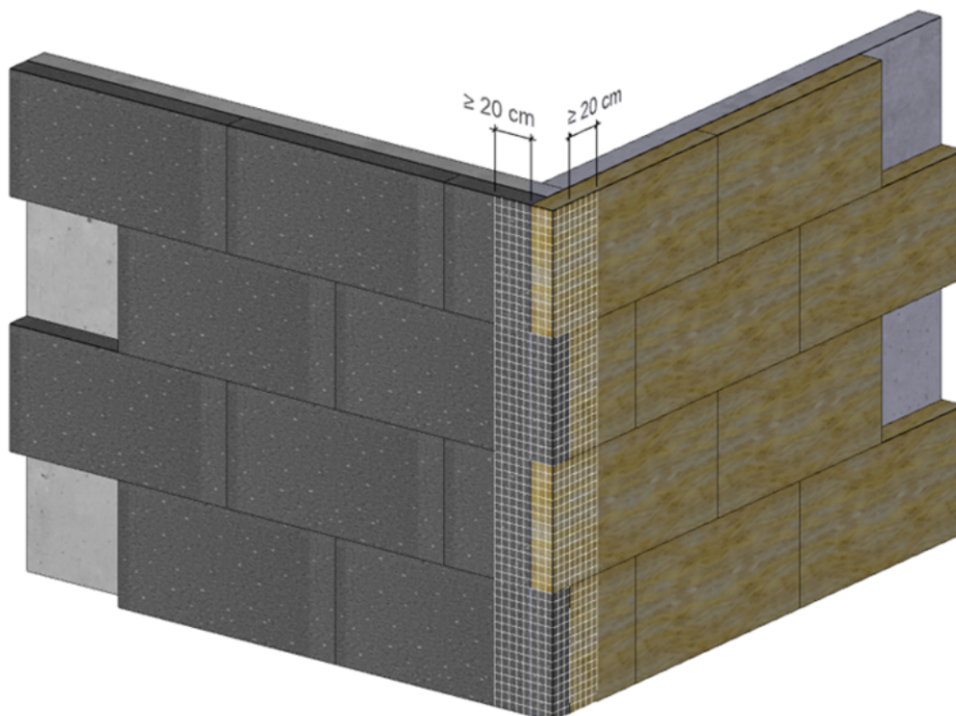


Figure 7 - Juxtaposition entre 2 natures d'isolants en angle

4.2.4.4. Opérations après séchage du produit de calage/collage

Après séchage du produit de calage ou collage, les joints ouverts entre panneaux doivent être inférieurs ou égaux à 5 mm.

En cas de joints ouverts (largeur inférieure ou égale à 5 mm), ceux-ci doivent être rebouchés à l'aide d'un produit mentionné dans le DTA ou l'AT pour cet usage (ex. mousse polyuréthane de faible expansion, corde de chanvre, étoupe d'isolant...).

De manière ponctuelle, des joints ouverts compris en 5 et 10 mm peuvent être acceptés sous réserve d'être rebouchés à l'aide de lamelles du même isolant.

Commentaire :

La mousse de polyuréthane expansive ne doit pas être utilisée pour pallier des manques d'isolant importants (angles cassés par exemple). Après application de la mousse, le temps d'expansion et de durcissement précisé dans l'AT ou le DTA doit être respecté avant toute autre opération.

Après la mise en place des panneaux isolants, les désaffleurements entre eux doivent être inférieurs ou égaux à 2mm (cf. Figure 8).

Dans le cas du PSE, il est indispensable de supprimer ensuite ce désaffleurement par un ponçage aux jonctions entre panneaux. Le ponçage est exécuté manuellement à l'aide d'une taloche abrasive, ou à l'aide d'une machine à poncer éventuellement équipée d'un dispositif d'aspiration. Le ponçage doit être suivi d'un dépoussiérage par broissage.

L'écart de planéité de l'isolant ne doit pas dépasser 7 mm sous la règle de 2 m.

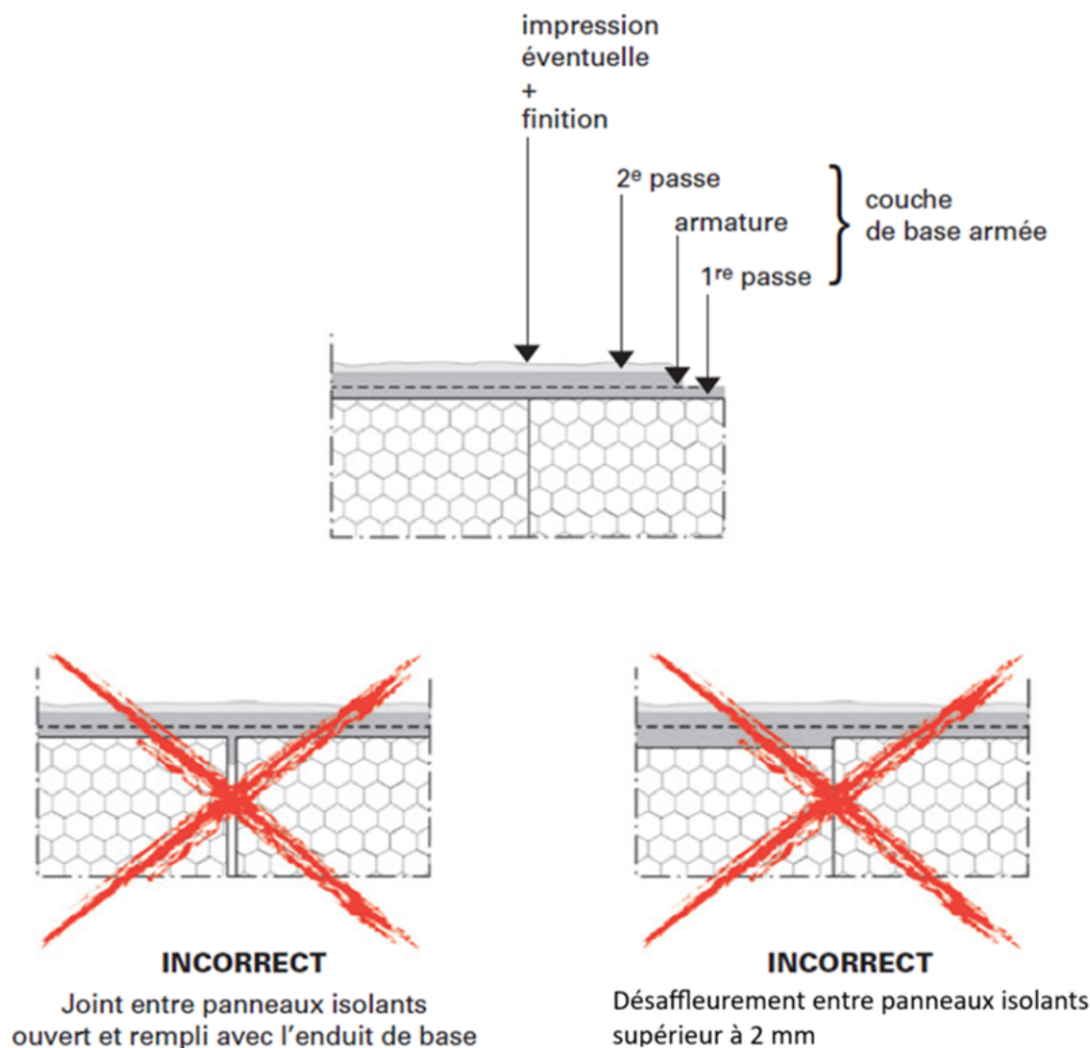


Figure 8 - Positionnement des panneaux isolants

Si l'isolant est en PSE, les interventions de ponçage ne seront réalisées qu'après séchage complet de la colle ou du calage, et avant la pose des éventuelles fixations mécaniques.

L'application de l'enduit de base ne sera réalisée qu'après séchage complet de la colle ou du calage.

L'enduisage doit être effectué dans un délai raisonnable en tenant compte des conditions climatiques après la pose de l'isolant pour éviter les risques de dégradation superficielle (poudrage, jaunissement, reprise d'humidité, etc.). Sinon, sur PSE (et uniquement sur PSE), il est indispensable de poncer l'isolant sur l'ensemble de la surface avant recouvrement.

4.2.4.5. Systèmes collés

Seuls les isolant en PSE peuvent être posés par collage.

La colle doit être appliquée sur le panneau isolant, sauf indication contraire du DTA ou de l'AT.

La colle ne doit en aucun cas être utilisée pour remplir les joints ouverts entre panneaux isolants.

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.

Il existe deux principaux modes de collage : en plein, ou par boudins et plots. Le collage en plein est conseillé sur support de bonne planéité (écart de planéité jusqu'à 5 mm sous la règle de 2 m). Le collage par boudins et plots est réservé aux supports présentant des irrégularités de surface ou des écarts de planéité jusqu'à 15 mm sous la règle de 2 m.

Des fixations mécaniques peuvent éventuellement être utilisées pour maintenir l'isolant pendant la prise de la colle ou assurer un maintien provisoire pour éviter le risque de chute en cas de décollement (période hivernale, vent fort au moment de la mise en œuvre, ...). Ces fixations ne sauraient en aucun cas dispenser de la préparation nécessaire des supports telle que décrite au § 4.1.2.1 en particulier le décapage des anciennes peintures ou des anciens revêtements organiques.

- Collage en plein

La colle est appliquée avec une taloche présentant des crans de 10 mm de profondeur minimum, sur toute la surface du panneau, en laissant libre une bande de 2 cm de largeur environ en périphérie, afin d'éviter la pénétration de la colle dans les joints (cf. Figure 9).

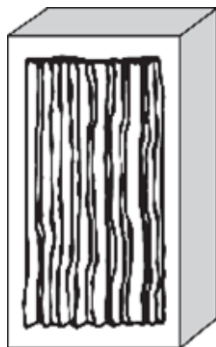


Figure 9 - Collage/calage en plein

- Collage par boudins et plots

Des boudins de colle sont appliqués en périphérie sur le panneau, complétés avec des plots (cf. Figure 10). Les boudins de colle appliqués en périphérie doivent :

- Soit être posés à plus de 30 mm des bords afin d'éviter la remontée de colle dans les joints dans le cas d'une application mécanisée,
- Soit appliqués en biseau avec l'épaisseur la plus faible à l'extérieur du panneau.

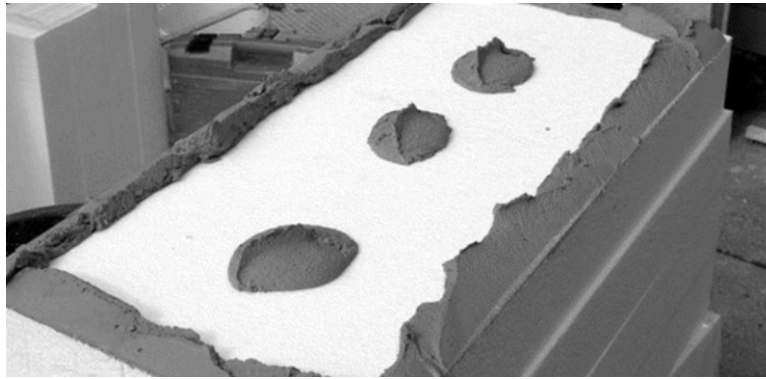


Figure 10 – Collage par boudins et plots (représenté ici avec boudins appliqués en biseau)

Les boudins doivent avoir une largeur minimale de 30 mm et une épaisseur minimale de 10 mm avant écrasement. Le diamètre des plots doit être d'au moins 100 mm et leur épaisseur d'au moins 10 mm avant écrasement. L'application avec une machine à projeter est privilégiée, de façon à garantir la régularité des boudins.

Si les panneaux isolants sont en polystyrène gris, le collage par boudins et plots doit obligatoirement être complété avec une fixation mécanique constituée de 2 chevilles par panneau isolant, à mi-largeur et à environ 1/3 de la longueur à partir des bords du panneau. Les chevilles doivent être installées et expansées avant la prise de la colle, en prenant soin de ne pas trop l'écraser. L'utilisation de clous par pisto-scellement n'est pas visée pour ce type de pose. Dans le cas d'un collage de l'isolant en plein, il n'est pas nécessaire de mettre en place ces 2 chevilles avant la prise de la colle.

4.2.4.6. Systèmes fixés mécaniquement par chevilles (calé/chevillé)

4.2.4.6.1. Calage

Le calage doit être réalisé selon l'une des options du § 4.2.4.5 décrite précédemment pour le collage.

Il est aussi possible de réaliser un calage par plots selon les dispositions suivantes :

- Calage par plots

La colle est appliquée à raison d'au moins 12 plots par m² répartis à la surface du panneau, ce qui correspond à 6 plots par panneau de dimensions 1000 × 500 mm ou 1200 × 400 mm, ou 9 plots par panneau de dimensions 1200 × 600 mm (cf. Figure 11). Le diamètre des plots doit être d'au moins 10 cm et leur épaisseur d'au moins 10 mm avant écrasement (à adapter selon la planéité du support).

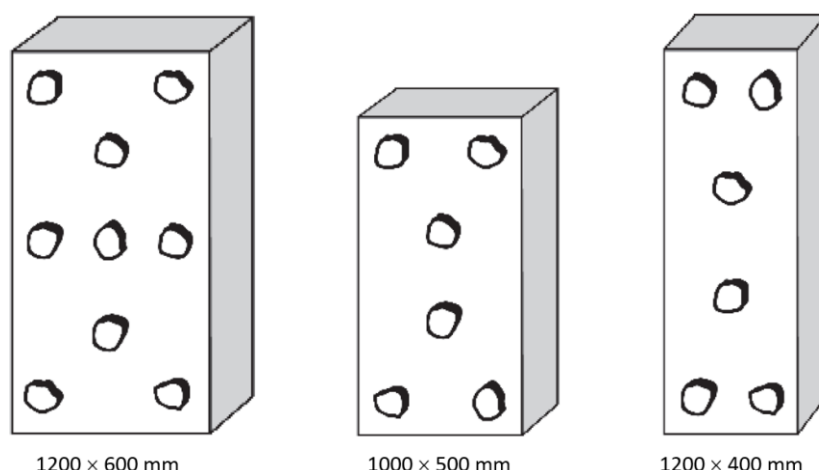


Figure 11 - Calage par plots

Quel que soit le mode de calage, les chevilles ou clous peuvent être posés « en plein » ou « en plein et en joint ».

Commentaire :

Les plots de calage permettent de rattraper les défauts de planéité du support. Un calage en plein peut être envisagé sur supports présentant une planéité suffisante, à savoir 5 mm maximum sous la règle de 2 m, en

laissant libre une bande de 20 mm de largeur environ en périphérie, afin d'éviter la remontée de la colle dans les joints.

En cas de calage par plots et si la réglementation incendie n'impose pas la mise en œuvre de bandes filantes horizontales en laine minérale, un calage des panneaux isolants en plein ou par boudins et plots doit être réalisé tous les deux étages (à partir du rez-de-chaussée) et sur la dernière rangée. Cette disposition a pour objectif de limiter les lames d'air parasites qui dégradent les performances thermiques. Sur des bâtiments à simple rez-de-chaussée, il est impératif de poser un boudin de colle continu en bas et en haut de mur pour éviter une circulation d'air parasite.

4.2.4.6.2. Fixation

Après séchage et durcissement du calage, l'isolant est fixé au support avec des chevilles à rosace ou clous conformes au § 3.2. Les fixations peuvent être disposées de deux manières :

- « En plein » : les chevilles ou clous sont disposées uniquement dans le panneau isolant (cf. Figure 12) ;
- « En joint et en plein » : les chevilles ou clous sont disposées dans le panneau et à l'intersection de plusieurs panneaux (cf. Figure 13).

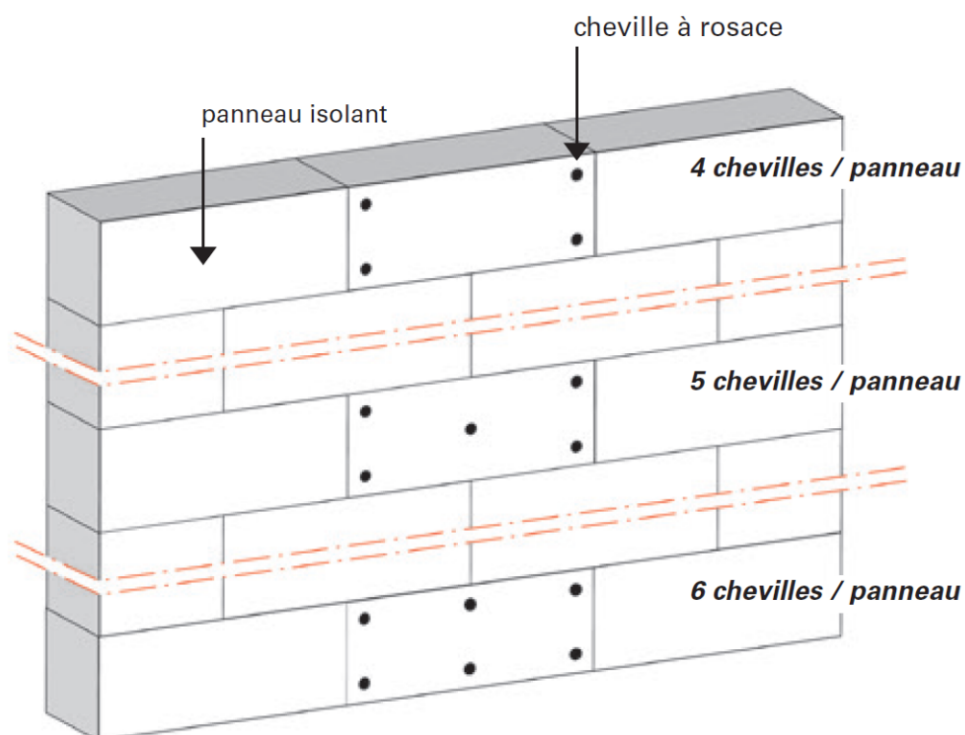


Figure 12 - Fixation des panneaux isolants par chevilles ou clous – Disposition en plein (exemples)

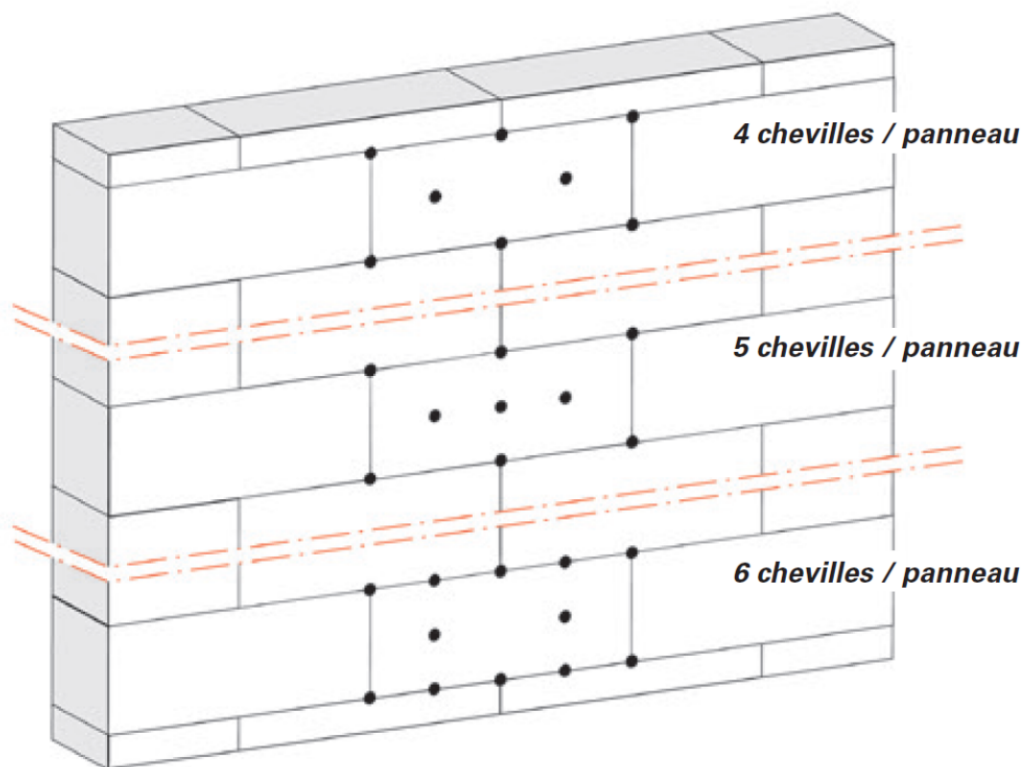


Figure 13 – Fixation des panneaux isolants par chevilles ou clous – Disposition en plein et en joint (exemples)

Les chevilles sont généralement montées « à fleur », l'extérieur de la rosace étant sur le même plan que l'isolant. Les principales étapes d'un montage « à fleur » sont les suivantes :

- Dans le cas des panneaux isolants en fibres de bois : pré-perçage des panneaux au diamètre du fût de la cheville à l'aide d'une mèche à bois.
- Perçage des panneaux isolants et du support (un soin particulier doit être apporté à la perpendicularité du perçage. Les trous doivent ensuite être déburrés).
- Enfoncement manuel des chevilles jusqu'au nu de la surface de l'isolant ;
- Enfoncement complet, au maillet, du clou d'expansion (cas des chevilles à frapper), ou vissage complet de la vis d'expansion (cas des chevilles à visser) ; la rosace de la cheville doit être au contact à fleur de la surface de l'isolant. Attention à ne pas enfoncer les chevilles de plus de 3 mm car la surépaisseur d'enduit pourrait provoquer l'apparition de spectres de chevilles.

La profondeur d'ancrage des chevilles ne doit prendre en compte que le mur support et sa nature. On veillera à adapter la longueur des chevilles ou clous en fonction des couches existantes d'enduit ou de parements collés, et de l'épaisseur de produit de calage pour les panneaux isolants.

Le nombre de fixations, leur disposition et le temps d'attente entre le calage et la pose des fixations sont indiqués dans le DTA ou l'AT. En particulier, le nombre de fixations doit être adapté aux sollicitations du vent en dépression sur la façade (cf. § 2.1.2 du présent document).

Afin de limiter les ponts thermiques ponctuels, certains modèles de cheville peuvent être montés « à cœur » : ce montage consiste à enfoncer la rosace de la cheville dans l'épaisseur du panneau isolant, puis à mettre en place une rondelle isolante par-dessus la rosace, cette rondelle venant à fleur de la surface du panneau. Le DTA ou l'AT précise quels modèles de cheville peuvent être montés « à cœur », ainsi que l'épaisseur minimale d'isolant autorisant ce montage.

Pour la résistance au vent, l'épaisseur utile à considérer est celle comprise entre la paroi support et la rosace.

Note :

Du fait de leur conception, certains modèles de chevilles à monter « à cœur » ne nécessitent pas la mise en place de rondelle isolante (exemple : cheville avec rosace de forme hélicoïdale). On prendra toutefois soin de reboucher le trou en surface de l'isolant au moyen d'un bouchon isolant ou de mousse polyuréthane expansive.

Note :

Le montage des chevilles à cœur permet de limiter l'apparition du spectre des chevilles (effet « coccinelle ») généré par certains rebouchages effectués sur rosaces trop enfoncées, par des ponts thermiques liés à la cheville,

4.2.4.7. Systèmes fixés mécaniquement par clou

Dans ce cas, il convient de se référer aux indications décrites dans le DTA du clou (pisto-scellement).
En particulier, la nature du support, la profondeur d'ancrage, et la force de clouage sont à vérifier.

4.2.4.8. Double panneautage

Pour les panneaux isolants en fibre de bois, le double panneautage n'est pas visé sauf mention contraire dans le DTA ou Avis Technique.

Pour les autres natures d'isolant, les exigences suivantes s'appliquent :

L'épaisseur totale du double panneautage est limitée à 300 mm.

La mixité des références d'isolants entre la première et la seconde couche de panneaux isolants n'est pas autorisée, sauf mention contraire dans le DTA ou Avis Technique du système.

On veillera à décaler les joints de panneaux des deux couches d'isolants respectives.

La première couche est :

- Soit collée en plein à l'aide de la colle, possible uniquement dans le cas du PSE ou de la mousse phénolique
- Soit calée à l'aide du mortier de calage pour tous les isolants, puis fixée mécaniquement par chevilles à raison de 2 chevilles par panneau.

Dans le cas d'une pose calée-chevillée, on veillera à conserver un boudin de colle continu au niveau de la première et de la dernière rangée de panneaux et à minima tous les deux niveaux afin d'éviter les lames d'air résiduelles.

La seconde couche est uniquement chevillée dans le mur support conformément aux indications du § 4.2.4.6.2 (selon le plan de chevillage associé), ou calée en plein puis chevillée en prenant garde à choisir la longueur de cheville adaptée prenant en compte toutes les épaisseurs (isolants et collage/calage) et la profondeur d'ancrage minimale dans le support.

Les chevilles hélicoïdales sont exclues pour le chevillage de la deuxième couche.

4.2.4.9. Dispositions complémentaires pour la pose en sous-face

Seuls les isolants en PSE peuvent être uniquement collés en sous-face, sous réserve que la profondeur de la sous-face soit inférieure ou égale à 500 mm. Le collage doit être réalisé en plein. Un chevillage complémentaire peut être réalisé pour faciliter la mise en œuvre.

Dans tous les autres cas, le système doit être calé-chevillé, sous réserve que le support soit compatible avec la pose d'un ETICS calé/chevillé.

4.2.5. Renforts des points singuliers

Avant la réalisation de la couche de base armée, les points singuliers doivent être renforcés, en particulier :

- Des cornières d'angle sont mises en place sur tous les angles sortants du système par collage avec l'enduit de base.
- Des pièces d'armature de dimensions minimales 20 x 20 cm (appelés « mouchoirs ») doivent être posées aux angles des baies, à chaque découpe de l'isolant en « L », et aux jonctions entre tableau et voussure, sur toute la profondeur du tableau et de la voussure (cf. Figure 14).

Note : Les mouchoirs ne permettent pas de s'affranchir des coupes en L des isolants, et vice versa.

- Les angles rentrants peuvent soit être traités par une trame continue pliée, soit avec un profilé d'angle adapté muni d'une trame côté extérieur (exemple : profilés en rouleau).

- Pour le traitement des angles horizontaux en sous-face (voissures par exemple), des profilés munis d'un larmier doivent être employés.

Dans tous les cas, il y a lieu d'assurer la continuité de l'armature dans les angles sortants ou rentrants : soit par un retour d'armature standard supérieur à 10 cm, soit par une superposition de l'armature standard avec l'armature du renfort d'arête.

Les jonctions entre profilés de renfort ne doivent en aucun cas coïncider avec les joints entre panneaux isolants (cf. Figure 1).

Les mouchoirs d'armature sont soit découpés sur le chantier dans le treillis, soit prédécoupés en usine. Il existe également des pièces d'armature rigides préformées tridimensionnelles qui facilitent le traitement des angles des baies ; la partie de l'armature en contact avec la face extérieure de l'isolant doit être de dimensions minimales 20 x 20 cm.

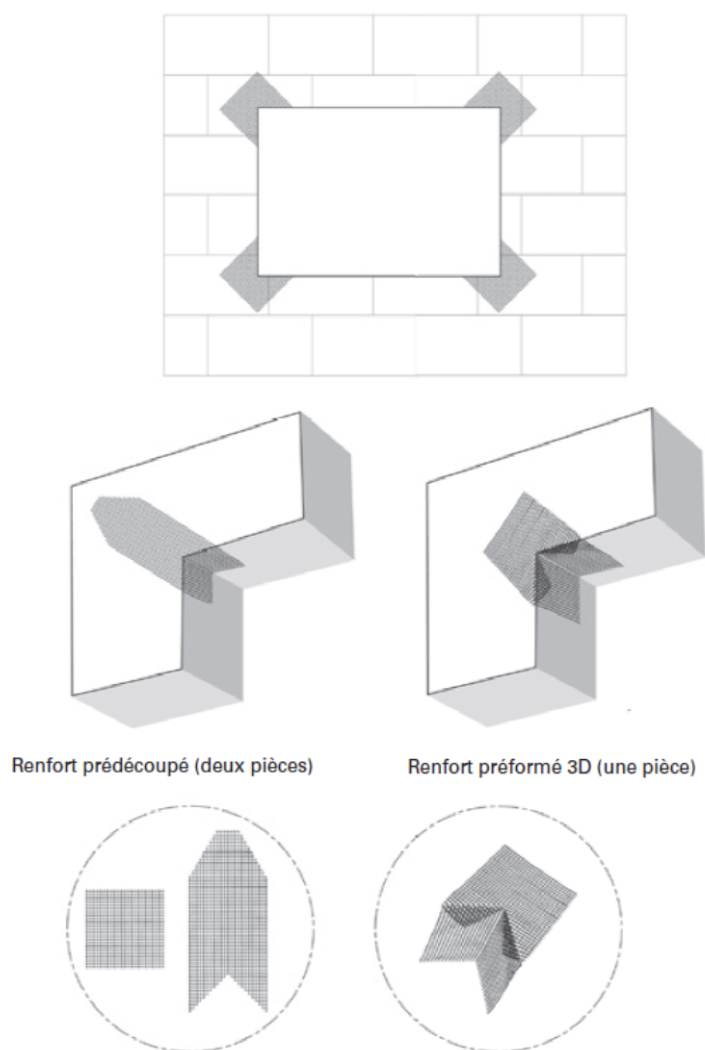


Figure 14 – Renforts aux angles de baies

Des pièces d'armature doivent également être posées au niveau des jonctions entre profilés métalliques : profilés de départ, profilés d'arrêt latéral, etc. (cf. Figure 1).

Les pièces d'armature sont mises en place par collage avec l'enduit de base.

Le marouflage des armatures de renfort et des profilés, ainsi que le rebouchage de l'enfoncement causé par des chevilles accidentellement trop enfoncées, doivent être réalisés 12 à 24 heures avant l'application de la couche de base armée.

Afin de limiter les surépaisseurs d'enduit et risques de pathologies, on limitera autant que possible la superposition des pièces tramées utilisées pour le traitement des points singuliers ou bandes coupe-feu à trois épaisseurs de trame maximum. C'est en effet la continuité de l'armature de la couche de base armée qui compte, appliquée après le traitement des points singuliers.

4.2.6. Réalisation de la couche de base armée

Concernant la mise en œuvre de la couche de base armée, la préparation, le mode d'application et le délai de séchage avant intervention ultérieure de fermeture sont spécifiés dans l'AT ou DTA.

Les consommations indiquées dans les DTA ou les AT permettent de respecter les épaisseurs minimales d'application en partie courante. Elles ne renseignent pas sur les quantités nécessaires d'enduit de base pour le traitement des points singuliers.

Commentaire :

Les consommations dues au traitement des points singuliers peuvent être non négligeables ; elles dépendent notamment de la morphologie de la façade (surface, nombre de baies, etc.).

En fonction des performances aux chocs du système employé et du degré d'exposition aux chocs de la façade, il peut être nécessaire d'adapter la configuration de la couche de base.⁵

Il existe trois configurations :

- Simple armature standard ;
- Double armature standard ;
- Armature renforcée et armature standard.

4.2.6.1. Simple armature standard

La couche de base est généralement réalisée en plusieurs passes. Après mise en place des panneaux isolants et des renforts aux points singuliers, la surface des panneaux est enduite et l'armature marouflée dans la passe fraîche à l'aide d'une lisseuse inox. Afin d'assurer la continuité de l'armature, il faut prévoir un chevauchement de 10 cm environ aux joints des lés (cf. Figure 15), 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.

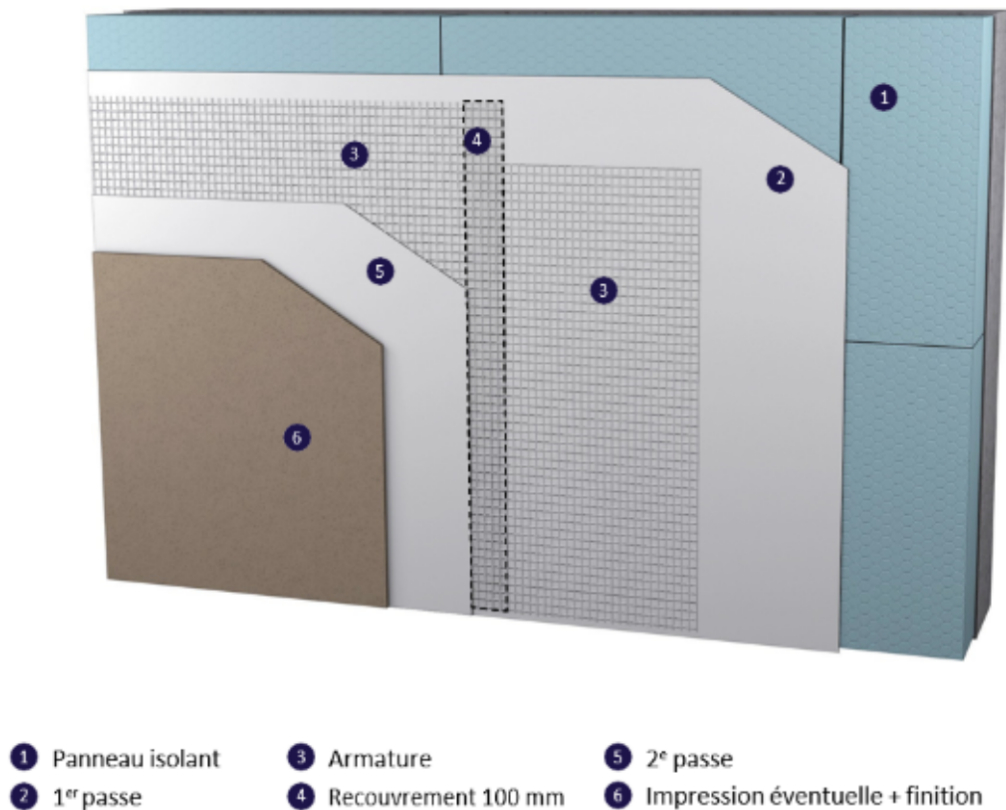
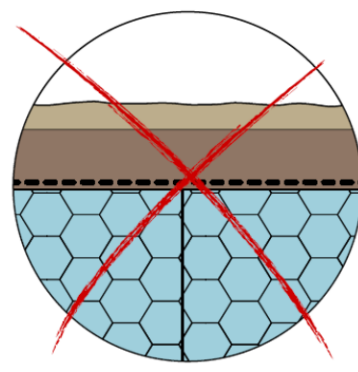
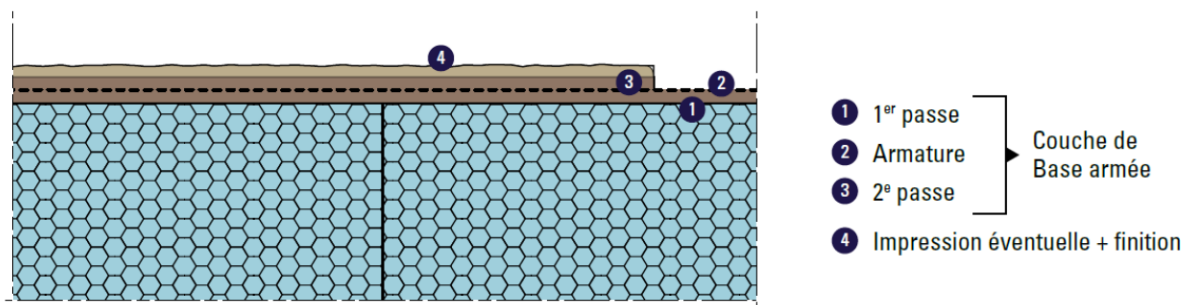


Figure 15 - Mise en place des armatures

L'armature ne doit jamais être directement positionnée sur l'isolant (cf. Figure 15 et Figure 16).

⁵ Voir paragraphe 2.1.1 du présent document



INCORRECT
Treillis trop proche de l'isolant

Figure 16 - Positionnement de l'armature

Une deuxième passe d'enduit de base est appliquée et serrée (après durcissement ou non de la première passe), de façon à enrober totalement l'armature (le « spectre » de l'armature ne doit plus être visible).

4.2.6.2. Double armature standard

L'isolant est recouvert d'une première passe d'enduit de base dans laquelle est marouflée une armature standard, comme indiqué au paragraphe précédent : les lés peuvent être posés bord à bord sans chevauchement. Après durcissement ou non, est appliquée une deuxième passe d'enduit de base et marouflée une deuxième armature standard (armature du système), avec chevauchement.

Si les deux armatures sont mises en œuvre avec des chevauchements, le chevauchement de la seconde est décalé par rapport à celui de la première, pour éviter les surépaisseurs.

Une troisième passe d'enduit vient ensuite enrober l'armature, après durcissement ou non de la deuxième passe.

Commentaire :
Les trois passes ne peuvent pas être appliquées « frais dans frais » : en fonction de l'organisation du chantier, un séchage doit avoir lieu soit entre la première et la deuxième passe, soit entre la deuxième et la troisième passe.

Les consommations permettant de réaliser les couches de base avec double armature standard ne sont pas indiquées dans les DTA ou les AT. Néanmoins, elles peuvent être 25 à 50 % plus élevées que celles en simple armature standard.

4.2.6.3. Armature renforcée et armature standard

Cette configuration concerne uniquement le traitement des façades particulièrement exposées aux chocs. L'armature renforcée est 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 isolants 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 d'armature renforcée se font à joints vifs (sans chevauchement) 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. La surface est enduite avec l'enduit de base dans lequel on maroufle l'armature standard, en prenant soin de ne pas superposer les joints de l'armature standard avec ceux de l'armature renforcée et en respectant les recouvrements des lés. Une dernière passe vient ensuite enrober l'armature standard, après durcissement ou non de la deuxième passe.

Les consommations permettant de réaliser les couches de base avec armature renforcée et armature standard ne sont pas indiquées dans les DTA ou les AT. Néanmoins, elles peuvent être 50 à 100 % plus élevées que celles en simple armature standard.

4.2.7. Application du revêtement de finition

Le revêtement de finition est appliqué conformément aux indications données dans le DTA ou l'AT.

Afin de pallier les risques d'apparition de reprises après séchage, ou faciliter les réparations ultérieures du revêtement en respectant au mieux l'apparence de l'ouvrage, il convient de diviser la surface à revêtir en zones recouvrables sans interruption.

4.2.7.1. Finition mince

Suivant la nature de l'enduit de base, les finitions minces nécessitent ou non l'application préalable d'un produit d'impression. Le cas échéant, les consommations et les délais de séchage sont indiqués dans le DTA ou l'AT.

Les aspects les plus couramment rencontrés en finition mince sont les aspects taloché, ribbé (grésé), taloché éponge, granulats apparents et peinture.

Les finitions minces nécessitent un sous-enduit suffisamment plan et lisse, car elles ne permettent pas de rattraper des défauts de planéité.

4.2.7.2. Finition épaisse

La dernière passe d'enduit de base est souvent finie rugueuse (à l'aide d'une taloche crantée ou d'une règle crantée par exemple), afin de favoriser l'accroche de la finition, sauf indication contraire dans le DTA ou l'AT.

Les aspects les plus couramment rencontrés en finition épaisse sont les aspects gratté, brut de projection et brut-écrasé.

4.3. Traitement des points d'ancrage de l'échafaudage

Lors du démontage d'un échafaudage maintenu au support à l'aide de fixations, deux situations peuvent se présenter :

- Des fixations femelles avec rupteur de pont thermique ont été employées : les pitons ou anneaux sont retirés puis les fixations sont refermées à l'aide d'un capuchon adéquat ;
- Dans les autres cas, il est possible de procéder de la manière suivante (si les ancrages ont un diamètre ne dépassant pas 20 mm) :
 - L'amalgame formé autour de l'ancrage, au ras du système, est soigneusement découpé, puis le piton ou l'anneau est retiré,
 - La cavité est remplie avec un bouchon de forme légèrement tronconique de même nature que l'isolant en place ; au préalable, un léger collage au mastic extrudé doit être prévu pour une meilleure tenue du bouchon,
 - Du mastic extrudé est appliqué par-dessus le bouchon (dans l'épaisseur du sous-enduit), puis serré de façon homogène afin d'obtenir une bonne cohésion,
 - La finition du système est appliquée localement sur le mastic encore frais.

Le mastic employé doit être chimiquement compatible avec l'isolant et la finition.

Commentaire :

La bonne exécution de cette opération conditionne le résultat esthétique afin de dissimuler au mieux les empreintes des fixations et les boursoufflures disgracieuses.

4.4. Remblaiement

Si le DTA ou AT intègre un système d'isolation en parties semi-enterrées, les opérations de remblaiement doivent être effectuées conformément à l'Annexe 3.

4.5. Conditions de réception des ouvrages

L'aspect final de l'ETICS s'apprécie à une distance d'au moins 5 m du pied de la façade, de façon à la voir dans son ensemble, avec une lumière naturelle non rasante (angle compris entre 70 et 110°, à l'intérieur duquel doit se trouver l'observateur).

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.

Note : Les recouvrements d'armature, en particulier dans le cas de finitions minces, peuvent être visibles à l'œil nu, sans toutefois déroger à cette règle.

5. Détails de mise en œuvre aux points singuliers

5.1. Principes généraux

Ce chapitre regroupe les figures illustrant les solutions de principe pour la conception et la réalisation des principaux points singuliers rencontrés dans le traitement des bâtiments, en travaux neufs comme en rénovation.

Pour la mise en œuvre autour des fenêtres, il convient de se reporter au document « Systèmes d'isolation thermique extérieure par enduit sur polystyrène expansé : principe de mise en œuvre autour des baies – liaison avec une fenêtre » (Cahier du CSTB 3709_V2).

Les solutions proposées dans ce chapitre ne constituent pas une liste exhaustive. 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 sur parties horizontales ;

Par ailleurs, lorsque les réglementations incendie et/ou sismique sont applicables, le traitement des points singuliers doit tenir compte des conditions spécifiques induites par ces réglementations. Il convient de se reporter en particulier aux deux documents suivants :

- « Règles pour la mise en œuvre en zones sismiques des systèmes d'isolation thermique extérieure par enduit sur isolant » (Cahier du CSTB 3699_V4) ;
- « Systèmes d'isolation thermique extérieure par enduit sur polystyrène expansé : conditions de mise en œuvre des bandes filantes pour protection incendie » (Cahier du CSTB 3714_V2).

Les figures de ce chapitre s'appliquent aux différents modes de fixation de l'isolant au support (collage, ou fixation mécanique par chevilles ou clous). De ce fait, la fixation de l'isolant n'est pas représentée. Dans le cas des supports existants, l'éventuel revêtement (peinture, revêtement organique ou minéral, etc.) n'est pas représenté.

Les mastics doivent être appliqués en respectant les préconisations du NF DTU 44.1.

5.2. Carnet de détails

Le carnet de détails est composé de six parties :

- Départs en partie basse ;
- Arrêts ;
- Angles ;
- Joints ;
- Raccordements avec d'autres systèmes d'isolation ;
- Raccordements avec des équipements.

Les systèmes d'étanchéité peuvent ne pas être représentés sur les figures. Les systèmes d'étanchéité doivent cependant être conformes aux règles de l'art.

5.2.1. Départs en partie basse

Selon l'exposition aux chocs de la façade, ces solutions peuvent être réalisées avec simple armature standard, avec double armature standard ou avec armature renforcée + armature standard.

La distance au sol en millimètres est indiquée selon les cas dans le tableau suivant :

	Figures n°	Polystyrène expansé	Laine minérale	Fibres de bois	Mousse phénolique
Sol remblayé (terre, végétaux, cailloux) "meuble"	17	150	150	200	150
Sol fini* sans pente**	17	150	150	200	150
Sol fini* avec pente vers l'extérieur	18	10	150 ou 10 avec plinthe	200	150 ou 10 avec plinthe
Sol fini* sur plots (dalles, lames, caillebotis) permettant l'évacuation de l'eau stagnante	19, 20	10	150 ou 10 avec plinthe	200	150 ou 10 avec plinthe
Sol fini* avec pente vers l'intérieur avec caniveau***	21	50	150 ou 50 avec plinthe	200	50
CAS PARTICULIER : Sol meuble ou fini avec ou sans pente en zone termitée selon arrêté préfectoral****	17, 18	150	150	200	150

* Sol fini : sol dur tel que balcons, coursives, terrasses, trottoirs...

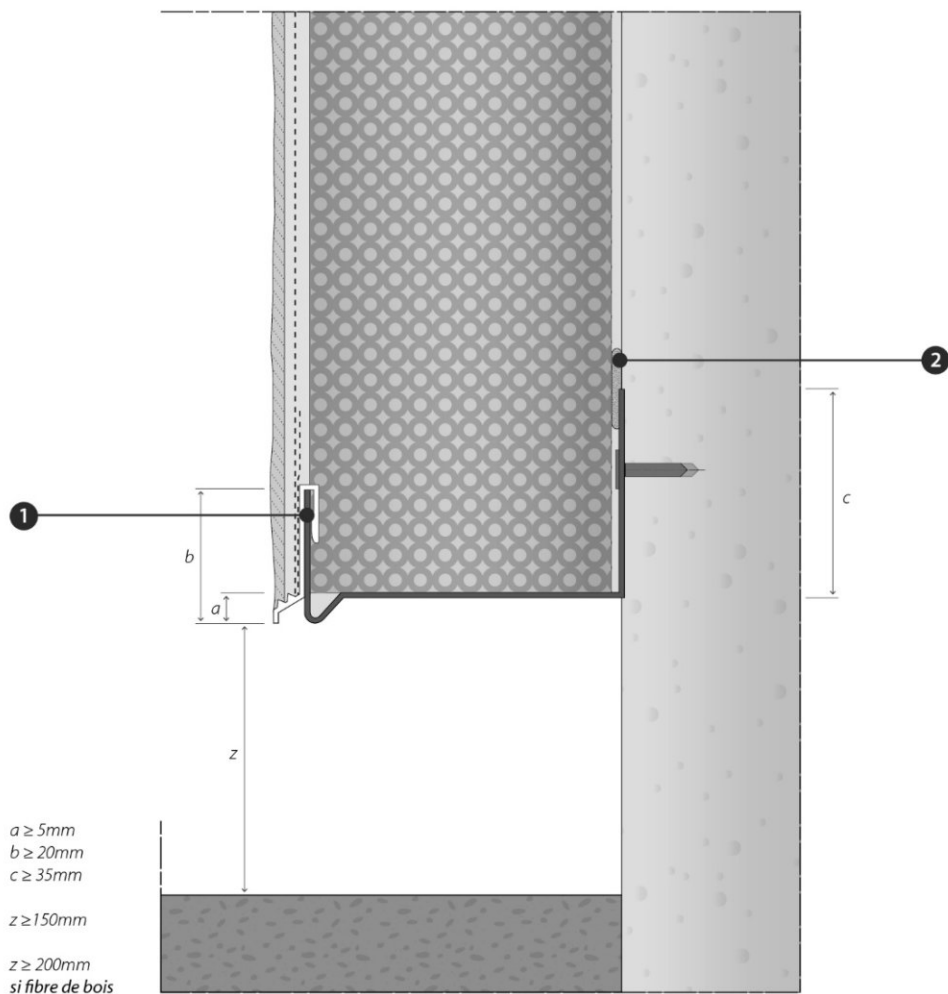
** il conviendra de s'assurer que de l'eau liquide ne peut pas s'infiltrer dans le bas du mur, par exemple en évacuant les eaux stagnantes avec une pente, ou en réalisant une étanchéité sur le pied de mur

*** Caniveau permettant de drainer les eaux vers des grilles d'évacuation, des siphons/avaloirs ou réhausse de boîtes à eaux, menant vers les réseaux d'eaux usées. Un accès technique permettant l'entretien et le nettoyage doit être prévu.

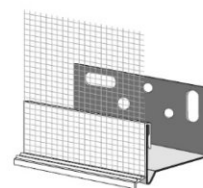
**** Sauf disposition particulière dans l'AT/DTA

Tableau 1 - Distances au sol

Pour les isolants PSE, une plinthe peut optionnellement être installée dans les zones à fort risque de rejaillissement pour limiter l'encrassement de l'enduit.



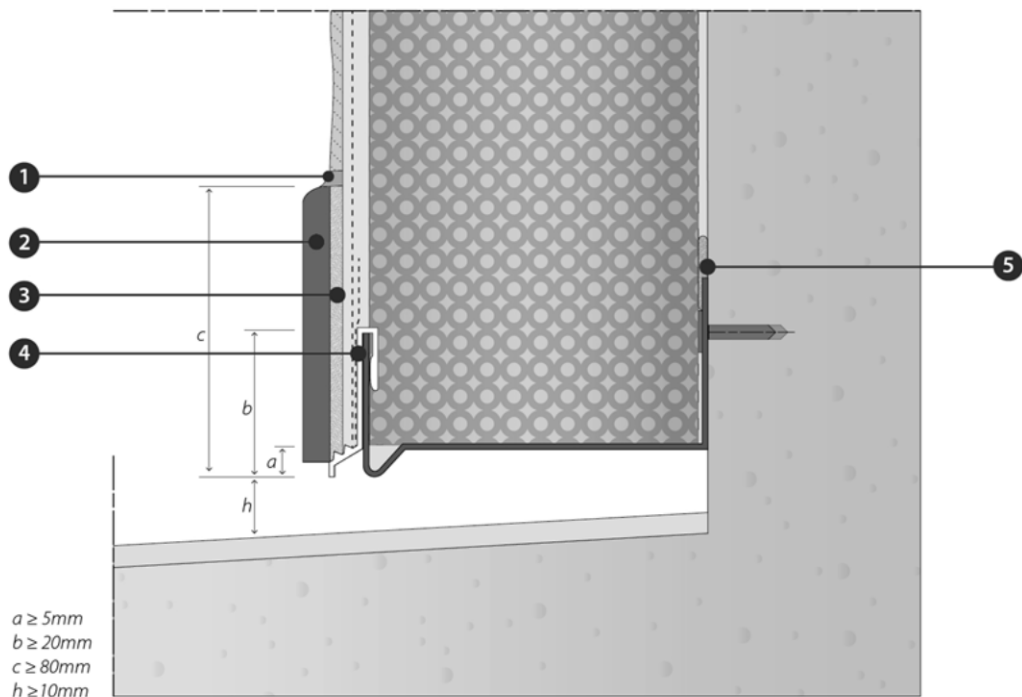
- ① Profilé de départ avec profilé à clipser
- ② Boudin de colle continu



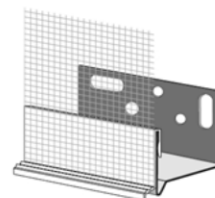
Profilé de départ avec profilé à clipser

Figure 17 - Départ depuis le sol remblayé meuble ou depuis le sol fini sans pente

L'isolation de la partie enterrée en présence de revêtement d'étanchéité n'est pas traitée dans ce document. Pour l'emploi de systèmes d'ETICS en parties semi-enterrées, le domaine d'emploi est limité aux zones non terminées au regard de la réglementation en vigueur (cf. arrêté préfectoral) en l'absence de dispositions complémentaires dans l'Avis Technique ou DTA de l'ETICS.



- ① Mastic de finition en solin
- ② Plinthe optionnelle (carreau céramique ou similaire)
- ③ Colle à carrelage
- ④ Profilé à clipser
- ⑤ Boudin de colle continu

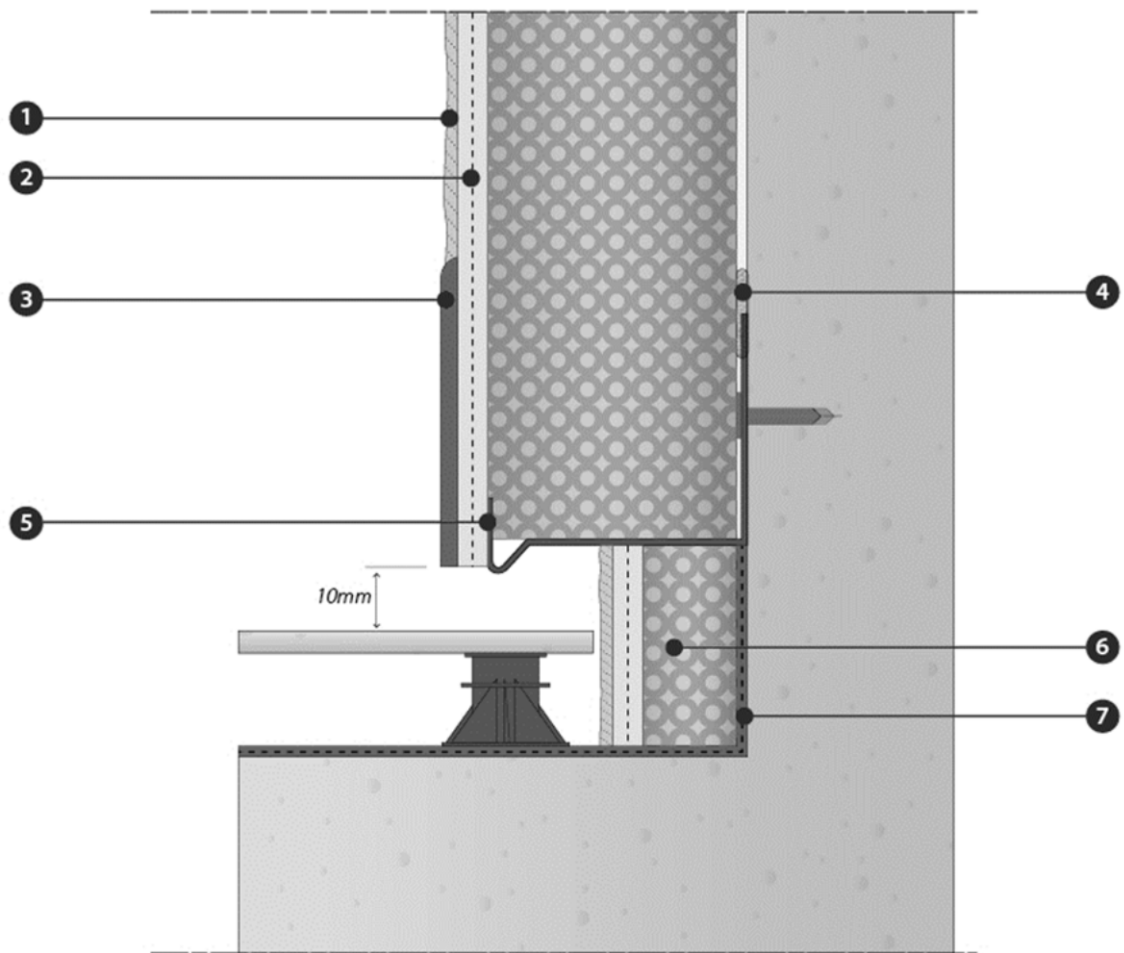


Profilé de départ avec profilé à clipser

Cette conception est aussi acceptable pour un sol non penté sur sols finis couverts (hall, préau, porche, loggia, etc.) et sans risque de rejaillissement (pluie et nettoyage).

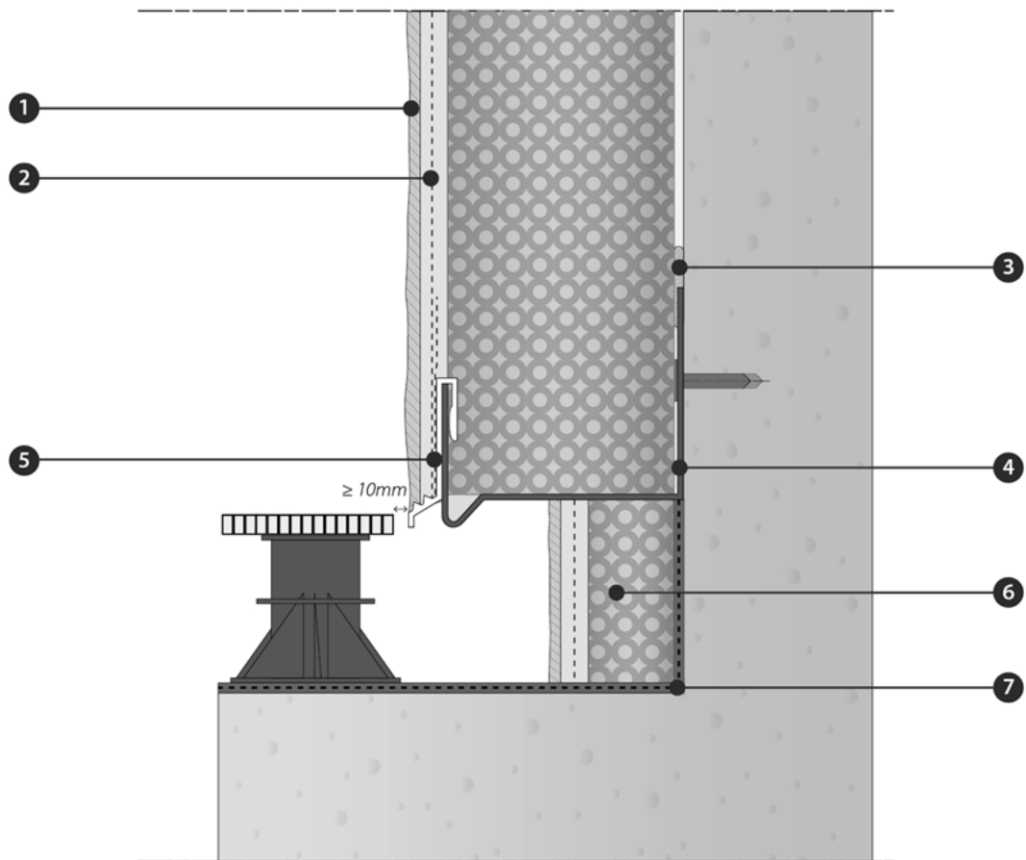
Une mousse imprégnée, ou un mastic sur fond de joint, peut être positionné sous le profilé de départ, derrière la goutte d'eau, pour limiter le risque d'accumulation de débris divers sous l'ETICS.

Figure 18 - Départ sur sol fini avec pente vers l'extérieur (minimum 1,5%) : balcon, coursive, loggia, terrasse, trottoir



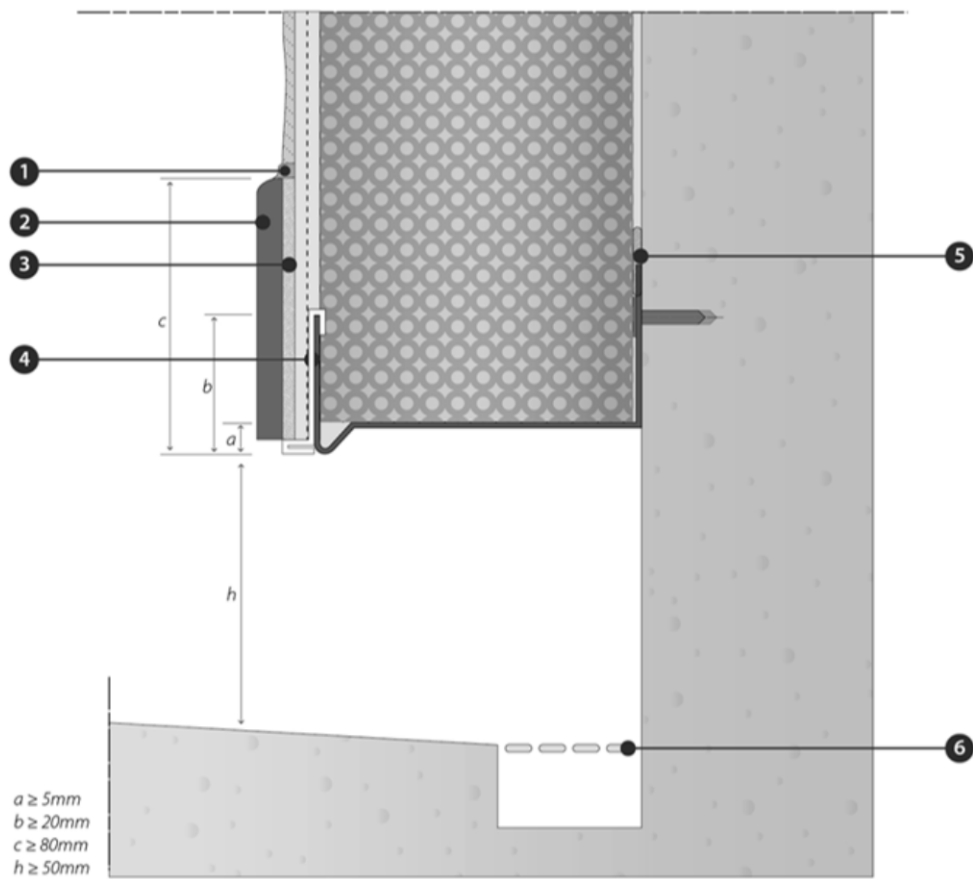
- | | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | Finition | 5 | Profilé de départ |
| 2 | Couche de base armée | 6 | Isolant de soubassement |
| 3 | Plinthe (<i>carreau céramique ou similaire</i>) | 7 | Système d'étanchéité liquide (SEL)
<i>Conforme aux Règles Professionnelles SEL balcons et planchers sur espaces non clos</i> |
| 4 | Boudin de colle | | |

Figure 19 - Départ sur terrasse avec dalles sur plots



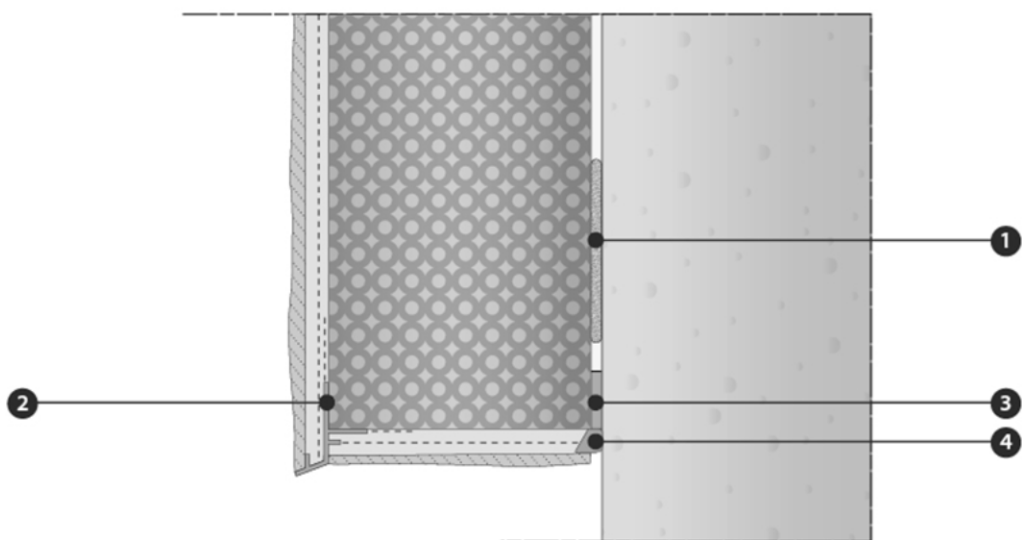
- | | | | |
|---|----------------------|---|---|
| ① | Finition | ⑤ | Profil à clipser |
| ② | Couche de base armée | ⑥ | Isolant soubassement |
| ③ | Boudin de colle | ⑦ | Système d'étanchéité liquide (SEL) |
| ④ | Profilé de départ | | <i>Conforme aux Règles Professionnelles SEL balcons et planchers sur espaces non clos</i> |

Figure 20 - Départ sur terrasse avec dalles sur plots avec callebotis



- ① Mastic de finition en solin
- ② Plinthe optionnelle (carreau céramique ou similaire)
- ③ Colle à carrelage
- ④ Profilé raccordable
- ⑤ Boudin de colle continu
- ⑥ Caniveau + grille

Figure 21 - Départ sur balcon, coursive, loggia, terrasse, trottoir - pente vers l'intérieur



- ① Boudin de colle continu
- ② Profilé nez goutte d'eau
- ③ Mousse imprégnée ou fond de joint
- ④ Mastic de finition

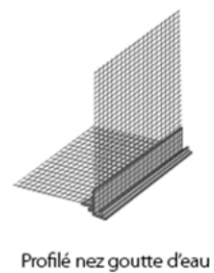


Figure 22 - Départ à plus d'un mètre du sol sans rail de départ (coupe verticale)

5.2.2. Arrêts

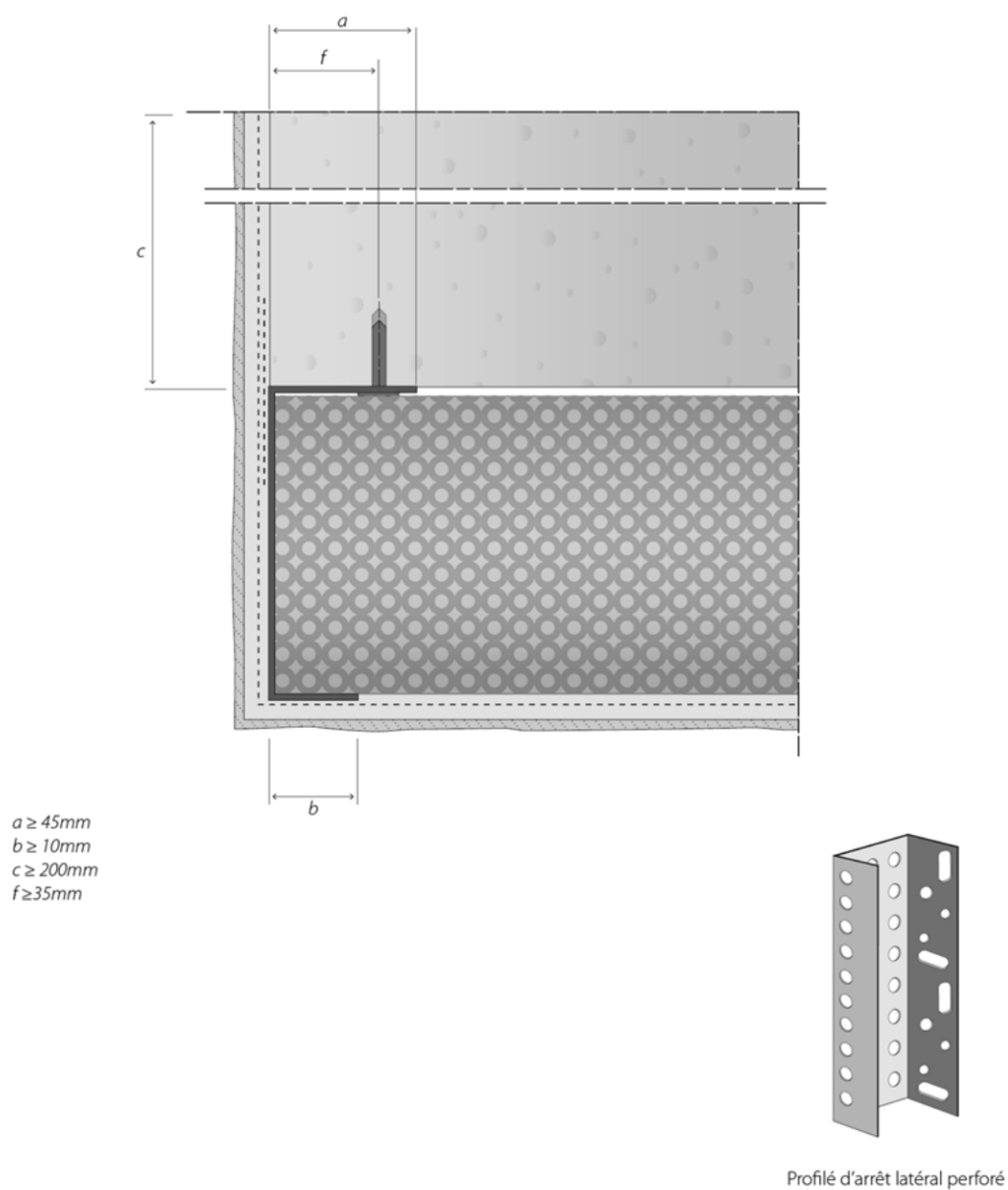
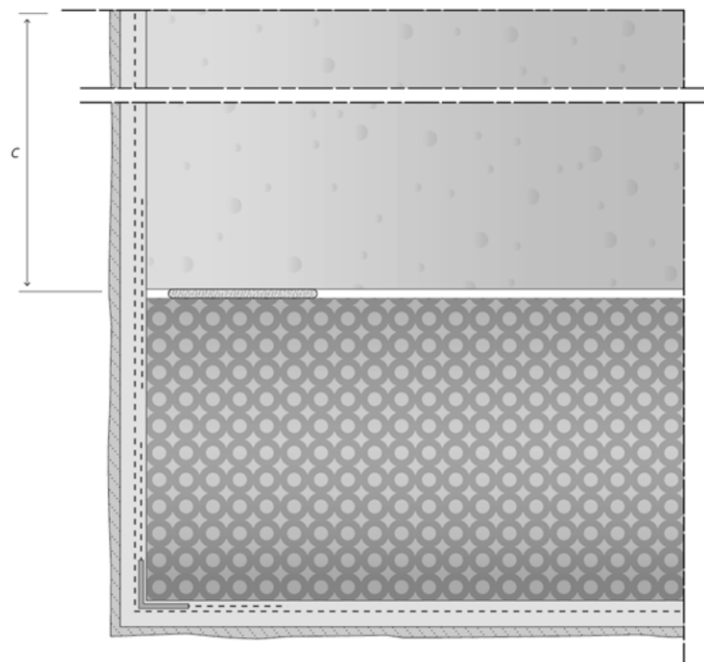


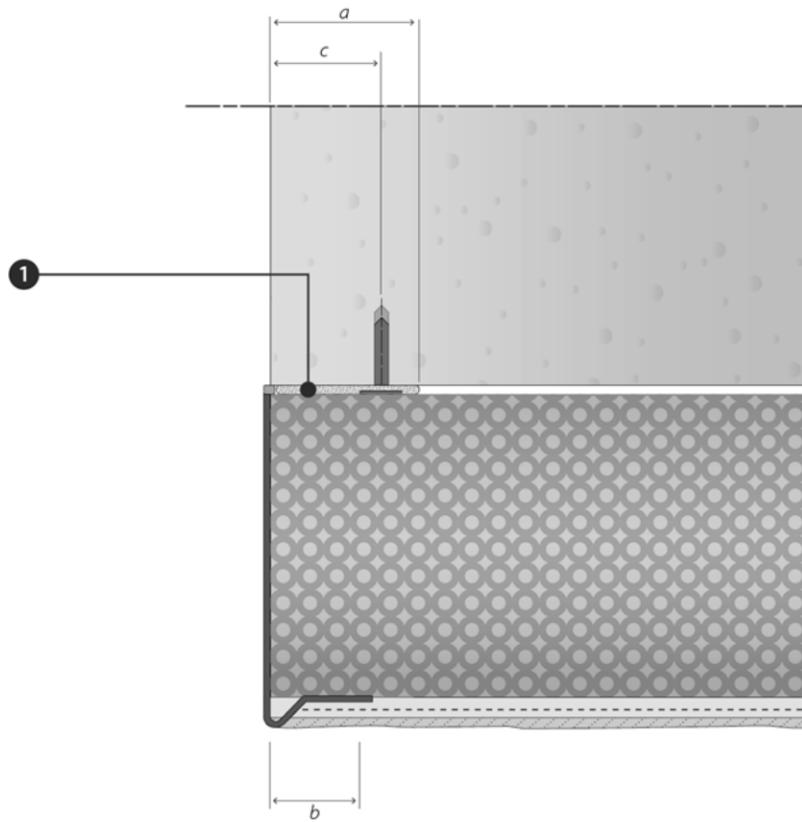
Figure 23 - Arrêt latéral en angle sortant - variante 2 (une seule armature ; coupe horizontale)



$c \geq 200\text{mm}$

Note : non recommandé pour le traitement des tableaux qui doivent être isolés, dans la mesure du possible

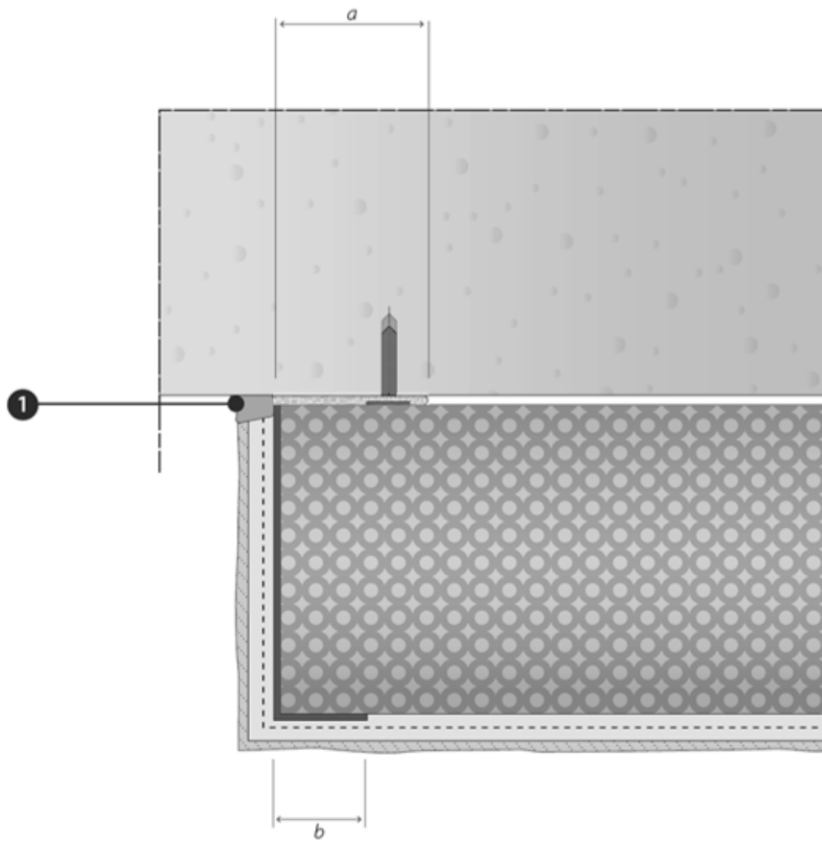
Figure 24 -- Arrêt latéral en angle sortant - variante 3 (une seule armature avec double tramage à la jonction ETICS / mur avec boudin de colle continu à la jonction)



$a \geq 45\text{mm}$
 $b \geq 20\text{mm}$
 $c \geq 35\text{mm}$

① Boudin de colle continu

Figure 25 - Arrêt latéral en angle sortant variante 4 (coupe horizontale)



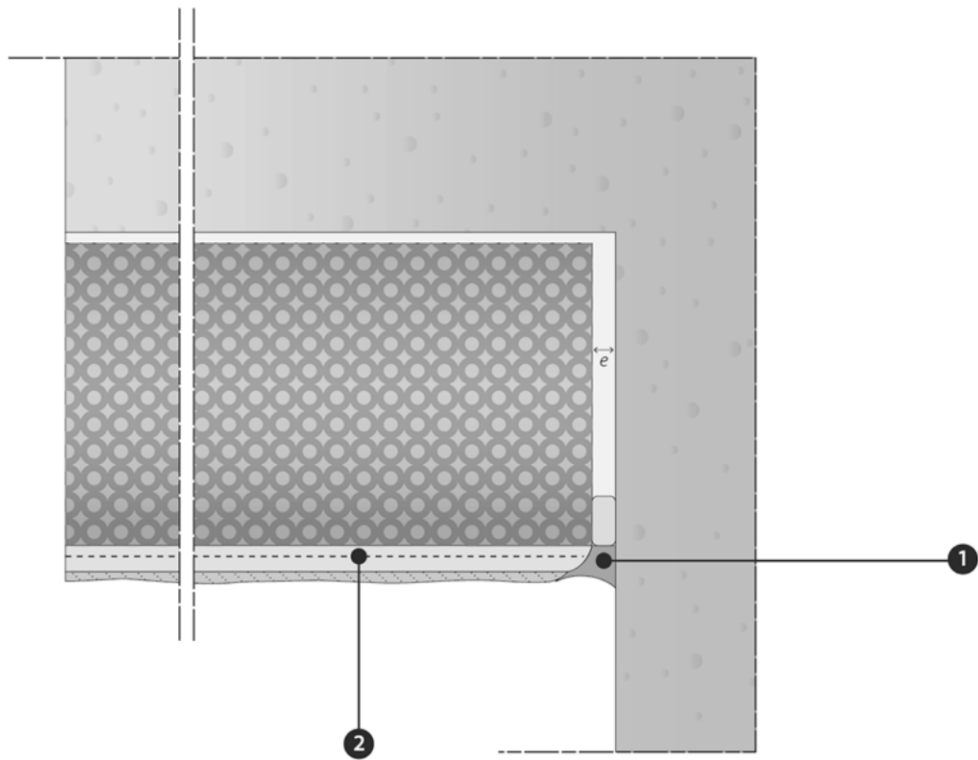
$a \geq 45\text{mm}$
 $b \geq 20\text{mm}$

① Mastic de finition



Profilé d'arrêt latéral perforé

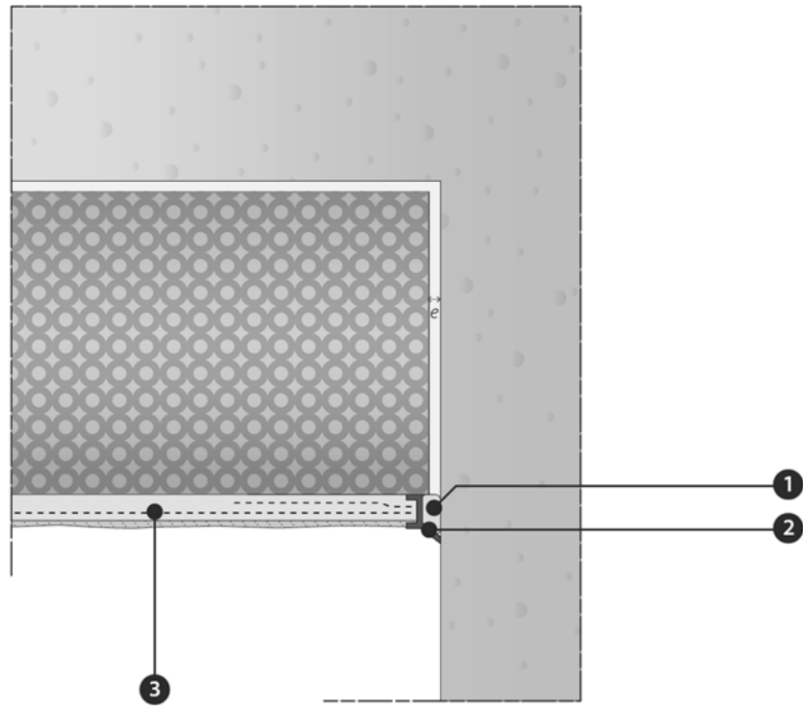
Figure 26 - Arrêt latéral en partie courante (coupe horizontale)



$e \geq 5\text{mm}$ en tout point

- ① Mastic sur fond de joint ou bande de mousse imprégnée
- ② Couche de base et finition

Figure 27 - Arrêt sur support variante 1 (coupe horizontale)



$e \geq 5\text{mm}$ en tout point

- ① Bande de mousse imprégnée intégrée
- ② Profilé de raccord
- ③ Couche de base et finition

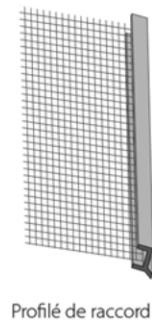
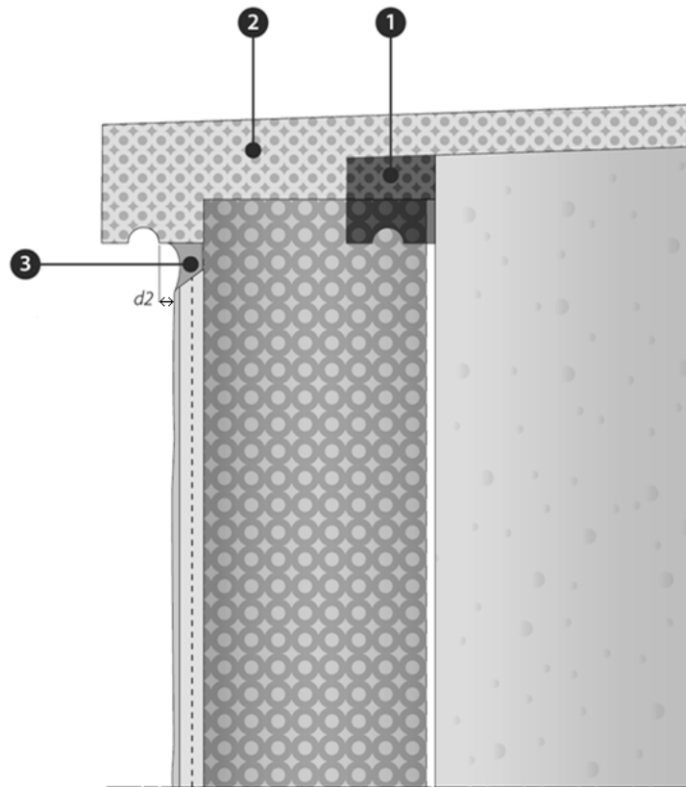


Figure 28 - Arrêt sur support variante 2 (coupe horizontale)



$d2 \geq 25mm$

- ① Appui existant déposé
- ② Appui isolant rapporté
- ③ Mastic de finition

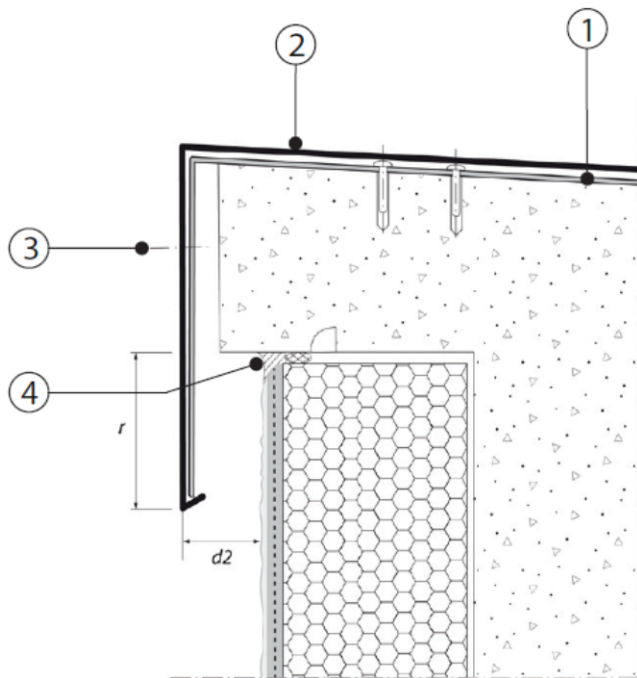
Cas d'un appui rapporté devant être posé immédiatement après le système :
 Il est recommandé de déposer les nez d'appuis existants. On s'assurera de la bonne étanchéité entre l'appui rapporté et le dormant de la menuiserie, ainsi que sur la tranche supérieure de l'isolant avant la pose de l'appui, en cas d'infiltration d'eau accidentelle sous l'appui.

Figure 29 – Arrêt sous appui de baie

5.2.3. Protection haute

Lorsque plusieurs bavettes, couvertines ou profilés de couronnement doivent être utilisés pour couvrir une grande surface, on veillera à assurer une jonction (recouvrement ou éclissage) étanche et coulissant librement. Les actions thermiques peuvent engendrer des variations dimensionnelles (dilatation ou contraction de la couvertine), pouvant aller jusqu'à 6 mm pour des profilés en aluminium de 3 m.

Les bavettes, couvertines ou profilés de couronnement doivent être utilisés lorsqu'aucun autre dispositif de protection horizontale n'est présent, comme un appui de fenêtre par exemple.



- $d2 \geq 25 \text{ mm}$
 $r \geq 50 \text{ mm}$ si hauteur < 28 m
 $r \geq 100 \text{ mm}$ si hauteur > 28 m ou si front de mer
- 1 : patte de fixation
2 : couvertine d'acrotère
3 : fixation
4 : mastic sur fond de joint

La couvertine est fixée au support, 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 la couvertine.

La couvertine ventilée est mise en œuvre selon le rapport PROFEEL « Dimensionnement des couvertines » d'octobre 2021.

Figure 30 – Arrêt en acrotère avec débord

Lorsque la dalle est isolée et si la hauteur h (définie ci-dessous) est supérieure à 60 cm, le traitement doit être réalisé selon la figure 31. Si la hauteur h est inférieure à 60 cm, le traitement doit être réalisé selon la figure 32 afin de limiter les déperditions thermiques.

Le retour de la couche de base armée sert à protéger temporairement la tranche supérieure de l'ouvrage, avant pose de la couvertine.

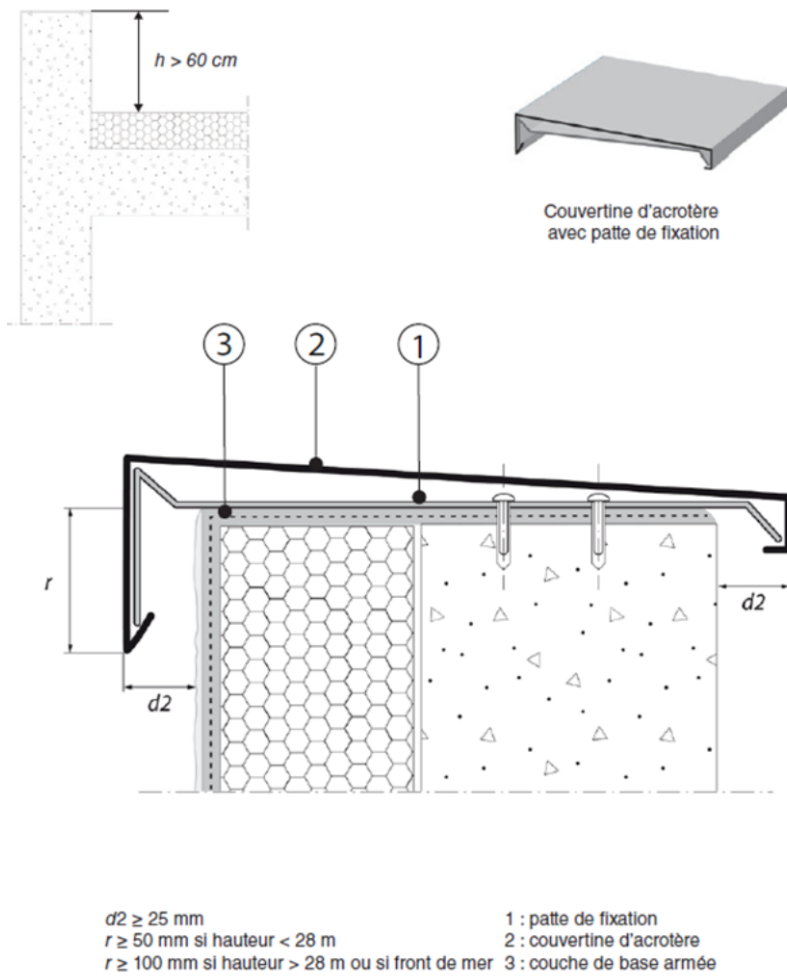
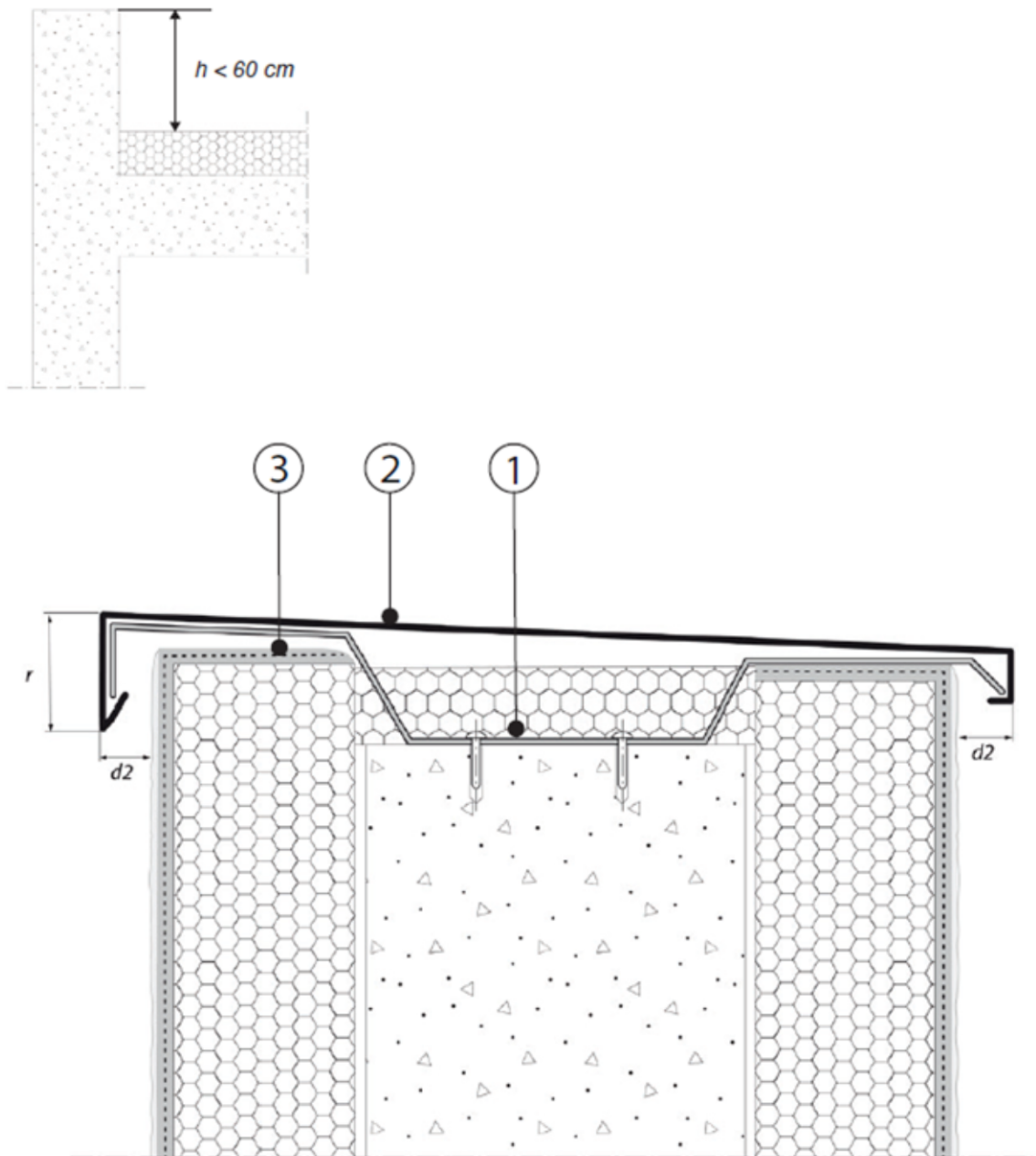
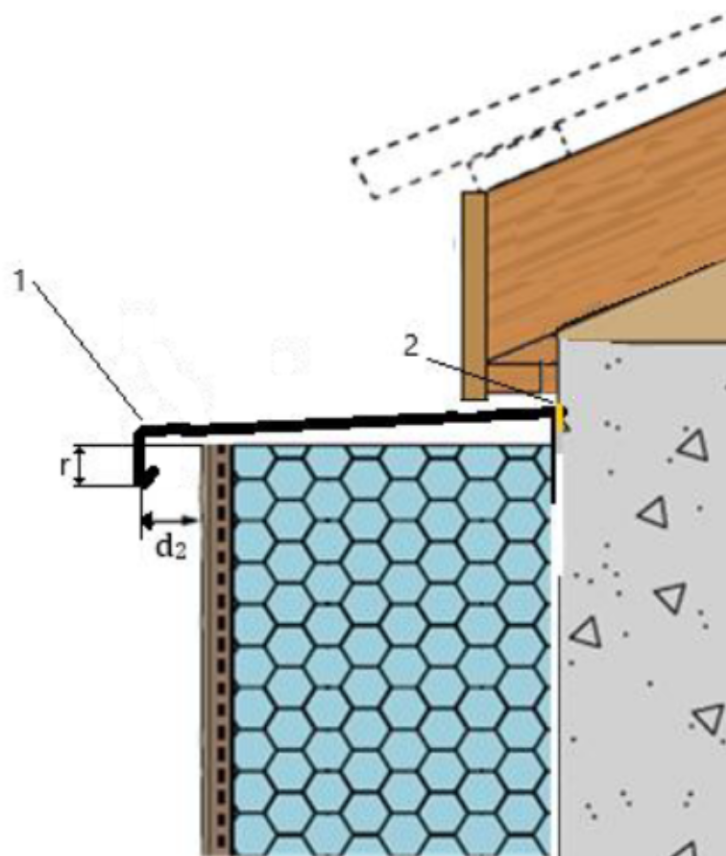


Figure 31 - Arrêt en acrotère sans débord - variante 1



- | | |
|--|---------------------------|
| $d2 \geq 25 \text{ mm}$ | 1 : patte de fixation |
| $r \geq 50 \text{ mm}$ si hauteur < 28 m | 2 : couverture d'acrotère |
| $r \geq 100 \text{ mm}$ si hauteur > 28 m ou si front de mer | 3 : couche de base armée |

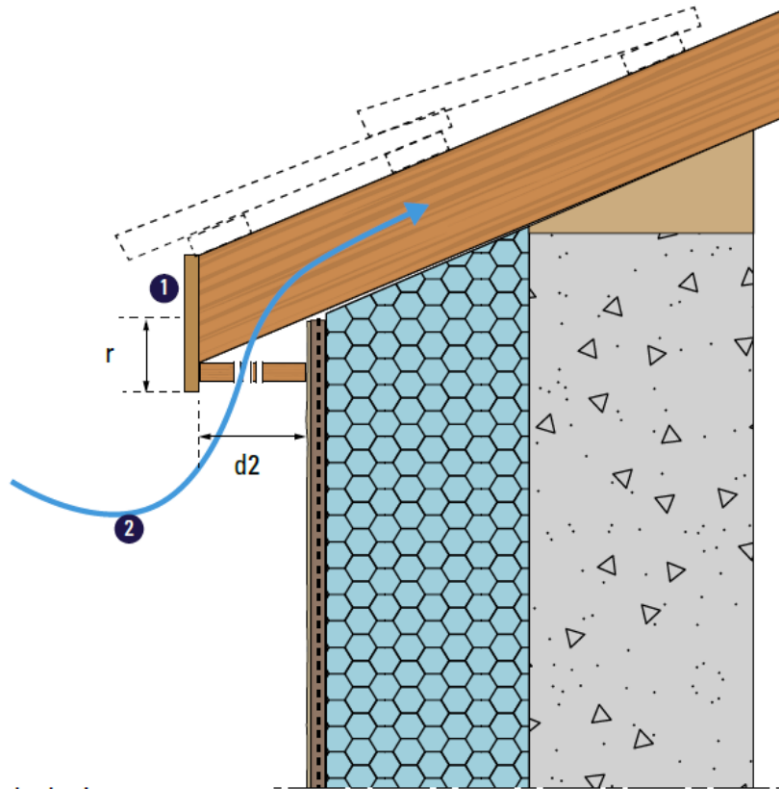
Figure 32 - Arrêt en acrotère sans débord - variante 2



Légende

- 1 Profilé de couronnement avec une pente de 5 % minimum
- 2 Mastic sur fond de joint
- $d_2 \geq 25 \text{ mm}$
- $r \geq 50 \text{ mm}$ si hauteur $\leq 28 \text{ m}$
 $\geq 100 \text{ mm}$ si hauteur $\geq 28 \text{ m}$ ou si front de mer

Figure 33 – Arrêt haut – isolant non couvert



- ① Bande de rive
- ② Ventilation par l'air extérieur

$d2 \geq 25 \text{ mm}$

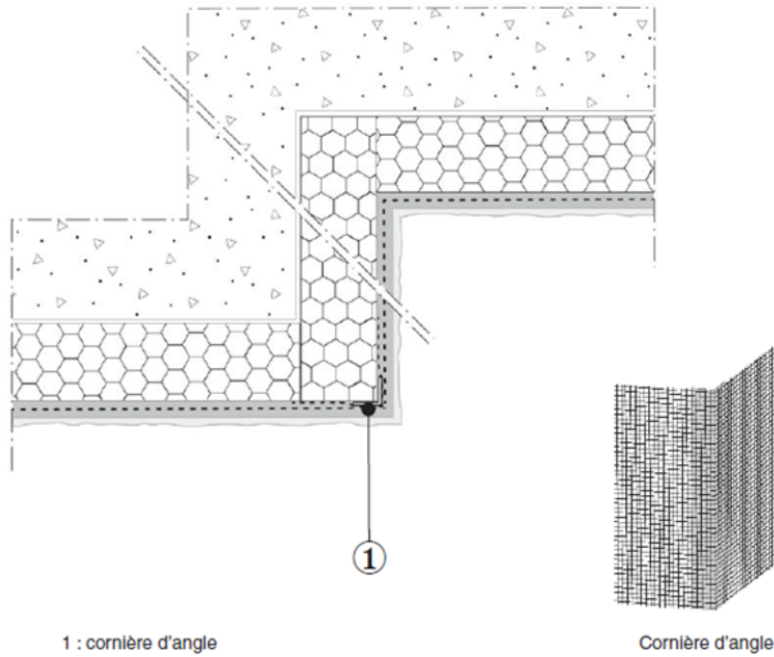
$r \geq 50 \text{ mm}$ si hauteur $\leq 28 \text{ m}$

$r \geq 100 \text{ mm}$ si hauteur $> 28 \text{ m}$ ou si front de mer

Figure 34 - Arrêt sous débord de toiture

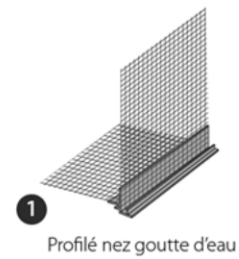
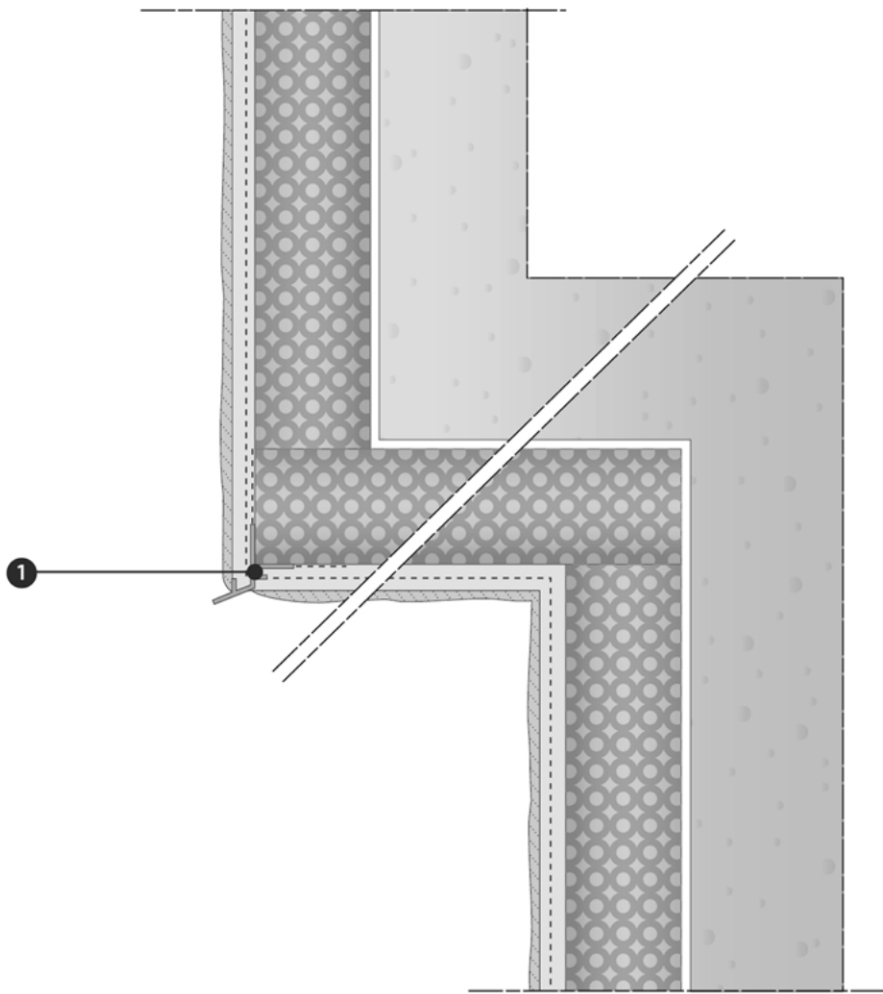
5.2.4. Angles

Au niveau des angles sortants et rentrants, il doit y avoir continuité de l'armature dans l'enduit de base.
Pour les angles sortants, l'utilisation d'une cornière d'angle est obligatoire.
Veiller à ne pas endommager l'armature lors de sa mise en place dans les angles rentrants.



Une cornière d'angle peut optionnellement être installée en angle rentrant.

Figure 35 - Angles verticaux sortants et rentrants (coupe horizontale)

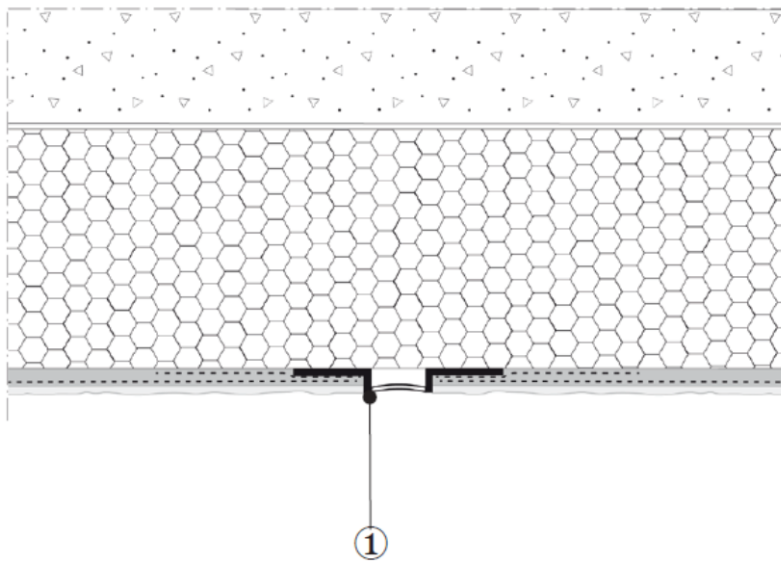
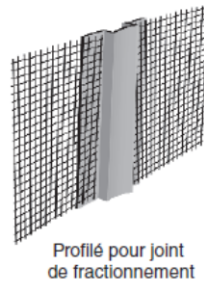


Attention au sens de pose du profilé goutte d'eau : celui-ci doit permettre de créer une goutte d'eau, plus basse que l'enduit que l'enduit de la partie horizontale.

Figure 36 - Angles horizontaux sortants et rentrants (coupe verticale)

5.2.5. Joints

5.2.5.1. Fractionnement de l'enduit



1 : profilé pour joint de fractionnement

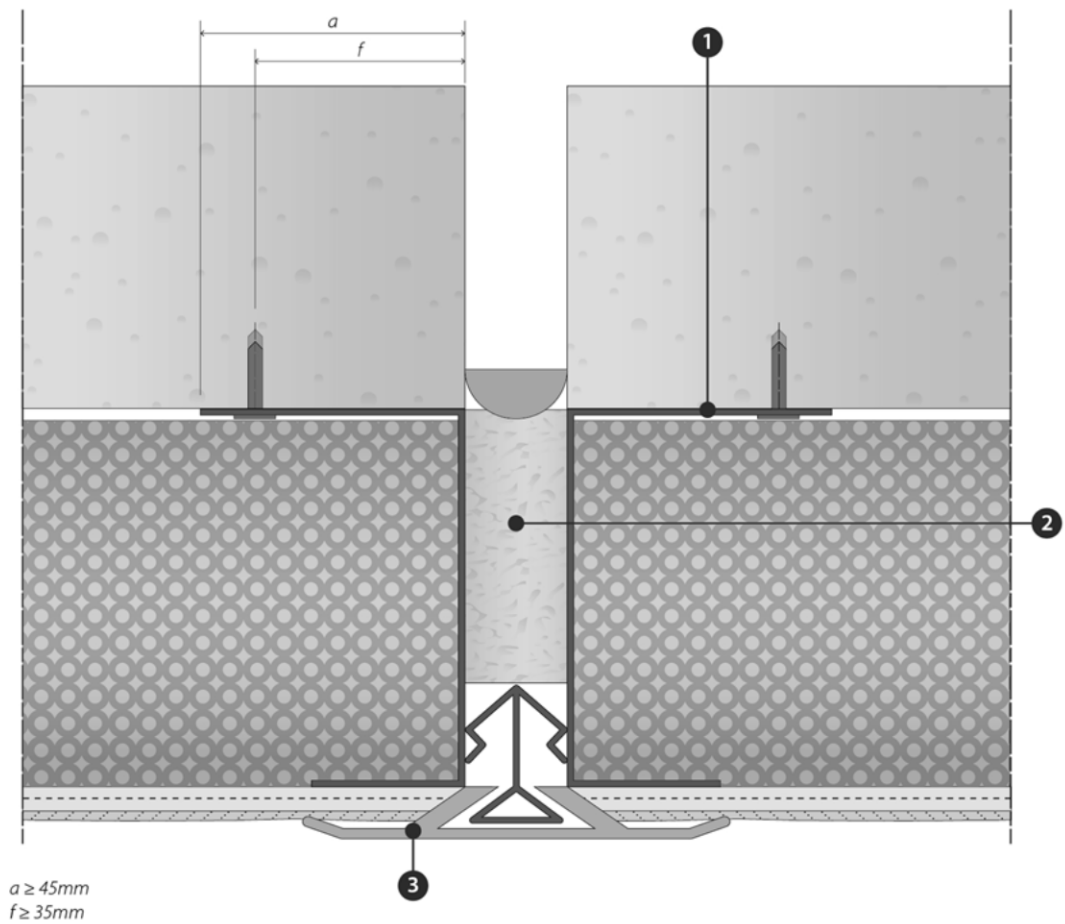
Figure 37 - Joint de fractionnement

5.2.5.2. Joint de dilatation

Le joint de dilatation doit, si cela est prescrit dans les DPM, être préalablement rempli avec un isolant souple (ex. : laine minérale), afin de limiter des déperditions thermiques.

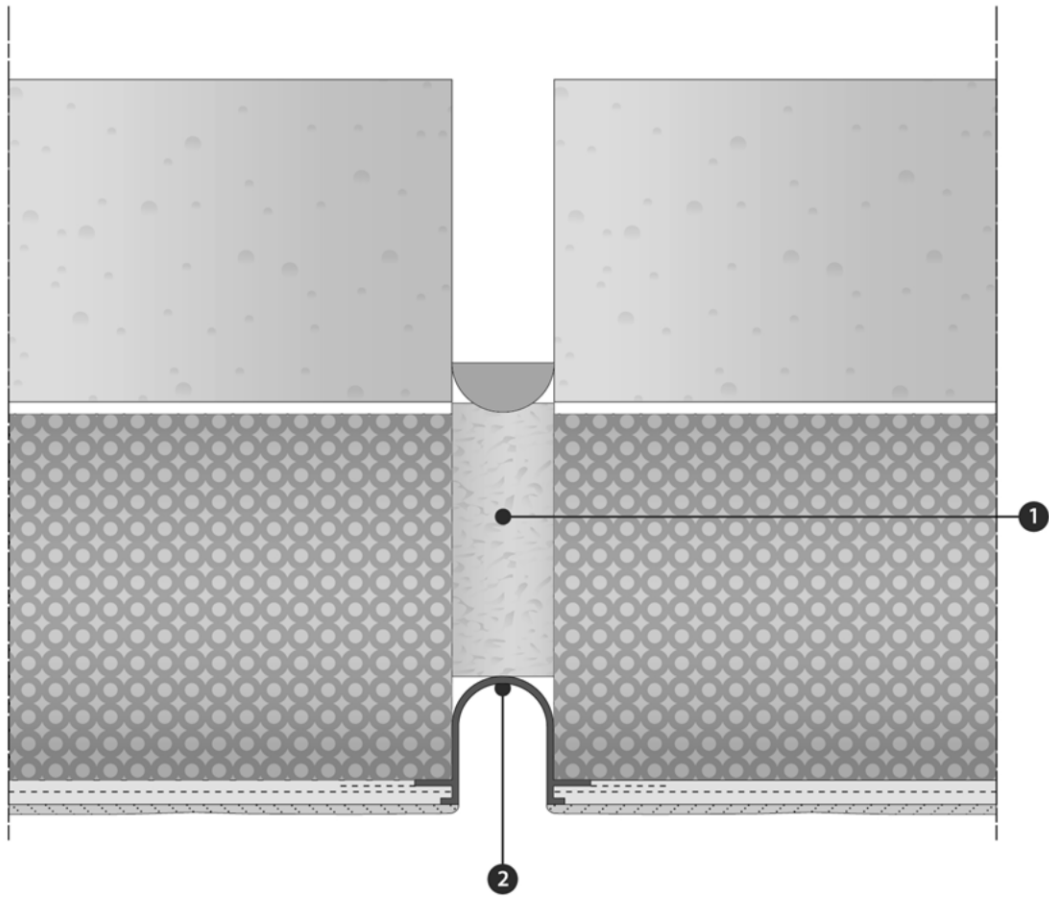
Le couvre-joint, ou profilé à soufflet doit à la fois :

- former écran à la pluie ;
- absorber les mouvements entre les deux bords de l'isolant ;
- résister aux sollicitations diverses (chocs, poinçonnement, etc.) ;
- rester fixé compte tenu des mouvements prévisibles des parois.



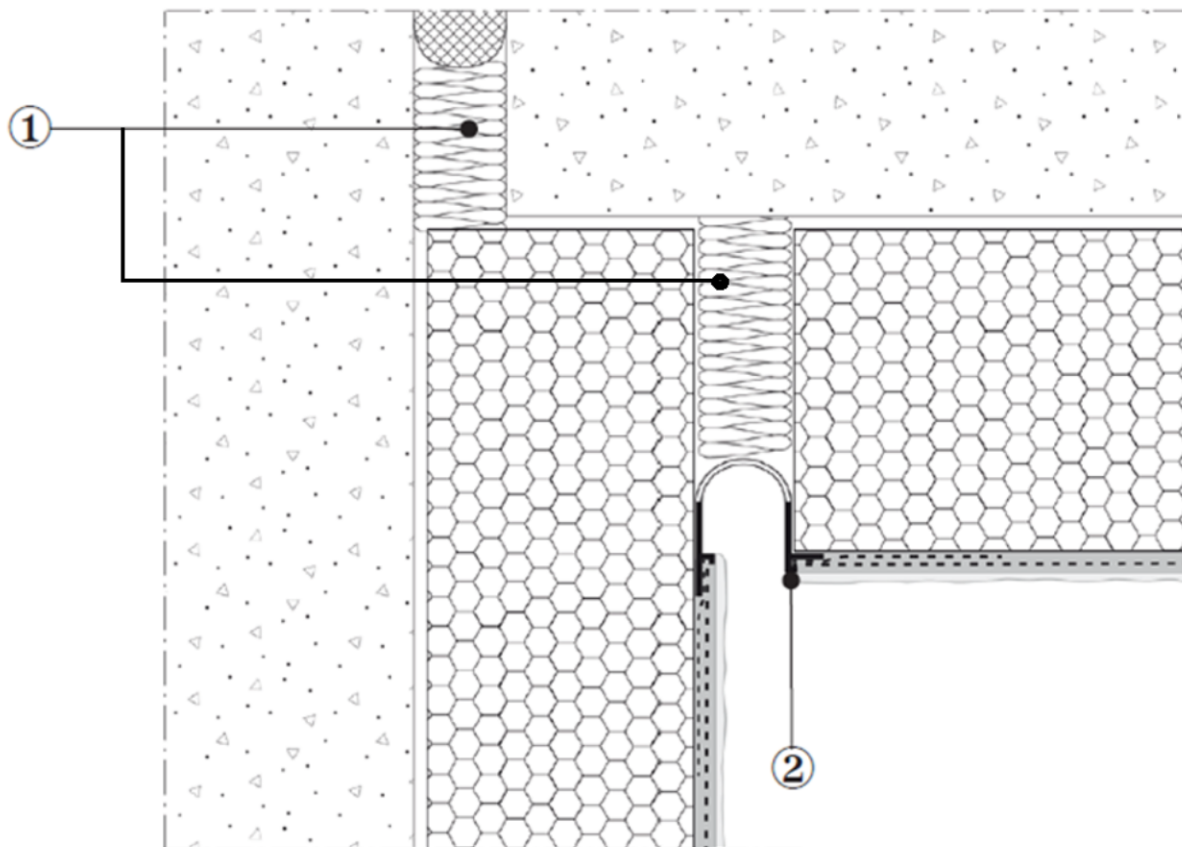
- ① Profilé d'arrêt latéral non perforé
- ② Isolant souple
- ③ Couvre-joint

Figure 38 - Joint de dilatation en partie courante- variante 1 (coupe horizontale)



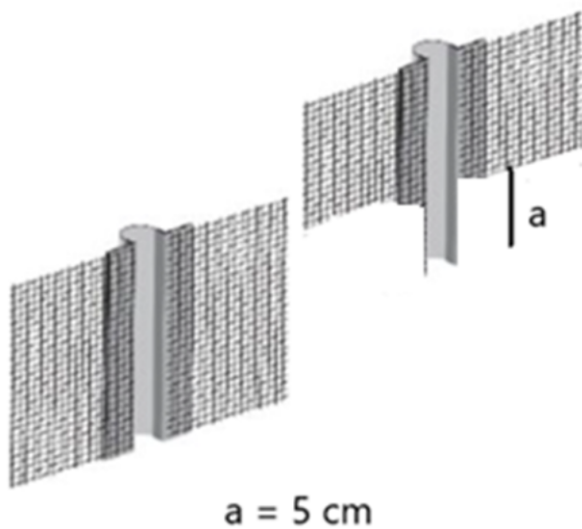
- ① Isolant souple
- ② Profilé à soufflet

Figure 39 - Joint de dilatation en partie courante- variante 2 (coupe horizontale)



1 : isolant souple
2 : profilé à soufflet

Figure 40 - Joint de dilatation en angle (coupe horizontale)



$a = 5 \text{ cm}$

Les profilés à soufflet doivent se superposer de la façon suivante :

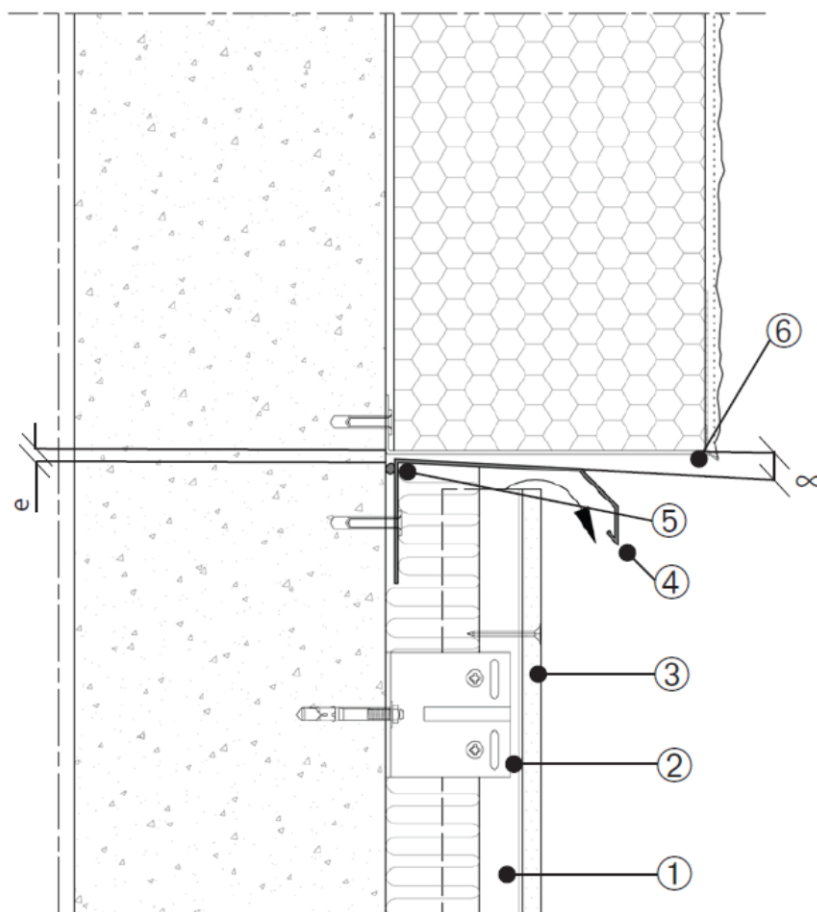
- Découper la trame sur 5 cm de chaque côté du joint souple en partie basse
- Pose à joints vifs des trames avec recouvrement des parties souples

Figure 41 - Recouvrement des profilés à soufflet pour traitement de joint de dilatation avant superposition

5.2.6. Raccordements avec d'autres systèmes d'isolation

Les représentations des bardages rapportée sont donnés à titre indicatif. Il convient de se référer au référentiel en vigueur (DTU 45.4 ou Avis Technique) pour leur conception.

5.2.6.1. Jonction horizontale

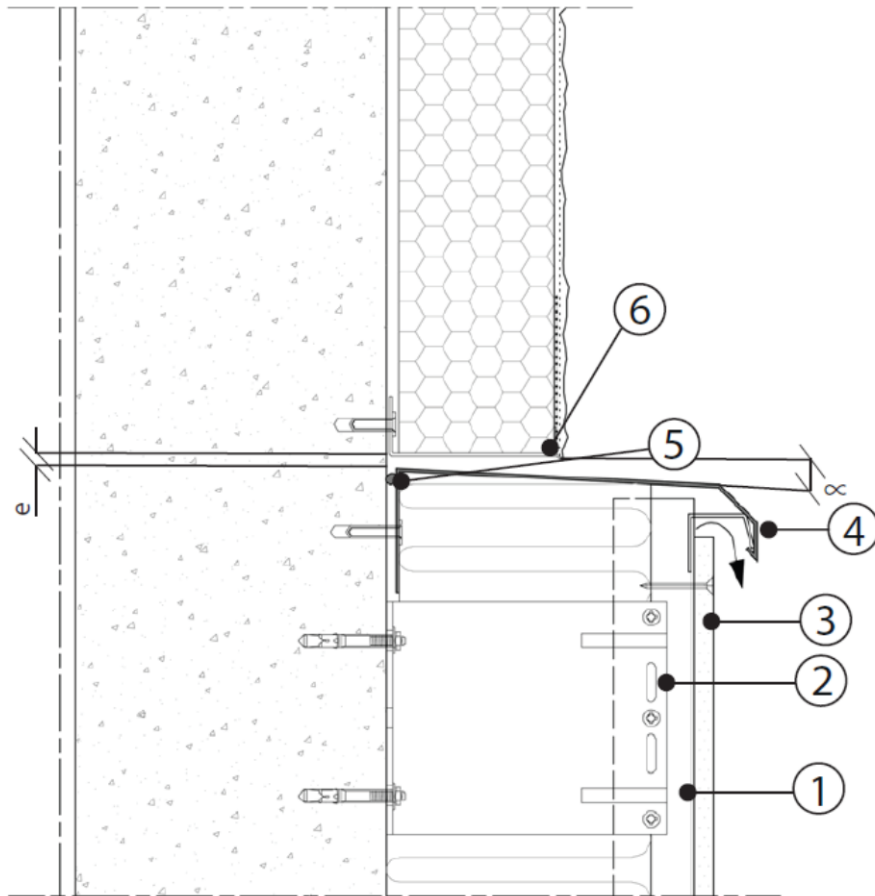


$e \leq 10 \text{ mm}$
 α pente de 2 à 5 %

- 1 : ossature verticale du bardage
- 2 : patte équerre
- 3 : parement de bardage
- 4 : profilé de couronnement avec goutte d'eau
- 5 : mousse imprégnée
- 6 : profilé de départ avec goutte d'eau

S'ils sont métalliques, les éléments 4 et 6 doivent être de même nature, afin d'éviter tout couple électrolytique.

Figure 42 - Raccordement avec un bardage rapporté – ETICS au-dessus – ETICS plus épais que le bardage

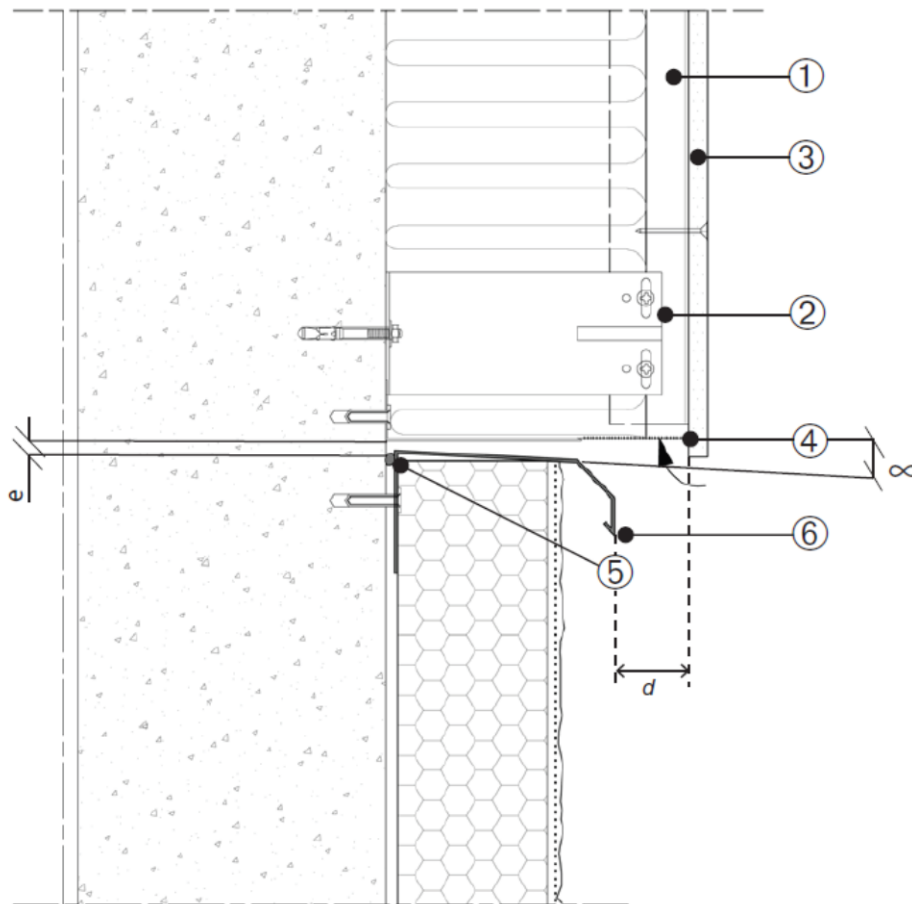


$e \leq 10 \text{ mm}$
 α pente de 2 à 5 %

- 1 : ossature verticale du bardage
- 2 : patte équerre
- 3 : parement de bardage
- 4 : profilé de couronnement avec goutte d'eau
+ pattes de fixation
- 5 : mousse imprégnée
- 6 : profilé de départ avec goutte d'eau

S'ils sont métalliques, les éléments 4 et 6 doivent être de même nature, afin d'éviter tout couple électrolytique.

Figure 43 - Raccordement avec un bardage rapporté – ETICS au-dessus – ETICS moins épais que le bardage



$e \leq 10 \text{ mm}$
 α pente de 2 à 5 %

- 1 : ossature verticale du bardage
- 2 : patte équerre
- 3 : parement de bardage
- 4 : grille de ventilation
- 5 : mousse imprégnée
- 6 : profilé de couronnement avec goutte d'eau

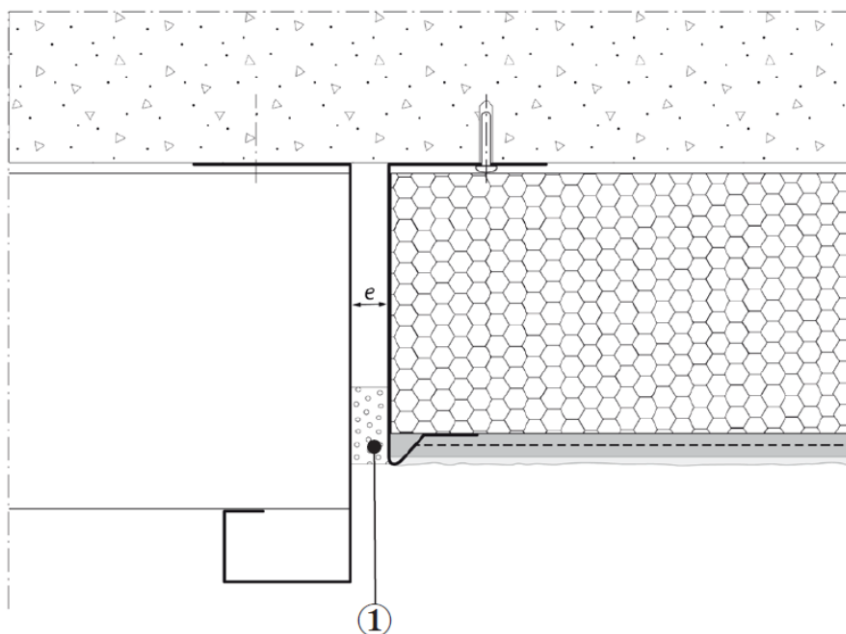
S'ils sont métalliques, les éléments 4 et 6 doivent être de même nature, afin d'éviter tout couple électrolytique.
 La distance d doit être telle que la bavette n'obstrue pas la surface géométrique de ventilation de la lame d'air du bardage (ex. : grille).

Figure 44 - Raccordement avec un bardage rapporté – ETICS au-dessous – ETICS moins épais que le bardage

5.2.6.2. Jonction verticale

La désolidarisation est réalisée avec un mastic sur fond de joint, une bande de mousse imprégnée ou un profilé de raccord.

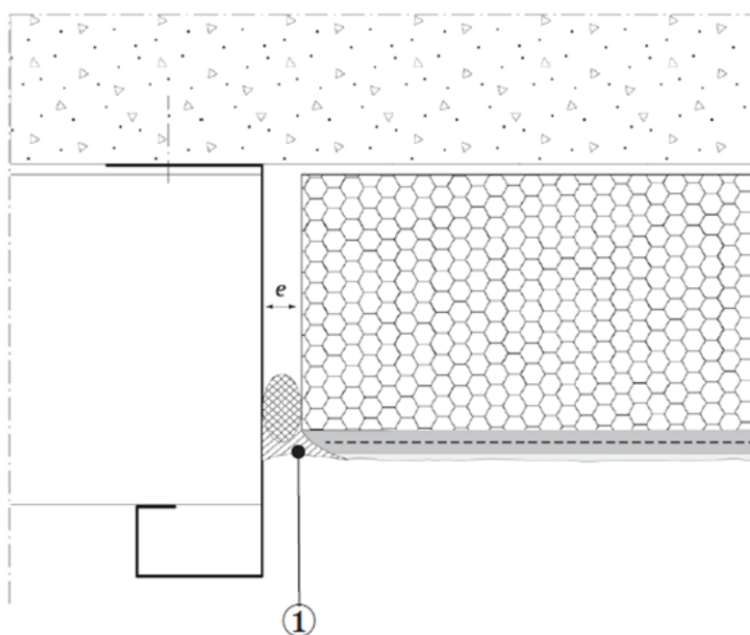
Sur ce schéma et les suivants, si la distance dépasse le centimètre, il faudra remplir l'espace avec de la laine de roche souple comprimée pour limiter les ponts thermiques.



$e \geq 5 \text{ mm}$ en tout point

1 : mousse imprégnée

Figure 45 - Raccordement avec un autre système d'isolation thermique extérieure – Autre système connu (coupe horizontale)

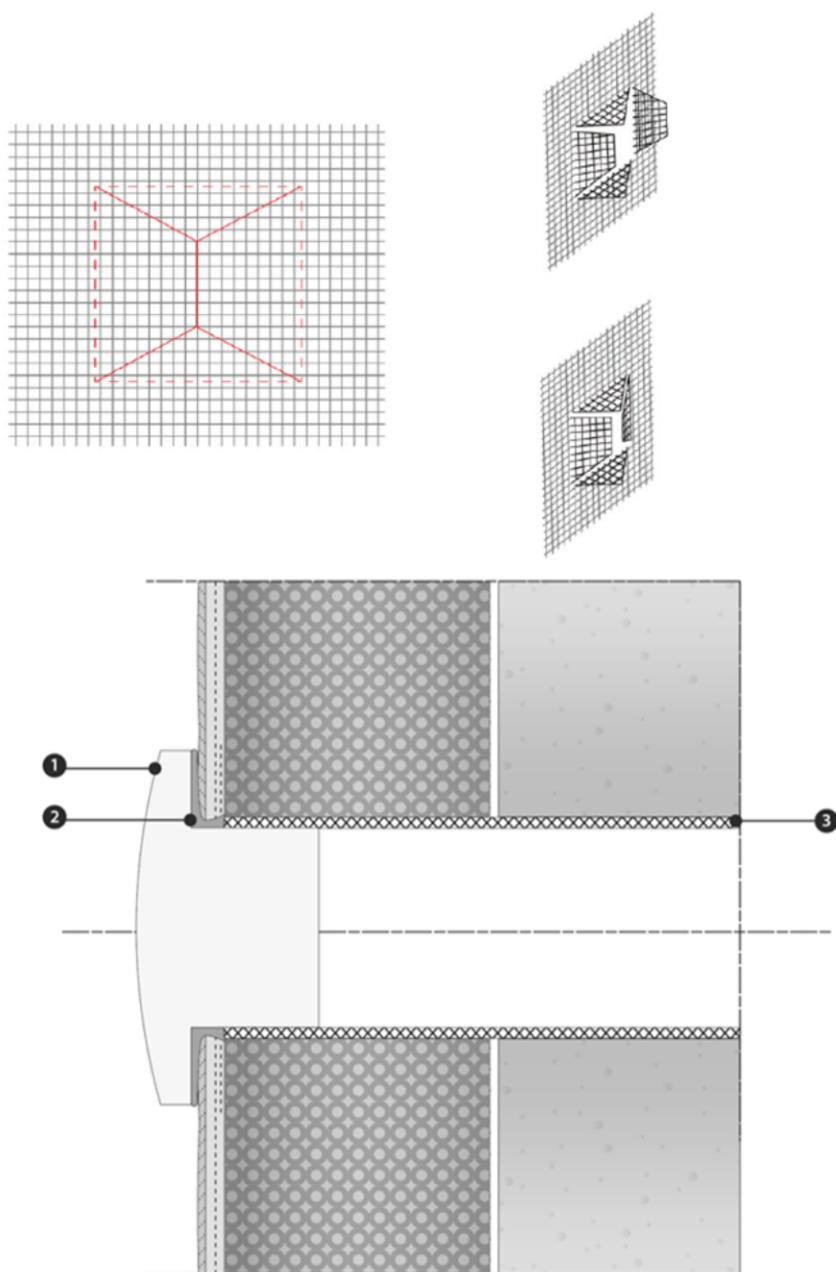


$e \geq 5 \text{ mm}$ en tout point

1 : mastic sur fond de joint

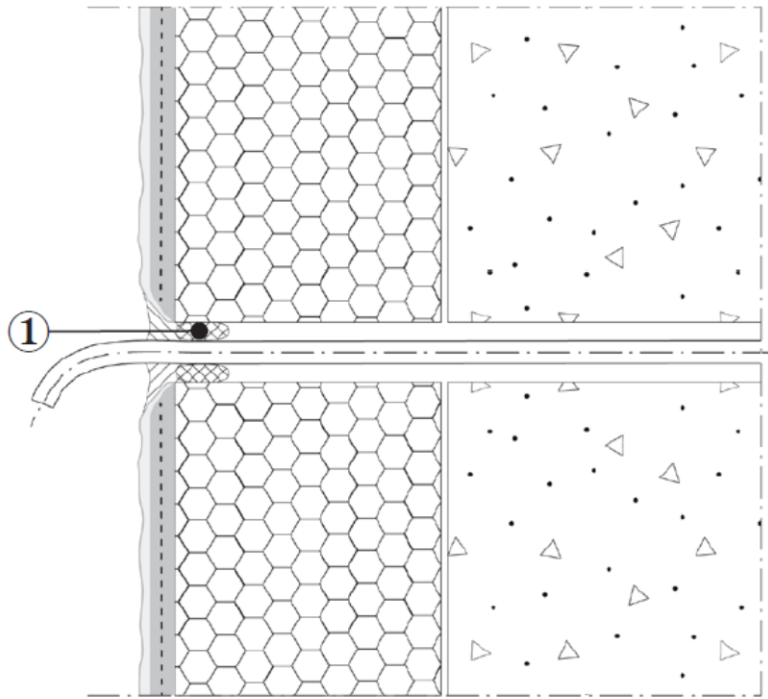
Figure 46 - Raccordement avec un autre système d'isolation thermique extérieure – ETICS posé en second (coupe horizontale)

5.2.7. Raccordements avec des équipements



- ① Grille de ventilation avec conduit gainé
- ② Mastic de finition
- ③ Fourreau en mousse

Figure 47 - Orifice de ventilation



1 : mastic sur fond de joint ou mousse imprégnée

Figure 48 - Passage de câbles

6. Entretien et rénovation, réfection des dégradations, surisolation

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

A l'initiative du maître d'ouvrage, l'entretien normal comporte notamment le nettoyage des micro-organismes (algues, champignons, etc.) et autres dépôts (voir § 6.1 ci-dessous), le maintien en bon état de la toiture (couvertines, protections horizontales d'acrotères, etc.), des évacuations d'eau pluviale (gouttières, etc.) et des ouvrages qui contribuent à l'imperméabilité de la façade (larmiers, etc.).

L'entretien comporte également la réfection des systèmes détériorés par un usage anormal (voir § 6.2 ci-dessous).

A intervalles réguliers dont la durée dépend de nombreux facteurs difficilement prévisibles (conditions climatiques, exposition, pollution urbaine ou végétale selon l'environnement proche du bâtiment...), généralement entre 1 et 5 ans, un entretien d'aspect de ces systèmes s'avère nécessaire, variable en fonction du relief de la façade (modénatures, etc.) et de la texture du revêtement de finition.

Ces travaux d'entretien ou de rénovation peuvent modifier le comportement du système vis-à-vis de la sécurité incendie ; il convient de vérifier la conformité de ces travaux avec les Réglementations de sécurité incendie.

Le lavage à haute température et/ou à haute pression, ou l'emploi de produits en phase solvant susceptibles d'altérer le système sont notamment à proscrire. L'élimination des végétations ne doit pas être réalisée sous l'action de la flamme.

6.1. Entretien et rénovation

L'entretien et la rénovation des systèmes sont décrits dans les « Règles Professionnelles pour l'entretien et la rénovation de systèmes d'isolation thermique extérieure "ETICS" ».

Ces règles distinguent quatre types de défauts, notés I à IV, correspondant à de l'entretien et de la rénovation, et deux types de désordres importants, notés V et VI, correspondant à de la rénovation dite « lourde ».

6.2. Réfection des dégradations

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

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

6.2.1. 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 revêtement identique à celui utilisé en finition.

6.2.2. Réfection des chocs importants mais localisés

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

La méthode suivante peut être adoptée :

- 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, etc. 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 éliminer le revêtement existant dans la partie ainsi dégagée.
- Découper un morceau d'isolant de mêmes dimensions et de même nature que celles de la partie enlevée et le coller en remplacement avec une colle de même nature que celle du système.
- Après séchage de la colle, préparer une pièce d'armature dont les dimensions seront d'environ 5 cm plus grandes que celles de la partie découpée. Enduire grassement 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.
- Après séchage, appliquer le produit d'impression (le cas échéant) 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'ancienne finition et la nouvelle.

Le caractère visible de la réparation peut être atténué par la remise en peinture de panneaux complets ou par la réalisation de motifs décoratifs localisés. Suivant les traitements apportés, il convient de vérifier la compatibilité avec le système en place et la solution de réfection proposée, notamment en ce qui concerne la perméabilité à la vapeur d'eau.

6.3. Surisolation

La « surisolation » consiste à mettre en œuvre le système sur un mur déjà revêtu d'une isolation thermique extérieure par enduit sur isolant. Cela permet d'améliorer l'isolation thermique de la paroi en évitant de générer d'importants déchets de chantier (pas de dépose du système existant). Une reconnaissance préalable du support est nécessaire.

Le nouveau système doit être calé et chevillé. L'épaisseur totale (système existant + nouveau système) ne doit pas dépasser 300 mm ou la limite maximale fixée par la réglementation de sécurité incendie applicable à l'ouvrage concerné.

Le DTA ou l'AT précise les limitations d'emploi du système en surisolation, notamment en fonction de la nature des isolants. Par exemple, la mise en œuvre d'un nouveau système avec isolant PSE sur un système existant avec isolant laine de roche n'est pas autorisé.

Sauf mention contraire dans le DTA ou Avis Technique, la surisolation n'est pas visée avec un isolant en fibres de bois, ou en parois courbes, quelle que soit la nature d'isolant.

6.3.1. Diagnostic préalable

6.3.1.1. Reconnaissance du système existant

La reconnaissance du système existant est obligatoire. Elle peut être réalisée par l'entreprise de mise en œuvre pour des surfaces inférieures ou égales à 250 m², pour des hauteurs de 9 m maximum. Pour des surfaces supérieures à 250 m², la reconnaissance doit être réalisée par un organisme professionnel indépendant du chantier, y compris le titulaire du DTA ou de l'AT.

Le système existant doit être préalablement caractérisé. Il s'agit de déterminer :

- La nature et l'épaisseur du système d'enduit ;
- Le mode de fixation de l'isolant au support ;
- La nature et l'épaisseur de l'isolant ;
- La nature du support.

La pose du nouveau système ne peut être envisagée que sur un système existant ne présentant aucun problème de tenue sur le support (décollement, arrachement de fixations mécaniques, etc.). Il faut s'assurer qu'en exerçant une pression sur le système existant, on n'observe pas de déplacement.

Des fissurations importantes peuvent être le signe de mauvaise tenue localisée.

Il peut être nécessaire de découper un échantillon (environ 20 × 20 cm) qui, une fois enlevé, permette d'observer l'interface mur / isolant dans les zones où il y a doute sur la bonne tenue du système.

6.3.1.2. Tenue des chevilles dans le support

Une reconnaissance de la tenue des nouvelles chevilles dans le support du système existant doit être réalisée conformément à l'Annexe 2 du présent document.

6.3.2. Travaux préparatoires

6.3.2.1. Préparation du système existant

Les reliefs trop importants doivent être écrêtés (enduit organique roulé ou enduit hydraulique rustique grossier par exemple).

Les parties écaillées, soufflées, décollées ainsi que toutes les parties peu adhérentes doivent être éliminées. Un lavage à basse ou moyenne pression (60 bars maximum et jet large pour éviter toute dégradation du système en place) est généralement suffisant.

Les surfaces ponctuellement dégradées doivent être traitées. Deux cas se présentent :

- La dégradation ne concerne que l'enduit en place et non l'isolant : procéder à un ragréage des zones concernées au moyen du produit de calage utilisé par la suite pour la mise en place des nouveaux panneaux isolants.
- La dégradation concerne l'isolant en place :
 - Tout autour des dégradations existantes, délimiter une surface correspondant approximativement aux dimensions des parties d'isolant abîmées puis découper les morceaux d'enduit et d'isolant concernés ;
 - Retirer l'ensemble en s'assurant de ne pas détériorer les profilés intermédiaires et les raidisseurs s'il s'agit d'un système fixé mécaniquement par profilés ;
 - Remettre en place de nouveaux morceaux d'isolant en les glissant dans les profilés existants (le cas échéant) et en les collant au moyen du produit de calage utilisé par la suite pour la mise en place des nouveaux panneaux isolants ;
 - Rattraper l'épaisseur de l'enduit de base et de la finition sur la partie découpée au moyen du produit de calage utilisé par la suite pour la mise en place des nouveaux panneaux isolants.

6.3.2.2. Éléments mécaniques fixes ou mobiles de la façade

Si nécessaire, les joints de dilatation doivent être déposés et refaits.

Les volets, les bavettes d'appui de fenêtre ainsi que tous les éléments présents sur la façade (platines de fixation, candélabres, descentes d'eaux pluviales, colliers de fixation, gonds de menuiserie...) doivent être déposés.

6.3.2.2.1. Appui de fenêtre

Dépose et repose d'un nouvel appui de fenêtre pour recréation en tenant compte de l'épaisseur globale du système ; ou rallonge éventuelle de l'appui de fenêtre maçonné existant.

6.3.2.2.2. Protections en tête type profilé de couronnement

Lorsque l'espace entre la couverture en place et la partie haute le permet et lorsque les points de fixation sont accessibles, la couverture existante est déposée et une nouvelle couverture adaptée à l'épaisseur totale des deux systèmes est fixée. S'il n'est pas possible d'intervenir sur la couverture en place, une nouvelle couverture adaptée à l'épaisseur totale des deux systèmes est fixée par-dessus la couverture existante ; une couverture avec aile inversée est alors utilisée (cf. Figure 49).

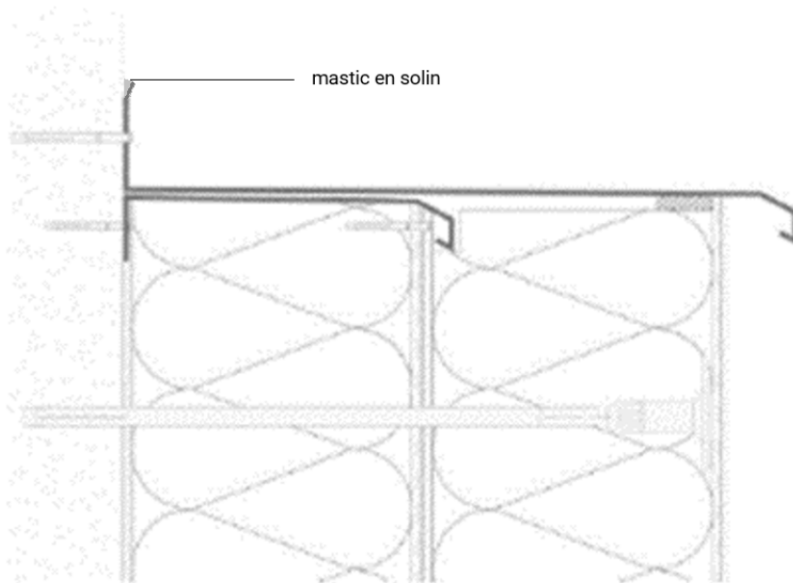


Figure 49 - Nouvelle couverture inversée sans dépose de l'existant

En cas d'impossibilité par manque de place (exemple Figure 50) :

- Pose du profilé sans aile inversée après disquage de l'ETICS existant, juste en dessous de l'aile de fixation du profilé en place, sur une hauteur d'environ 20 cm ;
- Élimination des parties disquées ;
- Mise en œuvre d'un isolant par collage dans les zones où le système existant a été éliminé, avant pose du nouvel isolant.

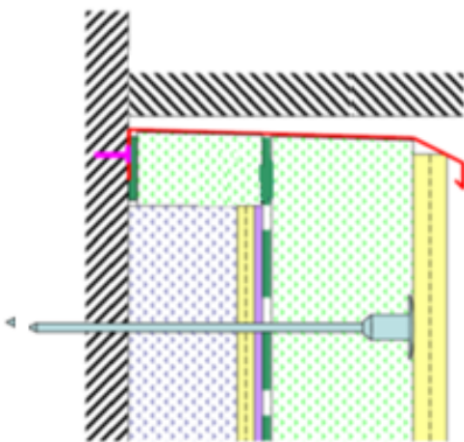


Figure 50 – Nouvelle couverture après élimination de l'existant

6.3.2.2.3. Conduites de descente d'eaux pluviales

Les conduites sont à déposer avant la mise en œuvre du nouveau système. Il faut s'assurer que pendant les travaux, les façades ne soient pas mouillées par l'écoulement des eaux pluviales.

En fin de travaux, les conduites doivent être reposées en utilisant des fixations allongées pour respecter l'épaisseur supplémentaire de l'isolation par l'extérieur. La jonction entre la fixation et le panneau isolant doit être désolidarisée et protégée par un mastic acrylique.

6.3.3. Mise en place des profilés de départ

Lorsque l'espace entre le sol et la partie basse du système en place le permet, le profilé de départ adapté à l'épaisseur totale des deux systèmes est fixé horizontalement de manière à enchâsser le système existant avec retour d'isolant sous ce système.

Deux types de profilés sont utilisables selon les possibilités d'accès (cf. Figure 51 et Figure 52). La distance entre le sol et le nouveau profilé de départ doit être conforme au Tableau 1 du § 5.2.1.

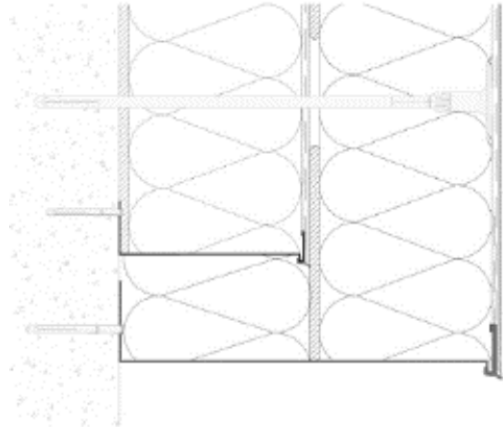


Figure 51 - Nouveau profilé de départ sans dépose de l'existant

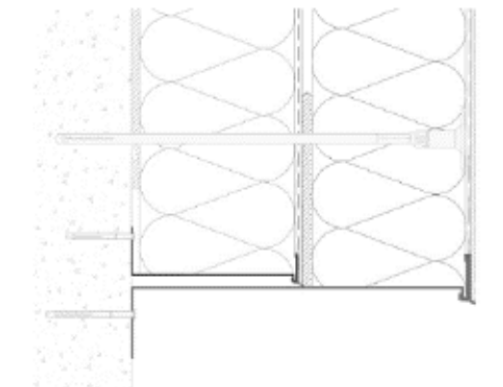


Figure 52 - Nouveau profilé de départ inversé sans dépose de l'existant

En cas d'impossibilité par manque de place :

- Découpe du système existant sur une hauteur d'environ 20 cm afin de dégager les points d'ancrage ;
- Mise en place d'un nouveau profilé de départ intégrant l'épaisseur globale des deux systèmes (cf. Figure 53) ;
- Mise en œuvre d'un isolant par calage par plots en attente de réception du nouveau système.

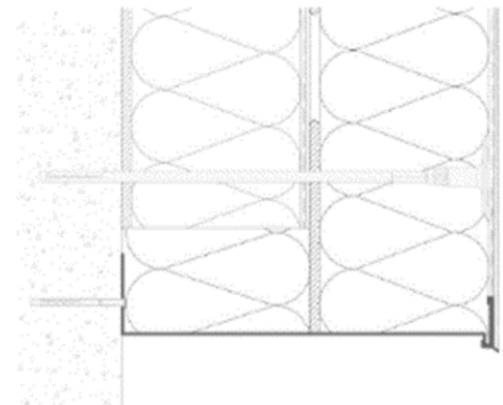


Figure 53 - Nouveau profilé de départ après élimination de l'existant

La mise en place du nouveau profilé de départ devra être conforme aux dispositions de § 4.2.2.1, et nécessite dans tous les cas :

- Vérifier la bonne rectitude des profilés, rectification si nécessaire avec des rondelles ou cales en PVC ;
- Respecter un espace d'environ 6 mm entre profilés pour permettre leur dilatation ; les relier par une pièce de jonction en PVC ;
- Espacer les fixations de 30 cm environ avec une fixation à 5 cm maximum des extrémités.

6.3.4. Bandes filantes de protection incendie

Lorsque des exigences relatives à la propagation du feu par les façades existent, il convient de se référer au § 2.2 pour la mise en œuvre des solutions.

6.3.5. Mise en place de l'isolant

La mise en place de l'isolant doit respecter les dispositions décrites au paragraphe 4.2.4 : pose des panneaux par rangées successives à joints décalés ; harpage des panneaux aux angles sortants et rentrants ; découpe des panneaux en « L » aux angles des baies ; traitement des joints ouverts entre panneaux ; etc.

6.3.5.1. Calage

Le calage est réalisé avec l'un des produits de calage mentionné dans le DTA ou l'AT.

6.3.5.2. Fixation mécanique par chevilles

Elle est réalisée comme indiquée au paragraphe 4.2.4.6.2, en respectant les limitations d'épaisseurs d'isolant (intégralité des couches d'isolant) indiquées dans les Évaluations Techniques Européennes de chaque cheville. Les chevilles utilisables pour la surisolation sont spécifiées dans le DTA ou l'AT.

Le dimensionnement pour la résistance au vent doit être déterminé uniquement à partir de l'épaisseur de l'isolation rapportée et non de l'ensemble des couches d'isolants.

6.3.6. Renforts des points singuliers

Les renforts des points singuliers sont réalisés conformément aux indications du § 4.2.5.

6.3.7. Mise en œuvre du système d'enduit en partie courante

L'enduit de base, l'éventuel produit d'impression, l'enduit de finition et l'éventuel revêtement décoratif sont appliqués conformément aux indications du DTA ou de l'AT.

7. Informations sur le comportement des systèmes

Ce chapitre décrit les désordres les plus courants pouvant survenir sur un ETICS et ses causes principales. Le respect des prescriptions de ce chapitre ne permet pas de s'affranchir des prescriptions du reste du document.

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

Les systèmes sont constitués de produits mélangés in situ ou prêts à l'emploi. 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, dont notamment :

- Non-respect des taux de mélange ;
- Mélanges non homogènes ;
- Ajout d'eau dans les mélanges n'en nécessitant pas.

Appliqués à de faibles températures, 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, etc.) ;
- 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 (adhérence, cohésion, résistance mécanique). 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).

7.2. Comportement affectant la durabilité

7.2.1. 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 (voir § 7.2.2 ci-dessous) ;
- Mauvaise préparation des enduits et conditions atmosphériques (voir § 7.1 ci-dessus) ;
- Mauvaise mise en place des profilés de départ et d'arrêt latéral :
- Profilés accolés sans espacement (dilatation bridée),
- Coïncidence des joints entre panneaux isolants avec les jonctions entre profilés,
- Coïncidence des joints entre panneaux isolants avec les discontinuités du support (joint entre panneaux préfabriqués en béton, par exemple) ;
- Débordement de la colle entre les panneaux ;
- Joints filants entre panneaux aux angles des baies (absence de découpe en L) ;
- Variations locales d'épaisseurs importantes de couche de base, qui peuvent résulter :
 - D'un bourrage des joints ouverts entre panneaux isolants,
 - D'une mauvaise planéité de la surface de l'isolant (désaffleurements entre panneaux, trous, etc.),
 - De la présence de chevilles à rosace trop enfoncées ou insuffisamment enfoncées dans l'isolant ;
- Épaisseur de la couche de base insuffisante pour enrober correctement l'armature ;
- Mauvais positionnement de l'armature dans l'épaisseur de la couche de base (treillis en fibres de verre posé directement sur isolant ou trop en surface) ;
- Recouvrement insuffisant des lés d'armature standard ;
- Mouchoirs d'armature aux angles de baie inexistant ;
- Absence de désolidarisation au niveau des points durs ;

- Utilisation, en finition, de coloris foncés ou juxtaposition de coloris trop contrastés (chocs thermiques différentiels) ;
- Temps d'attente trop important entre pose des panneaux isolants et enduisage.
- Non-respect du délai de séchage entre la pose des panneaux isolants et l'enduisage
- Épaisseur minimale et maximale du système d'enduit non-respectées

Les fissurations peuvent également être la conséquence d'utilisation de panneaux isolants non conformes aux prescriptions du DTA ou de l'AT (profil d'usage ISOLE de l'ACERMI par exemple).

7.2.2. Désolidarisation du support

7.2.2.1. 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, gorgés d'eau ou surchauffés ;
- Décapage insuffisant des anciennes peintures ou revêtements organiques.

Les colles, généralement à base de ciment, sont alors appliquées sur des résidus de 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 (voir paragraphe 7.1 ci-dessus) :
 - À faible température ou par temps humide, le séchage de la colle peut nécessiter des délais plus importants,
 - Une enduction trop rapide peut alors engendrer des décollements partiels et, par conséquent, des perturbations ultérieures ;
- Mauvaise répartition de la colle au dos des panneaux isolants ou écrasement insuffisant ne permettant pas d'assurer un contact satisfaisant de la colle avec le support ;
- Étanchéité ou protection insuffisante aux arrêts du système (bavettes, couvertines, etc. inexistantes ou pas assez débordantes, mauvais calfeutrement aux points singuliers) entraînant la pénétration d'eau entre le support et l'isolant.

7.2.2.2. Systèmes fixés mécaniquement

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

- Utilisation de chevilles ou de clous non adaptés au support ;
- Mauvais choix des outils de pose et/ou mauvaise mise en œuvre (éclatement des supports en corps creux lors du perçage, trous oblongs, etc.) ;
- Densité de chevilles ou de clous insuffisante en fonction de l'exposition au vent de la façade ;
- Profondeur d'ancrage inadaptée (par exemple : une cheville choisie trop courte s'expandra dans le revêtement existant et/ou la colle et/ou l'isolant ; une cheville choisie trop longue s'expandra dans le vide à l'arrière des parois des éléments en corps creux).

7.2.3. Décollements d'enduit, cloquages

Ces phénomènes résultent généralement des conditions d'application :

- Mauvaise préparation de l'enduit (voir § 7.1 ci-dessus)
- Non-respect des préconisations concernant les conditions atmosphériques (voir § 7.1 ci-dessus) ;
- Délais de séchage non respectés ;

- Absence de couche d'impression entre la couche de base et le revêtement de finition, si celle-ci est obligatoire comme mentionné dans le DTA ou l'AT ;
- Application sur surfaces d'isolant altérées (endommagé, humide, PSE non poncé...)

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.

7.3. Comportement d'aspect

La finition décorative des systèmes d'isolation thermique extérieure par enduit sur isolant est apportée par le revêtement de finition.

Les défauts d'aspect rencontrés, résultant soit d'une mauvaise planéité de la couche de base, soit d'une application irrégulière de la couche de finition (reprises après séchage, défauts d'aspect de surface), n'ont généralement aucune incidence sur la durabilité du système.

7.3.1. Salissures

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

Des désagréments visuels peuvent également être la conséquence du développement de micro-organismes (algues, champignons, lichens, voire mousses) sur les façades ou parties de façades qui restent humides ou sèchent mal et généralement situées à proximité de végétation.

Ces salissures apparaissent plus rapidement sur les revêtements à relief important facilitant leur accrochage.

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

Lorsque des bandes de recouplement en laine de roche sont insérées dans un ETICS avec isolant en PSE, des salissures localisées peuvent y apparaître.

7.3.2. Défauts d'aspect

On désigne ainsi généralement les variations de couleur ou d'aspect sur une même façade (nuançage), ainsi que les réapparitions des rosaces des chevilles et/ou des joints entre panneaux isolants (« spectres »).

Ces phénomènes résultent généralement des causes suivantes :

- Application par temps froid et/ou humide : les revêtements présentent des temps de durcissement et de séchage lents et irréguliers conduisant à des différences de couleur et de ton ;
- Application 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 de la finition, pouvant conduire à une application plus difficile avec, pour conséquence, l'apparition de reprises et une structure hétérogène ;
- Application de quantités trop faibles de finition 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.
- Application différée dans le temps sur des chantiers d'envergure (conditions climatiques différentes d'une façade à une autre pouvant impacter la teinte de la finition)

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

Cela peut également survenir à la suite d'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 des panneaux en polystyrène qui sont bombés, ne permettant pas de texturer la finition de manière homogène.

Des phénomènes de carbonatation peuvent également être observés lorsque la finition est assurée par un enduit minéral.

Pour les finitions hydrauliques, les taux de gâchage et les durées de malaxage doivent être constants afin d'éviter les différences de teinte après séchage.

Des chevilles trop enfoncées ou avec un perçage non perpendiculaire, si elles ne sont pas correctement traitées, peuvent provoquer l'apparition de spectres. Des chevilles mal choisies (conductivité thermique élevée, rosace trop épaisse, rebouchage sur chevilles avec enduit, etc.) peuvent également conduire à l'apparition de spectres.

Les rebouchages effectués sur ces chevilles trop enfoncées mettent plus de temps à sécher que le reste des enduits, et peuvent faciliter l'ancrage des souches de microorganismes (de même que sur certaines surépaisseurs au droit des doubles entoilages). Ces microorganismes peuvent être à l'origine de taches persistantes.

8. Annexe 1 : Détermination sur chantier de l'adhérence d'une colle sur un support

8.1. Principe

Lorsque des essais in situ d'adhérence d'une colle sont prévus, ils sont exécutés après préparation du support.

Les essais sont réalisés sur deux séries de 5 éprouvettes placées sur des surfaces différentes, représentatives des supports à tester.

Si la surface totale concernée est supérieure à 250 m², les essais d'adhérence doivent être réalisés par un organisme professionnel indépendant du chantier.

8.2. Modalités des essais

Une bande de colle 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 de la pastille, on réalise les essais d'arrachement par traction à l'aide d'un dynamomètre. Pour chaque essai, on relève la valeur d'arrachement et le mode de rupture.

8.3. Analyse des résultats

Les critères suivants doivent être respectés :

- L'arrachement ne doit pas se produire dans le plan de collage (rupture adhésive à l'interface entre le support et la colle) pour plus de 50 % des essais ; tout arrachement ayant lieu dans le plan de collage doit présenter une valeur supérieure à 0,25 MPa ;
- Si la rupture est cohésive dans le support ou dans la colle, aucune valeur d'arrachement ne doit être inférieure à 0,10 MPa.

Si l'un ou l'autre de ces critères n'est pas respecté, on se reportera soit à une autre colle du système, soit aux possibilités de fixation mécanique.

L'obtention de valeurs supérieures à 0,25 MPa (sans préparation) ne dispense, en aucun cas, de décaper les anciennes peintures ou les anciens revêtements organiques.

9. Annexe 2 : Détermination sur chantier de la résistance en traction d'une fixation (cheville ou clou) dans un support

9.1. Principe

La procédure décrite dans cette Annexe vise la détermination de la résistance caractéristique applicable à une fixation mécanique dans un support en béton ou en maçonnerie d'éléments dont on ignore les caractéristiques.

Les fixations concernées sont les chevilles à rosace (y compris hélicoïdales), ou clous par pisto-scèlement décrits au § 3.2 du présent document.

Cette Annexe tient compte de la procédure relative aux essais sur chantier figurant dans le document d'évaluation européen 330196-01-0604. Elle ne doit pas être considérée comme une procédure de vérification relative aux supports pour lesquels les performances de la fixation sont connues. Les essais ne sont faits ni pour déroger aux règles de bonne construction, ni pour déterminer des caractéristiques supérieures à celles données dans les ÉTE des chevilles ou clous, ni pour déterminer des performances dans un support de catégorie non visée dans l'ÉTE.

Il appartient à la personne ou à l'organisme en charge des essais de s'assurer de la représentativité des déterminations effectuées sur chantier.

9.2. Modalités des essais

9.2.1. Type de support

Dans le cadre d'un même chantier, la résistance caractéristique de la fixation doit être déterminée une fois par type de support. Il convient donc d'effectuer une rapide reconnaissance pour déterminer le nombre de supports différents sur lesquels on procédera aux essais. Deux supports sont considérés comme identiques lorsqu'ils ont la même constitution et que leur état de conservation reste comparable. Cette règle s'applique également pour un ensemble de bâtiments construits en même temps par le même architecte, et localisés dans un même périmètre (ex. plusieurs immeubles dans un même quartier).

Le support considéré doit correspondre à l'une des catégories d'utilisation couvertes par l'ÉTE de la cheville ou le clou. Dans le cas d'une pose sur béton de granulats courants (catégorie A) revêtu⁶, il est impératif que l'ÉTE de la cheville ou du clou n'exclue pas expressément la pose sur béton revêtu.

9.2.2. Nombre d'essais et emplacement des chevilles ou clous

Au moins 15 essais de traction sont réalisés par type de support. Ce nombre est à augmenter lorsqu'un doute existe quant à l'homogénéité ou la conservation des caractéristiques (réparations, humidité permanente, etc.) du support.

Les emplacements où doivent être posées les chevilles ou clous se partagent en groupes de trois, chaque groupe venant s'aligner sur une droite à environ 45° avec un espacement d'environ 35 cm entre chaque cheville ou clou sur le même alignement (cf. Figure 54).

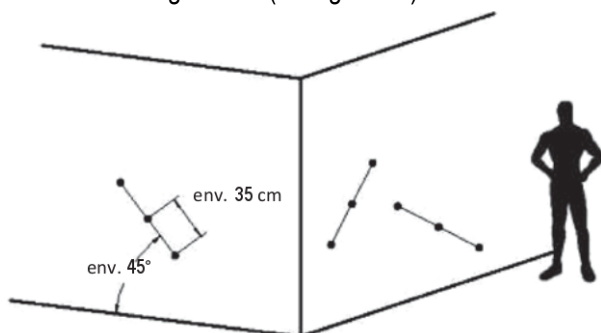


Figure 54 - Exemple d'emplacement des fixations mécaniques dans le support

Ces divers alignements sont répartis de façon à intéresser la plus grande surface possible de support. Dans tous les cas, ils doivent être représentatifs du support considéré.

⁶ Béton revêtu d'un enduit, de carrelage, de grès cérame, de pâte de verre, etc.

Les chevilles ou clous sont posés 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.

Des forets neufs doivent être utilisés. La profondeur d'ancrage des chevilles dans le support doit être constante et identique à celle utilisée pour la mise en œuvre du système d'isolation thermique extérieure.

9.2.3. Exécution de l'essai et mesures effectuées

On utilise un appareil d'arrachement permettant une croissance lente et continue de l'effort exercé⁷.

La cheville (ou le clou) est soit serrée sur un mors détachable de l'appareil d'arrachement, soit reprise au niveau de la tête à l'aide d'une douille de tirage.

Les points d'appui de l'appareil sur le support sont éloignés d'environ 10 cm par rapport à l'axe de tirage. Certains appareils ont des points d'appuis situés à environ 6 cm de l'axe de tirage et sont notamment adaptés aux essais sur supports creux.

Dans le cas où les essais sont à réaliser à travers un système d'enduit sur isolant existant (en vue de réaliser une surisolation), une plaque est placée sous les points d'appui de l'appareil afin de répartir les efforts. Cette plaque doit être suffisamment grande et rigide pour éviter l'enfoncement de l'appareil dans l'isolant en place et garantir ainsi que les mesures ne soient pas faussées.

L'appareil est disposé de sorte que l'effort d'arrachement soit appliqué normalement au support. Le mors, bloqué par la cheville, est vissé sur l'axe de l'appareil. Si une douille de tirage est employée, cette dernière, vissée sur l'axe de l'appareil, est glissée sous la tête de la cheville.

La vitesse de mise en charge est choisie de sorte que la charge maximale soit obtenue en 1 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.

Les essais conduisent aux mesures de la charge maximale d'arrachement N . Pour chaque essai, le mode de rupture obtenu doit être noté : rupture de la cheville ; rupture du support ; rupture par glissement⁸.

9.3. Détermination de la résistance caractéristique et de la classe de résistance

La résistance caractéristique N_{Rk1} de la cheville ou du clou dans le support considéré est donnée par la relation :

$$N_{Rk1} = 0,6 \times N_1$$

où N_1 est la moyenne des cinq valeurs les plus faibles des charges maximales d'arrachement mesurées N .

La valeur N_{Rk1} doit être limitée à la valeur maximale indiquée dans l'ÉTE de la cheville pour le support considéré, et ne doit pas excéder 1 500 N.

La classe de résistance de la cheville ou du clou dans le support considéré est celle correspondant à la valeur N_{Rk} donnée dans le Tableau 2, qui est immédiatement inférieure ou égale à la valeur N_{Rk1} .

N_{Rk} (N)	1 500	1 200	900	750	600	500	400	300
Classe	1	2	3	4	5	6	7	8

Tableau 2 - Classe de résistance de la fixation mécanique en fonction de la résistance caractéristique dans le support

Par exemple, si $N_{Rk1} = 1\,000$ N, la valeur de résistance caractéristique à considérer est de 900 N : la cheville ou le clou est donc de classe 3.

⁷ L'appareil d'arrachement doit être régulièrement étalonné, avec une fréquence minimale d'étalonnage d'une fois tous les 2 ans

⁸ Si un glissement appréciable est constaté lors de l'essai, la charge maximale d'arrachement est remplacée par la charge atteinte avant glissement. Cette charge correspond généralement à la charge de stabilisation une fois le glissement amorcé.

9.4. Contenu du rapport d'essais

Chaque type de support testé fait l'objet d'un rapport devant contenir les éléments suivants :

- Informations relatives au chantier et au support ;
- Informations relatives à la cheville de fixation ou au clou (désignation commerciale, numéro d'ÉTE, catégories d'utilisation) et à sa pose ;
- Informations relatives à l'appareil d'arrachement ;
- Indication de l'emplacement des essais sur le support ;
- Profondeur d'ancrage des fixations
- Résultats des essais : valeurs individuelles N et modes de rupture associés ;
- Valeurs calculées N_1 et N_{RK1} ;
- Classe de résistance de la cheville ou du clou dans le support ;
- Date des essais et noms des participants (opérateur et personnes ayant assisté aux essais) ;
- Nom du rédacteur et date de rédaction du rapport, incluant les observations éventuelles.

10. Annexe 3 – Travaux de remblaiement

10.1. Prescriptions communes à tous les remblaiements

10.1.1. Préparation de l'emprise

Le sol de l'emprise doit être débarrassé de tout ce qui pourrait nuire à la liaison du terrain en place avec les remblais : racines, souches d'arbres, haies, débris de toute nature, ainsi que la terre végétale sur une épaisseur au moins égale à 0,10 m.

Cas du terrain d'assiette en pente ou de remblais accolés à des talus d'anciens remblais :

Lorsque la pente de l'assiette est supérieure à 15 cm par mètre, les remblais ne sont exécutés qu'après l'établissement, sur toute la surface d'appui de ces derniers, de redans ou de silons horizontaux ayant au minimum 20 cm de profondeur et espacés conformément aux prescriptions du marché.

10.1.2. Matériaux pour remblais – Interdictions et modalités d'emploi

Les remblais sont constitués par une ou plusieurs couches de sols homogènes superposées et éventuellement accolées. Ils ne doivent contenir ni mottes, ni gazons, ni souches, ni débris d'autres végétaux. Les plâtres et les gravats hétérogènes (ferrailles, matières organiques) sont interdits.

Les vases, les terres fluentes et les tourbes sont toujours exclues des remblais.

L'emploi d'argile à forte teneur en eau ou de matériaux de mauvaise tenue à l'air (comme certains schistes ou certaines marnes) peut être admis dans le corps du remblai ; mais, dans ce cas, il est toujours interdit sur une largeur suffisante, de l'ordre de 2 m, à partir des faces latérales des talus et dans la zone de couverture. Ces deux parties doivent être constituées en matériaux de bonne qualité, encoffrant le noyau et remplissant les vides ; l'épandage et la compression des matériaux de couverture sont conduits de manière à obtenir ce résultat.

Les terres légères, graveleuses ou tuffeuses extraites des fouilles, ou d'une autre provenance, sont réservées dans la plus grande mesure possible, pour les couches supérieures et les talus du remblai.

Les déblais de carrière et les blocs rocheux peuvent être utilisés pour la constitution des remblais, sous réserve que les vides soient remplis par un remblai de bonne nature.

Lorsque l'effet du gel est à craindre, on ne doit pas utiliser dans les remblais des matériaux gelés ni, à une profondeur inférieure à la profondeur maximale du gel dans la région intéressée, des matériaux susceptibles d'être altérés par la gelée.

10.1.3. Mise en place des remblais

En principe, les remblais sont commencés par les points les plus bas.

Ils sont exécutés par couches horizontales, ou présentant une légère inclinaison vers l'extérieur, dont l'épaisseur est, sauf dispositions contraires du marché, de 20 cm avant compression.

10.1.3.1. Tassement des remblais et des talus

Dans le cas de remblais exécutés avec des matériaux pouvant donner lieu à des tassements, l'entrepreneur réalise, lors de la mise en place des terres, le profil provisoire (surhaussé et surélargi) prescrit, avec les tolérances fixées par le marché.

Le dressement définitif des surfaces suivant les formes indiquées par les dessins d'exécution n'est exécuté qu'après tassement et sur ordre du Maître de l'ouvrage.

10.1.3.2. Remblais ne devant pas présenter de tassement appréciable

Ces remblais sont exécutés conformément aux prescriptions du marché.

A défaut de telles prescriptions, ils sont traités comme des remblais méthodiquement compactés, dans les conditions fixées par le fascicule 2 « Travaux de terrassement » du Cahier des prescriptions communes applicable aux marchés de travaux publics.

10.2. Remblaiement au contact des bâtiments et sous ceux-ci

10.2.1. Matériaux à utiliser - Interdictions et modalités d'emploi

Outre les prescriptions du paragraphe 10.1.2, il est interdit de remblayer au contact et au voisinage des futurs bâtiments et des bâtiments existants avec des terres infectées ou infestées.

Les remblais au voisinage des fondations et les massifs rapportés contre celles-ci sont constitués, soit avec les déblais ordinaires provenant des fouilles, soit partiellement ou en totalité avec des matériaux assurant le drainage du sol au voisinage des fondations.

10.2.2. Mise en place des remblais

Le compactage des remblais au voisinage des bâtiments doit être conduit de manière à ne provoquer aucun dommage ni aucune dégradation à ces bâtiments.

10.3. Remblaiement derrière un mur de soutènement ou de sous-sol

Le remblaiement derrière un mur de soutènement ou de sous-sol n'est effectué que lorsque les maçonneries ont fait prise et après mise en place des moyens de drainage.

10.4. Remblaiement des tranchées pour galeries enterrées, égouts et canalisations

10.4.1. Galeries enterrées et égouts

Les galeries enterrées et les égouts exécutés en tranchée à ciel ouvert devant être enrobés de remblais sur les faces latérales et à l'extrados sont chargés simultanément de chaque côté, afin d'éviter des poussées unilatérales pouvant provoquer leur basculement ; sauf stipulations contraires du marché, ces remblais sont exécutés avec les déblais les plus légers et les plus perméables, par couches horizontales de 20 cm d'épaisseur moyenne, puis pilonnés énergiquement et arrosés.

10.4.2. Buses de béton ou de grès, canalisations de toute nature

10.4.2.1. Première partie du remblaiement

Le fond de la tranchée devant recevoir les buses est dressé.

Lorsque ce fond est constitué par des parties dures, telles que pierres, rocher, anciennes maçonneries, un lit de sable de 5 cm au moins d'épaisseur est établi sur le fond de fouille, préalablement à la pose des canalisations.

Autour des buses et sur une hauteur de 0,20 m à 0,30 m au-dessus de celles-ci, le remblaiement est exécuté en terre bien purgée de pierres, ou en sable, ou encore en gravier fin.

Le lit de sable sous les buses est toujours mouillé avant damage ou pilonnage. Il en est de même du remblai autour des buses et au-dessus, lorsqu'il est exécuté en sable ou en gravier.

10.4.2.2. Deuxième partie du remblaiement

Au-delà des limites ci-dessus et sur une épaisseur de 0,80 à 1 m, la dame de 10 à 12 kg peut être utilisée.

Enfin, au-delà de cette nouvelle limite, la dame lourde de 15 à 20 kg, le rouleau léger ou tout autre moyen de compaction donnant des résultats équivalents peuvent être employés.

11. Annexe 4 – Pose sur parois courbes

11.1. Dispositions particulières de conception

Le rayon de courbure de la paroi doit être déterminé lors de la reconnaissance du support, par exemple à partir des plans du bâtiments ou de dispositifs de mesure optique.

Les tolérances quant à la planéité du support (cf. § 4.1) sont à considérer uniquement sur l'axe vertical.

La pose de panneaux isolants sur parois courbes est possible :

- Soit en utilisant des panneaux prédécoupés ou moulés en usine à la courbure voulue,
- Soit en utilisant des panneaux de largeur maximale 600 mm posés verticalement sous réserve de respecter le rayon de courbure minimal R (m) dépendant de l'épaisseur d'isolant e (mm) selon la relation

$$: R = \frac{0,3}{\tan \arcsin \frac{5}{2.e}}$$

Exemples de valeurs :

Epaisseur de l'isolant (mm)	Rayon de courbure minimal de la paroi (m)
80	9,6
120	14,4
140	16,8
160	19,2
200	24,0
240	28,8
300	36,0

11.2. Dispositions particulières de mise en œuvre

Les profilés horizontaux (départ, goutte d'eau) peuvent être adaptés à la courbure en les segmentant afin de faciliter leur cintrage.

Les talons arrière et la face inférieure sont coupés à intervalles réguliers pour suivre la courbure du support. Certains fournisseurs proposent des profilés de départ adaptés aux supports courbes, ou ils peuvent être pliés sur mesure pour un chantier donné.

Les bavettes et couvertines doivent être réalisées sur mesure.

11.2.1. *Panneaux prédécoupés ou moulés en usine*

Un chevillage à cœur permet de ne pas voir les têtes de chevilles à travers la couche de base armée.

11.2.2. *Panneaux plans posés verticalement*

La pose de panneaux en forçant la courbure par mise en tension et chevillage forcé est interdite.

Les panneaux doivent être posés bord-à-bord, et présenter une ouverture de joint maximale de 5 mm. Les interstices entre panneaux seront comblés à l'aide de mousse expansive. S'ils sont en PSE, les panneaux doivent ensuite être poncés.

Note : Un facettage pourra être visible avec des panneaux posés verticalement, d'autant plus que le rayon de courbure sera proche de la limite minimale. Le seul moyen de s'en affranchir est de prédécouper ou mouler les panneaux sur mesure. Le lissage de ce facettage peut entraîner des surconsommations d'enduit de base.

SIÈGE SOCIAL

84, AVENUE JEAN JAURÈS | CHAMPS-SUR-MARNE | 77447 MARNE-LA-VALLÉE CEDEX 2
TÉL. (33) 01 64 68 82 82 | FAX (33) 01 60 05 70 37 | www.cstb.fr

CSTB
le futur en construction

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