

Document Technique d'Application

Référence Avis Technique **7/14-1601**

Enduit sur polystyrène expansé

*Système d'isolation
thermique extérieure de
façade*

*External Thermal Insulation
Composite System*

*Wärmedämm-
Verbundsystem von
Fassaden*

PRB THERMOPATE

objet de l'Evaluation
Technique Européenne

ETA-14/0469

Titulaire : Société LAURENT RDF
ZI de la Gare
16, rue de la Tour
FR – 85150 La Mothe Achard

Tél. : +33 (0) 51 98 10 20
Fax : +33 (0) 51 98 10 21
E-mail : contact@prb.fr
Internet : www.prb.fr

Distributeur : Société PRB S.A.
ZI de la Gare
16, rue de la Tour
FR – 85150 La Mothe Achard

Tél. : +33 (0) 51 98 10 20
Fax : +33 (0) 51 98 10 21
E-mail : contact@prb.fr
Internet : www.prb.fr

Commission chargée de formuler des Avis Techniques
(arrêté du 21 mars 2012)

Groupe Spécialisé n° 7

Systèmes d'isolation thermique extérieure
avec enduit et produits connexes

Vu pour enregistrement le 7 avril 2015

Le Groupe Spécialisé n° 7 « Systèmes d'isolation thermique extérieure avec enduit et produits connexes » de la Commission chargée de formuler des Avis Techniques a examiné, le 2 décembre 2014, la demande relative au système d'isolation thermique extérieure PRB THERMOPATE présentée par la société LAURENT RDF, titulaire de l'Evaluation Technique Européenne ETA-14/0469 en date du 15/12/2014 (désigné dans le présent document par ETA-14/0469). Le présent document transcrit l'avis formulé par le Groupe Spécialisé n° 7 sur les dispositions de mise en œuvre proposées dans le Dossier Technique établi par le demandeur pour l'utilisation du procédé dans le domaine d'emploi visé en France métropolitaine, et dans les Départements et Régions d'Outre-Mer (DROM).

1. Définition succincte

1.1 Description succincte

Système d'isolation thermique extérieure constitué d'un sous-enduit mince obtenu à partir d'une pâte prête à l'emploi, armé d'un treillis en fibres de verre et appliqué directement sur des panneaux en polystyrène expansé collés ou fixés mécaniquement par chevilles sur le mur support.

La finition est assurée par un revêtement à base de liant acrylique ou acrylosiloxane.

1.2 Mise sur le marché

En application du règlement (UE) n° 305/2011, le système THERMOPATE fait l'objet d'une déclaration de performances établie par le fabricant sur la base de l'Evaluation Technique Européenne ETA-14/0469.

1.3 Identification

Les marques commerciales et les références des produits qui constituent le système sont inscrites sur les emballages.

2. AVIS

2.1 Domaine d'emploi accepté

Pose sur parois planes verticales en maçonnerie ou en béton, conformes au « Cahier des Prescriptions Techniques d'emploi et de mise en œuvre des systèmes d'isolation thermique extérieure par enduit sur polystyrène expansé » (*Cahier du CSTB 3035_V2* de juillet 2013), dénommé dans la suite du texte « CPT enduit sur PSE ».

En construction neuve, pour l'ensemble des configurations, le système permet la réalisation de murs classés vis-à-vis du risque de pénétration d'eau comme suit (cf. § 3.22 des « Conditions Générales d'emploi des systèmes d'isolation thermique par l'extérieur » - *Cahier du CSTB 1833* de mars 1983) :

- murs de type XII sur paroi en béton à parement élémentaire ou en maçonnerie non enduite,
- murs de type XIII sur paroi en béton à parement ordinaire, courant ou soigné ou en maçonnerie enduite.

L'adéquation entre la nature du système et sa destination doit être préalablement vérifiée, au regard des réglementations de sécurité incendie en vigueur. En particulier, les configurations du système avec Euroclasse F sont limitées aux bâtiments relevant du Code du Travail et aux Établissements Recevant du Public (ERP) du 2^e Groupe.

Le système est également utilisable pour la rénovation des systèmes d'isolation thermique extérieure existants (surisolation). Les épaisseurs d'isolant doivent alors être limitées à celles décrites dans les réglementations de sécurité incendie en vigueur pour les bâtiments concernés.

Ce procédé est destiné à la France métropolitaine et aux DROM, à l'exception de ceux situés en zone de sismicité 5. Dans le cas des DROM :

- seule la pose collée (supports neufs ou anciens remis à nu) est visée ;
- seul le polystyrène blanc est visé ;
- seules les configurations avec les revêtements de finition CRÉPIMUR M FR, CRÉPOXANE M FR et CRÉPILIS FR sont visés.

2.2 Appréciation sur le système

2.2.1 Satisfait aux lois et règlements en vigueur et autres qualités d'aptitude à l'emploi

Résistance au vent

L'emploi du système en fonction de son exposition au vent en dépression dépend du mode de pose :

- Système collé :
Pas de limitation d'emploi.
- Système fixé par chevilles :

Les résistances au vent sont indiquées dans les tableaux 1a et 1b du Dossier Technique, à condition que la résistance caractéristique de la cheville dans le support considéré soit supérieure ou égale à 600 N (cheville de classe 1 à 5), ou supérieure ou égale à 500 N si l'épaisseur d'isolant est inférieure à 100 mm (cheville de classe 1 à 6). Sinon, la résistance de calcul est prise égale à la résistance apportée par les chevilles dans le support. Le coefficient partiel de sécurité sur la résistance isolant/cheville est pris égal à 2,3.

Les valeurs des tableaux 1a et 1b ne s'appliquent pas pour des épaisseurs d'isolant inférieures à 60 mm.

Les valeurs des tableaux 1a et 1b s'appliquent dans le cas d'un montage « à fleur ». Dans le cas d'un montage « à cœur » avec la cheville Ejotherm STR U, STR U 2G ou Fischer TERMOZ 8 SV, ces valeurs s'appliquent pour une épaisseur d'isolant supérieure ou égale à 80 mm.

Sécurité en cas d'incendie

Les vérifications à effectuer (notamment quant à la règle dite du « C + D »), doivent prendre en compte les caractéristiques suivantes :

- Classement de réaction au feu du système conformément à EN 13501-1 :
 - Euroclasse F dans le cas où le produit de calage est la mousse adhésive PU010.
 - Euroclasse B-s2, d0 pour toutes les autres configurations du système.
- Pouvoir calorifique de l'isolant (en MJ/m² par mm d'épaisseur d'isolant) :
 - 0,70 pour le polystyrène blanc,
 - 0,75 pour le polystyrène gris.
- Les configurations du système relèvent du paragraphe 5.1.2 de l'Instruction Technique n°249 relative aux façades. Parmi les solutions de protection existantes, le système décrit notamment des barrières de protection sous forme de bandes filantes en laine minérale de roche de hauteur limitée à 300 mm.

Stabilité en zones sismiques

Le système peut être mis en œuvre en zones de sismicité 1 à 4 pour des bâtiments de catégories d'importance I à IV.

Résistance aux chocs et aux charges statiques

- La résistance aux chocs du système conduit aux catégories d'utilisation indiquées dans le tableau 3 du Dossier Technique.
- Le comportement du système aux charges statiques en service (appui d'échelle par exemple) est satisfaisant.

Isolation thermique

Le système est susceptible de satisfaire les exigences minimales des réglementations thermiques en vigueur. Un calcul doit être réalisé au cas par cas.

Le coefficient de transmission thermique globale de la paroi revêtue du système d'isolation est défini au § 5.1.6 du Guide d'Agrément Technique Européen n°004 de février 2013 (ETAG 004) où $R_{insulation}$ (résistance thermique de l'isolant exprimée en m².K/W) doit être prise égale

à la valeur certifiée par ACERMI (Association pour la Certification des Matériaux Isolants).

Données environnementales

Le système ne dispose d'aucune déclaration environnementale (DE) et ne peut donc revendiquer aucune performance environnementale particulière.

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

Aspects sanitaires

Le présent Avis est formulé au regard de l'engagement écrit du titulaire de respecter la réglementation, et notamment l'ensemble des obligations réglementaires relatives aux substances dangereuses, pour leur fabrication, leur intégration dans les ouvrages du domaine d'emploi accepté et l'exploitation de ceux-ci. Le contrôle des informations et déclarations délivrées en application des réglementations en vigueur n'entre pas dans le champ du présent Avis. Le titulaire du présent Avis conserve l'entière responsabilité de ces informations et déclarations.

Prévention des accidents, maîtrise des accidents et maîtrise des risques lors de la mise en œuvre et de l'entretien

Les composants du système font l'objet de fiches de données de sécurité individuelles (FDS) disponibles auprès du titulaire et qui portent sur la présence éventuelle de substances dangereuses et sur les phrases de risque et les consignes de sécurité associées. L'objet de la FDS est d'informer l'utilisateur de ces composants sur les dangers éventuels liés à leur mise en œuvre et sur les mesures préventives à adopter pour les éviter, notamment par le port d'équipements de protection individuelle (EPI).

2.22 Durabilité et entretien

La durabilité du mur support est améliorée par la mise en œuvre du système grâce à la protection qu'il apporte contre les sollicitations extérieures.

La durabilité propre des composants et leur compatibilité, les principes de fixation, l'adhérence de l'enduit, la nature de l'isolant et sa faible sensibilité aux agents de dégradation permettent d'estimer que la durabilité du système est de plus d'une vingtaine d'années moyennant entretien.

L'encrassement lié à l'exposition en atmosphère urbaine ou industrielle, ainsi que le développement de micro-organismes peuvent nécessiter un entretien d'aspect avant 10 ans.

Le développement de micro-organismes dans les DROM peut nécessiter un entretien d'aspect plus important.

2.23 Fabrication et contrôles

La fabrication des différents composants fait l'objet d'un contrôle interne de fabrication systématique tel que défini dans le plan de contrôle associé à l'ETA-14/0469.

2.24 Mise en œuvre

Ce système nécessite une reconnaissance et une préparation impératives du support, conformément au § 4.1 « CPT enduit sur PSE » et exige une mise en œuvre soignée, notamment dans le traitement des points singuliers, le choix des chevilles et leur nombre, la planéité d'ensemble des panneaux isolants, les quantités d'enduit appliquées et la régularité d'épaisseur d'application.

Pour le système fixé mécaniquement par chevilles, il est impératif de respecter le délai d'attente entre le calage des panneaux isolants et la mise en place des chevilles, tel qu'indiqué dans le Dossier Technique.

Le spectre de l'armature ne doit pas être visible après la réalisation de la couche de base armée.

L'application de l'enduit de base **FONDISOL PE** doit être soignée, et ce d'autant plus lorsque le revêtement de finition est appliqué en faible épaisseur et ne permet pas de masquer les défauts esthétiques.

Dans les DROM, seule la pose collée est autorisée (supports neufs ou anciens remis à nu).

2.3 Cahier des Prescriptions Techniques

2.31 Conception

Pour le système fixé mécaniquement par chevilles, le choix et la densité des fixations doivent être déterminés en fonction de l'action du vent en dépression et de la résistance caractéristique de la fixation dans le support considéré.

- La résistance de calcul à l'action du vent en dépression doit être supérieure ou égale à :
 - la sollicitation de dépression due à un vent normal (calculée selon les Règles NV 65) multipliée par un coefficient égal à 1,75,
 - ou

- la sollicitation caractéristique de dépression due au vent (calculée selon l'Eurocode 1) multipliée par un coefficient égal à 1,5.

- Supports neufs visés dans l'Agrément Technique Européen de la cheville ou supports existants de catégorie d'utilisation A (béton de granulats courants) : la résistance de calcul est obtenue à partir de la résistance caractéristique dans le support considéré (indiquée dans l'Agrément Technique Européen de la cheville) divisée par un coefficient partiel de sécurité égal à 2,0.
- Supports neufs ou existants pour lesquels la résistance caractéristique de la cheville n'est pas connue : la résistance de calcul est déterminée par une reconnaissance préalable sur site, conformément à l'Annexe 2 du « CPT enduit sur PSE », sous réserve que l'Agrément Technique Européen de la cheville vise la catégorie d'utilisation relative au support considéré.

2.32 Conditions d'emploi et de mise en œuvre

Les composants visés dans l'ETA-14/0469 sont utilisables moyennant le respect des dispositions définies au paragraphe 1.1 du Dossier Technique.

La mise en œuvre doit être réalisée conformément au « CPT enduit sur PSE ».

Du fait de leur sensibilité au soleil, les polystyrènes gris doivent être protégés à l'aide de bâches ou de filets de protection ne laissant pas passer plus de 30 % de l'énergie solaire.

De plus, les seuls modes de collage admis pour les panneaux en polystyrène expansé gris sont :

- collage en plein, ou,
- collage par plots et par boudins avec chevillage immédiat (avant prise de la colle) à raison de 2 chevilles par panneau.

Dans les DROM, seul le polystyrène blanc doit être utilisé.

La pose des chevilles doit être effectuée conformément aux plans de chevillage du Dossier Technique.

La mousse polyuréthane PU010 n'est pas utilisé comme produit de collage dans cet Avis.

La mousse de polyuréthane ne doit pas être utilisée pour pallier des manques d'isolant importants (angles cassés par exemple).

L'armature doit être complètement enrobée dans la couche de base.

Par temps froid et humide, le séchage de la colle, du calage et de l'enduit de base peut nécessiter plusieurs jours. Ces produits doivent être mis en œuvre sans risque de gel dans les 24 heures suivant leur application.

Après séchage, l'épaisseur minimale de la couche de base doit être de 2,5 mm.

Lors de vérifications ultérieures, une valeur de 20 % inférieure à cette valeur minimale peut être **exceptionnellement** acceptée **ponctuellement**.

Les panneaux en laine de roche sont uniquement destinés à réaliser des bandes de protection incendie en recoupement du polystyrène expansé. Ils ne doivent pas être employés à la place des panneaux en polystyrène expansé pour réaliser l'isolation thermique extérieure des parties courantes.

La pose de bandes filantes en laine de roche de hauteur supérieure à 300 mm n'est pas visée dans le présent Avis.

2.33 Assistance technique

La société PRB S.A. est tenue d'apporter son assistance technique à toute entreprise appliquant le système qui en fera la demande.

Conclusions

Appréciation globale

L'utilisation du système dans le domaine proposé est appréciée favorablement.

Validité

Tant que les conditions précisées dans l'ETA-14/0469 en date du 15/12/2014 ne sont pas modifiées et au plus tard le 31/12/2019.

Pour le Groupe Spécialisé n° 7
La Présidente
Laurence DUCAMP

3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

Dans les DROM, le risque d'encrassement (dû notamment au développement de micro-organismes) étant plus important, cela peut nécessiter un entretien plus important. A ce titre, seules les finitions à faible granulométrie (CRÉPIMUR M FR, CRÉPOXANE M FR et CRÉPILIS FR) sont visées dans les DROM.

Le produit de collage PU010 (mousse de polyuréthane) visé dans l'ETA-14/0469, n'est pas visé dans le présent Avis.

Les configurations du système utilisant le produit de calage PU 010, bénéficiant d'une Euroclasse F, sont limitées aux bâtiments relevant du Code du Travail et aux Etablissements Recevant du Public (ERP) du 2^{ème} Groupe.

Les finitions à faible consommation CRÉPIMUR F FR et CRÉPILIS SC FR masquent difficilement les éventuels défauts de planéité. De ce fait, l'application de la couche de base doit être particulièrement soignée et les consommations minimales indiquées dans le Dossier Technique pour ces finitions doivent être impérativement respectées (même si ces finitions peuvent éventuellement être appliquées à des consommations inférieures sur d'autres supports).

Les réalisations effectuées, dont les plus anciennes remontent à 2013, se comportent dans l'ensemble de façon satisfaisante.

Le Rapporteur du Groupe Spécialisé n° 7
Christine GILLIOT

Dossier Technique

établi par le demandeur

A. Description

Système d'isolation thermique destiné à être appliqué sur l'extérieur de murs en maçonnerie et en béton.

Il est constitué d'un sous-enduit mince à base de liant organique, obtenu à partir d'une pâte prête à l'emploi, armé d'un treillis en fibres de verre et appliqué directement sur des panneaux en polystyrène expansé collés ou fixés mécaniquement par chevilles sur le mur support.

La finition est assurée par un revêtement à base de liant acrylique ou acrylosiloxane.

La description du système se réfère au « Cahier des Prescriptions Techniques d'emploi et de mise en œuvre des systèmes d'isolation thermique extérieure par enduit sur polystyrène expansé » (*Cahier du CSTB 3035_V2* de juillet 2013), dénommé dans la suite du texte « CPT enduit sur PSE ».

Ce système fait l'objet de l'Evaluation Technique Européenne ETA-14/0469.

1. Composants

1.1 Composants principaux

Les composants visés dans l'Evaluation Technique Européenne ETA-14/0469 sont utilisables moyennant le respect des dispositions suivantes.

1.1.1 Produits de calage

PRB FONDISOL F : poudre à base de ciment à mélanger avec de l'eau.

- Caractéristiques : cf. ETA-14/0469
- Conditionnement : sacs en papier de 25 kg.

PRB THERMICOL : poudre à base de ciment à mélanger avec de l'eau.

- Caractéristiques : cf. ETA-14/0469
- Conditionnement : sacs en papier de 25 kg.

PU010 : mousse adhésive prête à l'emploi à base de polyuréthane.

- Caractéristiques : cf. ETA-14/0469
- Conditionnement : bouteilles aérosols de 750 mL.

1.1.2 Produits de collage

PRB FONDISOL F : produit identique au produit de calage (cf. § 1.11).

- Caractéristiques : cf. ETA-14/0469
- Conditionnement : sacs en papier de 25 kg.

PRB THERMICOL : produit identique au produit de calage (cf. § 1.11).

- Caractéristiques : cf. ETA-14/0469
- Conditionnement : sacs en papier de 25 kg.

1.1.3 Panneaux isolants

- Système collé ou fixé mécaniquement par chevilles : panneaux en polystyrène expansé ignifugé (classé au moins E) de dimensions 1 000 × 500 mm ou 1 200 × 600 mm et d'épaisseur maximale 300 mm, faisant l'objet d'un Certificat ACERMI en cours de validité et présentant les performances suivantes :

$$I \geq 2 \quad S \geq 4 \quad O = 3 \quad L \geq 3(120) \quad E \geq 2$$

L'isolant peut être un polystyrène blanc ou un polystyrène gris. Dans ce dernier cas, la protection définie au § 3.21 est prévue.

1.1.4 Chevilles de fixation pour isolant

Les chevilles utilisables sont listées dans le tableau 2. Le choix de la cheville dépend de la nature du support et de l'épaisseur d'isolation.

1.1.5 Produit de base

FONDISOL PE : pâte prête à l'emploi à base de copolymère acrylique.

- Caractéristiques : cf. ETA-14/0469
- Conditionnement : seaux en plastique de 25 kg.

1.1.6 Armatures

- Armatures normales PRB AVN (R 131 A 101 C+ de la société Saint Gobain Adfors et SSA-1363 F+ de la société JSC Valmieras Stikla Skiedra) et PRB AVF (R 131 A 102 C+ de la société Saint Gobain Adfors), visées dans l'ETA-14/0469 faisant l'objet d'un Certificat CSTBat en cours de validité et présentant les performances suivantes :

$$T \geq 1 \quad Ra \geq 1 \quad M = 2 \quad E \geq 2$$

- Armature renforcée : PRB AVR (ARS 208 de la société Chomarat Textiles Industries) visée dans l'ETA-14/0469.

1.1.7 Produit d'impression

CRÉPIFOND G : liquide pigmenté prêt à l'emploi à base de liant acrylique, à appliquer optionnellement avant tous les revêtements de finition.

- Caractéristiques : cf. ETA-14/0469.
- Conditionnement : seaux en plastique de 6 ou 20 kg.

1.1.8 Revêtements de finition

CRÉPIMUR M FR, CRÉPIRIB F FR et CRÉPIRIB G FR : pâtes prêtes à l'emploi à base de liant acrylique, pour une finition talochée (CRÉPIMUR M FR) ou une finition ribbée (CRÉPIRIB F/G FR).

- Granulométries (mm) :
 - CRÉPIMUR M FR : 1,5
 - CRÉPIRIB F FR : 2,0
 - CRÉPIRIB G FR : 3,0
- Caractéristiques : cf. ETA-14/0469.
- Conditionnement : seaux en plastique de 25 kg.

CRÉPOXANE M FR : pâte prête à l'emploi à base de liant acrylosiloxane.

- Granulométrie (mm) : 1,5 mm
- Caractéristiques : cf. ETA-14/0469.
- Conditionnement : seaux en plastique de 25 kg.

CRÉPILIS FR : revêtement de finition composé de deux couches CRÉPILIS SC FR et CRÉPILIS F FR, chaque couche étant constituée d'une pâte prête à l'emploi à base de liant acrylique.

- Granulométries (mm) :
 - CRÉPILIS SC FR : 0,7
 - CRÉPILIS F FR : 0,2
- Caractéristiques : cf. ETA-14/0469.
- Conditionnement : seaux en plastique de 20 kg.

1.2 Autres composants

Les composants décrits ci-dessous ne sont pas visés dans l'ETA-14/0469 car ils n'entrent pas dans le cadre du Guide d'Agrément Technique Européen n°004.

Panneaux incombustibles en laine de roche (Euroclasse A1) destinés à créer des barrières horizontales de protection incendie, de hauteur maximale 300 mm, en recoupement du polystyrène expansé (cf. § 3.3 et 4.44). Ces panneaux bénéficient d'un Certificat ACERMI en cours de validité, et répondant aux exigences du § 2.2 du *Cahier du CSTB 3714* de juin 2012. Les épaisseurs des panneaux sont indiquées dans le certificat.

1.3 Accessoires

Accessoires de mise en œuvre conformes au § 3.9 du « CPT enduit sur PSE », dont en particulier :

- Produits de raccordement et de protection, produits de garniture et de calfeutrement, et autres accessoires conformes au § 3.9 du « CPT enduit sur PSE ».
- Bavettes et couvertines.
- Mousse de polyuréthane expansive PU010 ou produit similaire, destiné au calfeutrement.
- Bande calfeutrante en mousse imprégnée pour joints de raccords.
- Produits de calfeutrement : PRB MAS FLEX, PRB MAS SIL, PRB MAS FLEX CRYL plus.

2. Fabrication et contrôles

2.1 Fabrication

2.1.1 Fabrication des composants principaux

La fabrication des composants principaux et l'attestation de leur conformité sont définies dans l'ETA-14/0469.

Les produits de collage, le produit de base, le produit d'impression et les revêtements de finition sont fabriqués dans l'usine de PRB S.A. à La Mothe Achard (85).

La mousse adhésive PU010 est fabriquée à l'usine d'Arkel (Pays-Bas) de la société Tremco illbruck.

2.1.2 Fabrication des autres composants

Le lieu de fabrication des panneaux en laine de roche est indiqué dans chaque certificat ACERMI.

2.2 Contrôles

2.2.1 Contrôles sur les composants principaux

Les contrôles ou dispositions prises par le titulaire pour s'assurer de la constance de qualité des composants principaux sont listés dans le plan de contrôle associé à l'ETA-14/0469.

Les contrôles effectués sur la fabrication des panneaux isolants sont conformes à la certification ACERMI.

2.2.2 Contrôles sur les autres composants

Les contrôles effectués sur la fabrication des panneaux en laine de roche sont conformes à la certification ACERMI.

3. Mise en œuvre sur béton ou maçonnerie

3.1 Conditions générales de mise en œuvre

La nature, la reconnaissance et la préparation des supports, ainsi que la mise en œuvre sont réalisées conformément au « CPT enduit sur PSE » hormis pour le calage avec mousse de polyuréthane.

Par temps froid et humide, le séchage de la colle, du calage et de l'enduit de base peut nécessiter plusieurs jours. Ces produits doivent être mis en œuvre sans risque de gel dans les 24 heures suivant leur application.

3.2 Conditions spécifiques de mise en œuvre

3.2.1 Mise en place des panneaux isolants

Dans le cas de l'utilisation de panneaux en polystyrène gris, l'ouvrage destiné à être recouvert et les panneaux posés ou en cours de pose doivent être mis à l'abri du soleil en installant une bâche ou un filet de protection ne laissant pas passer plus de 30 % de l'énergie solaire.

3.2.1.1 Fixation par collage

Le collage est effectué à l'aide du produit d'un des produits définis au § 1.12.

Dans le cas des panneaux en polystyrène gris, seuls les modes de collage suivants sont admis :

- collage en plein, ou,
 - collage par plots et par boudins avec chevillage immédiat (avant prise de la colle) à raison de 2 chevilles par panneau.
- Préparation : mélanger la poudre avec environ :
 - PRB FONDISOL F : 19 % en poids d'eau (soit 4,75 L d'eau par sac de 25 kg).
 - PRB THERMICOL : 26 % en poids d'eau (soit environ 6,5 L d'eau par sac de 25 kg).
 - Temps de repos avant application : environ 2 min.
 - Durée pratique d'utilisation : 120 min
 - Mode d'application :
Manuelle, par plots ou par boudin périphérique et plots.
En cas de support plan, possibilité de collage en plein.
 - Consommation :
 - 2,6 kg/m² de produit en poudre (collage par plots)
 - 4 à 6 kg/m² de produit en poudre (collage en plein)
 - Temps de séchage avant nouvelle intervention (application de l'enduit de base) : au moins 24 heures.

3.2.1.2 Fixation mécanique par chevilles

Calage avec PRB FONDISOL F et PRB THERMICOL

Il est réalisé à l'aide du produit PRB FONDISOL F ou PRB THERMICOL préparé tel que défini au paragraphe 3.2.1.1.

- Mode d'application : par plots.

- Consommation minimale de produit en poudre (kg/m²) : 2,3 kg/m².
- Temps de séchage avant intervention ultérieure : le lendemain avec un minimum de 16 heures, suivant les conditions climatiques.

Calage avec PU010

- Précautions d'emploi :
 - la température du support doit être comprise entre + 0 °C et + 35°C.
 - la température du produit PU 010 doit être comprise entre +10 °C et +30 °C. Les conditions optimales d'emploi sont obtenues entre +10 °C et +25 °C, avec un fort taux d'humidité dans l'air.
 - si nécessaire, humidifier légèrement le support 10 minutes avant l'application. Néanmoins, la mousse adhésive PU 010 ne doit pas être appliquée sur un support gorgé ou ruisselant d'eau.
- Respecter les consignes de sécurité d'emploi du produit.
- Préparation : secouer l'aérosol pendant au moins 20 secondes, puis visser l'aérosol sur l'adaptateur du pistolet.
- Mode d'application : maintenir l'extrémité du canon à environ 1 cm de l'isolant en polystyrène expansé et à l'aide de la gâchette :
 - appliquer la mousse par cordons périphériques (à 5 cm des bords du panneau) et par cordons en bande ou en W. Le pistolet est tenu de façon légèrement inclinée et ne doit pas être en contact avec le panneau isolant ; le diamètre des cordons est d'environ 3 cm à l'application.
 - presser le panneau contre le support dans les 3 à 5 minutes qui suivent l'application de la mousse avant qu'il ne se forme une peau de surface.
 - utiliser une longue règle métallique pour régler la planéité des panneaux.
 - le taux d'humidité influençant la vitesse de réaction, la position des panneaux doit être contrôlée et/ou corrigée plus fréquemment, si le taux d'humidité est faible.
- Consommation : ± 5 m² par aérosol.
- L'ajustement de la position des panneaux n'est plus possible après 10-15 minutes (temps variable suivant température et humidité ambiante).
- Temps de séchage avant nouvelle intervention : 2 à 3 heures.

Fixation

- Nombre de chevilles :
Les résistances au vent en fonction du nombre de chevilles sont données dans les tableaux 1 et 2. Le nombre minimal de chevilles est déterminé d'après la sollicitation de dépression due au vent en fonction de l'exposition et de la résistance caractéristique de la cheville dans le support considéré. Dans tous les cas, il doit être d'au moins :
 - 3 chevilles par panneau (soit 6 chevilles par m²) en partie courante dans le cas d'une pose en joint, pour des panneaux isolants de dimensions 1000 × 500 mm,
 - ou
 - 5 chevilles par panneau (soit 6,9 chevilles par m²) en partie courante, pour des panneaux isolants de dimensions 1200 × 600 mm.

En fonction des conditions d'exposition au vent du site, il peut être nécessaire d'augmenter le nombre de chevilles aux points singuliers et dans les zones périphériques, sans toutefois excéder le nombre maximal de chevilles indiqué dans les tableaux 2 et 3.

Dans le cas d'un montage « à cœur » avec la cheville Ejotherm STR U, STR U 2G ou Fischer TERMOZ 8 SV : il convient de se référer aux préconisations du fabricant.

- Plans de chevillage en partie courante : cf. Figures 1a et 1b.
- Les chevilles ne doivent pas être posées à moins de 150 mm des bords des panneaux isolants ; dans le cas d'un chevillage en plein.

3.2.2 Dispositions particulières

En cas de joints ouverts (largeur inférieure ou égale à 10 mm), ceux-ci doivent être rebouchés à l'aide de lamelles de polystyrène ou de mousse de polyuréthane. Dans ce dernier cas, un temps d'expansion et de durcissement d'au moins 1 heure doit être respecté.

3.2.3 Mise en œuvre de l'enduit de base en partie courante

Les panneaux en polystyrène expansé sont poncés à l'aide d'une taloche abrasive.

Préparation de l'enduit de base FONDISOL PE

Réhomogénéisation de la pâte prête à l'emploi.

Conditions d'application de l'enduit de base FONDISOL PE

- Application manuelle en deux passes avec délai de séchage entre passes :
 - Application d'une première passe à raison de 2,5 à 3,0 kg/m² de produit prêt à l'emploi à la taloche inox.
 - Marouflage de l'armature à la lisseuse inox.
 - Séchage minimum de 24 heures en fonction des conditions climatiques.
 - Application d'une seconde passe à raison de 1,5 à 2,0 kg/m² de produit prêt à l'emploi à la taloche inox.

ou

- Application manuelle en deux passes sans délai de séchage entre passes :
 - Application d'une première passe à raison de 2,5 à 3,0 kg/m² de produit prêt à l'emploi à la taloche inox.
 - Marouflage de l'armature à la lisseuse inox.
 - Application d'une seconde passe à raison de 1,5 à 2,0 kg/m² de produit prêt à l'emploi à la taloche inox.

Épaisseur minimale de la couche de base à l'état sec

2,5 mm.

Délai d'attente avant nouvelle intervention

Au moins 24 heures.

3.24 Application du produit d'impression

CRÉPIFOND G : liquide pigmenté prêt à l'emploi à appliquer optionnellement avant tous les revêtements de finition.

- Préparation : réhomogénéiser à l'aide d'un malaxeur électrique.
- Mode d'application : à la brosse ou au rouleau à poils longs.
- Consommation minimale : 0,25 kg/m².
- Temps de séchage : 4 à 6 heures selon les conditions climatiques.

3.25 Application des revêtements de finition

CRÉPIMUR M FR :

- Mode d'application : à la taloche inox puis frotassage à la lisseuse inox de façon à parfaitement serrer les grains pour obtenir l'aspect taloché.
- Consommation minimale (kg/m²) : 2,2

CRÉPIRIB F FR et CRÉPIRIB G FR :

- Mode d'application : à la taloche inox puis frotassage à la lisseuse plastique pour obtenir l'aspect ribbé.
- Consommations minimales (kg/m²) :
 - CRÉPIRIB F FR : 2,0
 - CRÉPIRIB G FR : 2,8

CRÉPOXANE M FR :

- Mode d'application : à la taloche inox puis frotassage à la lisseuse inox de façon à parfaitement serrer les grains pour obtenir l'aspect taloché.
- Consommation minimale (kg/m²) : 2,2

CRÉPILIS FR (CRÉPILIS SC FR + CRÉPILIS F FR)

- Application du CRÉPILIS SC FR à la taloche inox à raison d'au moins 1,1 kg/m².
- Séchage d'au moins 24 heures.
- Application du CRÉPILIS F FR à la lisseuse inox à raison d'au moins 0,8 kg/m².
- Respecter un temps d'attente de 10 à 20 minutes environ.
- Finition lissée : appliquer la finition à la taloche inox, en la serrant pour boucher la rugosité de la sous-couche afin d'obtenir un aspect lisse, ou frotter à la taloche plastique.
- Finition lissée truelle : appliquer la finition à la taloche inox, en la serrant pour boucher la rugosité de la sous-couche. Puis passer la truelle pour obtenir un aspect lissé truelle.
- Finition brossée : appliquer la finition à la taloche inox, en la serrant pour boucher la rugosité de la sous-couche. Puis passer légèrement la brosse pour obtenir un aspect brossé.

3.3 Conditions particulières de mise en œuvre dans le cadre de l'IT 249

Lorsque l'Instruction Technique n° 249 relative aux façades est applicable, le système doit intégrer des bandes de protection horizontales et continues visant à limiter la propagation d'un incendie en façade.

Les composants employés doivent être conformes au § 2 du document « Systèmes d'isolation thermique extérieure par enduit sur polystyrène expansé : conditions de mise en œuvre de bandes filantes pour protection incendie » (*Cahier du CSTB 3714* de juillet 2012). En particulier :

- les produits utilisables pour la réalisation des bandes filantes sont les panneaux en laine de roche décrits au § 1.2,
- seules les chevilles à vis ou clou métallique listées dans le tableau 2b sont utilisables.
- Dans le cas de l'utilisation de panneaux ECOROCK, les chevilles avec un montage « à cœur » ne sont pas autorisées.

La mise en œuvre des bandes filantes doit être réalisée conformément au § 3 du *Cahier du CSTB 3714*. La hauteur des bandes filantes ne doit pas excéder 300 mm.

4. Mise en œuvre sur système d'isolation thermique extérieure existant

L'emploi du procédé n'est envisageable que sur un système d'isolation thermique extérieure par enduit sur polystyrène expansé.

La surisolation doit être réalisée conformément au § 6.3 du CPT enduit sur PSE ».

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 l'Instruction Technique n°249 relative aux façades, lorsque celle-ci s'applique.

La mise en œuvre sur un système existant nécessite une étude préalable des points singuliers (arrêts hauts, arrêts bas, baies, etc.).

4.1 Diagnostic préalable

4.1.1 Reconnaissance du système existant

La reconnaissance du système existant est obligatoire. Elle peut être réalisée par l'entreprise de ravalement pour des surfaces inférieures à 250 m². Pour des surfaces supérieures à 250 m², la reconnaissance doit être réalisée par un organisme professionnel, autre que l'entreprise ou les fournisseurs de composants, y compris PRB.

- Caractérisation du système existant : 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 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 x 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.

4.1.2 Tenue des chevilles dans le support

Une reconnaissance de la tenue des chevilles dans le support du système existant doit être réalisée conformément à l'Annexe 2 du « CPT enduit sur PSE ».

4.2 Travaux préparatoires

4.2.1 Préparation du système existant

- Ecrépage des reliefs trop importants (enduit organique roulé ou enduit hydraulique rustique grossier par exemple),
 - Élimination des parties écaillées, soufflées, décollées et de toutes zones peu adhérentes.
- Un lavage à basse ou moyenne pression (60 bars maximum et jet large pour éviter toute dégradation du système en place) est généralement suffisant.

- Surfaces ponctuellement dégradées : deux cas :
 - La dégradation ne concerne que l'enduit en place et non l'isolant :
Ragréage des zones considérées pour recréation du support au moyen d'un des produits de collage utilisé par la suite pour la mise en place des nouveaux panneaux isolants.
 - La dégradation concerne l'isolant en place :

Les dégradations superficielles des petites surfaces (inférieures ou égales à 10 x 10 cm) sont laissées en l'état. Pour les dégradations plus importantes, les étapes suivantes sont mises 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 profils 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 et en les collant au moyen d'un des produits de collage mentionnés au § 3.211.
- Rattraper l'épaisseur de l'enduit de base et de la finition sur la partie découpée au moyen du produit de collage utilisé par la suite pour la mise en place des nouveaux panneaux isolants.

4.22 Éléments mécaniques mobiles ou fixes de la façade

- Dépose si nécessaire et réfection des joints de dilatation conformément aux règles professionnelles en vigueur.
- Dépose des volets et accessoires de types bavettes d'appuis de fenêtre, platines de fixation, candélabres, descentes d'eaux et colliers de fixation, gonds de menuiseries, etc.
- 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.

- Protections en tête type couvertine

Lorsque l'espace entre le profilé en place et la partie haute le permet et lorsque les points de fixation sont accessibles, les couvertines existantes sont déposées et un profilé adapté à l'épaisseur totale des deux systèmes est fixé horizontalement ou un profilé adapté à l'épaisseur totale des deux systèmes est fixé horizontalement, sans dépose de l'ancienne couvertine. Un profilé avec une aile inversée est alors utilisé (cf. figure 2a).

En cas d'impossibilité par manque de place :

- pose du profilé sans aile inversée après disquage du système 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.
- 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 de pluie.

En fin de travaux, les conduites doivent être reposées en utilisant des fixations de longueur adaptée 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.

4.3 Mise en place des profilés de départ

Lorsque l'espace bas 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. figures 2b et 2c). La distance entre le sol et le nouveau profilé de départ doit être au moins de 15 cm.

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 2d),
- mise en œuvre d'un isolant par calage par plots en attente de réception du nouveau système.

Cette opération nécessite dans tous les cas de :

- vérifier la bonne rectitude des profilés ; rectification si nécessaire avec des rondelles ou cales PVC,
- respecter un espace de 2 à 3 mm entre profilés pour permettre leur dilatation. Les relier par un profilé de jonction PVC.
- espacer les fixations de 30 cm environ avec une fixation à 5 cm maximum des extrémités.

4.4 Mise en place des panneaux isolants

4.41 Calage

Le calage est réalisé à l'aide d'un des produits définis au § 1.11. La préparation et l'application de ces produits sont données au § 3.212.

4.42 Fixation mécanique par chevilles

Elle est réalisée comme indiquée au § 3.212, en respectant les limitations d'épaisseur d'isolant indiquées dans les Agréments Techniques Européens de chaque cheville.

L'épaisseur minimale d'isolant autorisée pour la pose « à cœur » doit être prise en compte à partir de la nouvelle épaisseur d'isolant rapportée.

4.43 Dispositions particulières

Elles sont les mêmes que celles décrites au § 3.22.

4.44 Barrières de protection incendie

Ces barrières sont disposées comme indiqué au § 3.3.

La mise en œuvre des bandes filantes doit être réalisée conformément au § 4 du *Cahier du CSTB 3714*.

Il est possible de réaliser un système d'isolation par l'extérieur sur une paroi déjà isolée lorsque le système d'isolation en place comporte un isolant en polystyrène expansé ou extrudé classé au moins M1 ou E. Dans ce cas, les dispositions de protection décrite au § 3.3 sont applicables à l'ensemble du nouvel ouvrage réalisé jusqu'à la maçonnerie. Ceci implique que l'isolant déjà en place soit décaissé jusqu'au support de manière à ce que les bandes de protection en laine de roche soit directement en contact avec la maçonnerie et non fixées sur le système d'isolation déjà en place.

4.5 Mise en œuvre du système d'enduit en partie courante

La préparation et l'application de l'enduit de base, du produit d'impression, et du revêtement de finition sont les mêmes que celles décrites aux § 3.23 à 3.25.

5. Conditions particulières de mise en œuvre dans les Départements et Régions d'Outre-Mer (DROM)

Seule la pose collée (supports neufs ou anciens remis à nu) est visée.

Seuls les revêtements de finition CRÉPIMUR M FR, CRÉPOXANE M FR et CRÉPILIS FR sont visés.

5.1 Composants principaux

5.11 Polystyrène expansé

Seule l'utilisation de polystyrène blanc est visée dans les DROM.

L'épaisseur visée des panneaux est de 20 mm à 300 mm.

Les panneaux en polystyrène expansé ignifugé (classé au moins E) utilisés font l'objet d'un certificat ACERMI en cours de validité et présentent les performances suivantes :

$$I \geq 2 \quad S \geq 4 \quad O = 3 \quad L \geq 3(120) \quad E \geq 2$$

5.12 Autres composants

5.121 Armatures

Elles sont définies au § 1.16.

5.122 Chevilles

Les chevilles pour les points singuliers et en rives (en pose collée) sont les mêmes que celles indiquées dans le tableau 2.

5.123 Couche de base, produits de collage et produit d'impression

Ce sont les mêmes que ceux indiqués aux § 1.12, 1.15 et 1.17.

5.124 Revêtements de finition

Seuls les revêtements de finition CRÉPIMUR M FR, CRÉPOXANE M FR et CRÉPILIS FR sont visés (cf. § 1.18).

5.2 Conditions spécifiques de mise en œuvre

5.21 Mise en place des panneaux isolants

Seule la pose collée est visée. Le collage est réalisé à l'aide d'un des produits préparé et appliqué tel que défini au § 3.211.

Un chevillage complémentaire est réalisé en points singuliers et en rives.

5.22 Mise en œuvre de l'enduit de base en partie courante et application du produit d'impression et des revêtements de finition

La préparation et l'application des enduits sont les mêmes que celles décrites aux § 3.23 et 3.25.

6. Assistance technique

La société PRB S.A. assure la formation du personnel et/ou l'assistance au démarrage sur chantier, auprès des utilisateurs qui en font la demande, afin de préciser les dispositions spécifiques de mise en œuvre du système.

Nota : cette assistance ne peut être assimilée, ni à la conception de l'ouvrage, ni à la réception des supports, ni à un contrôle des règles de mise en œuvre.

7. Entretien, rénovation et réparation

L'entretien, la rénovation et la réparation des dégradations peuvent être effectuées conformément au § 6.1 et 6.2 du « CPT enduit sur PSE ».

B. Résultats expérimentaux

Cf. ETA-14/0469.

C. Références

C1. Données Environnementales¹

Le système THERMOPATE ne fait pas l'objet d'une déclaration environnementale (DE).

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

C2. Autres références

- Date des premières applications : 2013.
- Importance des réalisations européennes actuelles : environ 100 000 m².

¹ Non examiné par le Groupe Spécialisé dans le cadre de cet Avis.

Tableaux et Figures du Dossier Technique

Tableau 1 : Système fixé par chevilles : résistances de calcul à l'action du vent en dépression, indiquées en Pa (e : épaisseur d'isolant en mm)

Tableau 1a : panneaux de dimensions 1000 × 500 mm

	nombre de chevilles par panneau [par m ²]			
	3 [6]	4 [8]	5 [10]	6 [12]
$60 \text{ mm} \leq e < 80 \text{ mm}$	1185	1625	1995	2370
$80 \text{ mm} \leq e < 100 \text{ mm}$	1525	2090	2570	3055
$e \geq 100 \text{ mm}$	1635	2205	2735	3270

Tableau 1b : panneaux de dimensions 1200 × 600 mm

	nombre de chevilles par panneau [par m ²]			
	5 [6,9]	6 [8,3]	7 [9,7]	8 [11,1]
$60 \text{ mm} \leq e < 80 \text{ mm}$	1385	1645	1905	2210
$80 \text{ mm} \leq e < 100 \text{ mm}$	1785	2120	2455	2845
$e \geq 100 \text{ mm}$	1900	2270	2635	3035

Tableau 2 : Chevilles de fixation du système

Référence	Type de cheville	Pièce d'expansion	Type de pose	Catégories d'utilisation	Caractéristiques
ejotherm NTK U	à frapper	plastique	à fleur	A, B, C	cf. ETA-07/0026
ejotherm STR U, STR U 2G	à visser	métal	à cœur et à fleur	A, B, C, D, E	cf. ETA-04/0023
ejotherm NT U	à frapper	métal	à fleur	A, B, C	cf. ETA-05/0009
Ejot SDF-S plus 8 UB + Rosace TE	à visser	métal	à fleur	A, B, C	cf. ETA-04/0064
Fischer TERMOZ 8 SV	à visser	acier	à cœur	A, B, C, D	cf. ETA-06/0180
Fischer TERMOZ 8 U	à visser	métal	à fleur	A, B, C, E	cf. ETA-02/0019
Fischer TERMOZ 8 UZ	à visser	plastique	à fleur	A, B, C, D	cf. ETA-02/0019
Hilti SD FV 8	à frapper	plastique	à fleur	A, B, C	cf. ETA-03/0028
Hilti D-FV, D-FV T	à visser	métal	à fleur	A, B, C, D, E	cf. ETA-05/0039
Hilti SX FV	à frapper	plastique	à fleur	A, B, C	cf. ETA-03/0005
Koelner TFIX-8S	à visser	métal	à fleur	A, B, C, D, E	cf. ETA-11/0144
Koelner TFIX-8ST	à visser	métal	à cœur	A, B, C, D, E	cf. ETA-11/0144
Koelner TFIX-8M	à frapper	métal	à fleur	A, B, C	cf. ETA-07/0336
Koelner KI-10	à frapper	plastique	à fleur	A, B, C, D	cf. ETA-07/0291
Koelner KI-10N	à frapper	métal	à fleur	B, C, D, E	cf. ETA-07/0221
Koelner KI-10NS	à visser	métal	à fleur	A, B, C, D, E	cf. ETA-07/0221
Koelner KI-10M	à frapper	métal	à fleur	A, B, C, D	cf. ETA-07/0291
Spit ISO 60	à frapper	plastique	à fleur	A, B, C	cf. ETA-04/0076

A : béton de granulats courants
B : maçonnerie d'éléments pleins
C : maçonnerie d'éléments creux

D : béton de granulats légers
E : béton cellulaire autoclavé

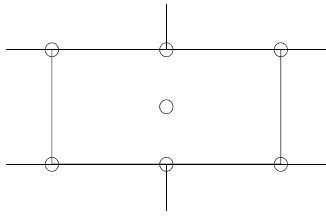
Tableau 3 : Résistance aux chocs de conservation des performances : catégories d'utilisation du système

		Simple armature normale	Double armature normale	Armature renforcée + armature normale
Système d'enduit : couche de base + revêtements de finition indiqués ci-contre :	CRÉPILIS FR	Catégorie III	Catégorie I	
	CRÉPIMUR M FR	Catégorie II		
	CRÉPIRIB F FR			
	CRÉPIRIB G FR			
	CRÉPOXANE M FR			

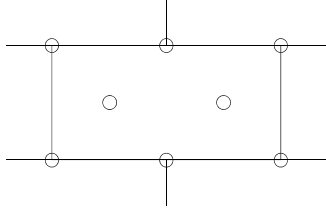
Catégorie III : zone qui n'est pas susceptible d'être endommagée par des chocs normaux causés par des personnes ou par des objets (jets d'objets ou coups).

Catégorie II : 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.

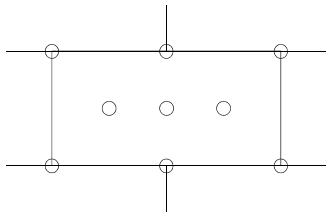
Catégorie I : zone facilement accessible au public au niveau du sol et vulnérable aux chocs de corps durs mais non soumise à une utilisation anormalement sévère.



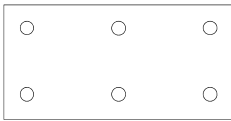
3 chevilles / panneau – 6 chevilles / m²



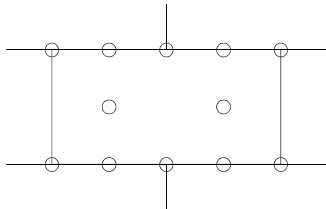
4 chevilles / panneau – 8 chevilles / m²



5 chevilles / panneau – 10 chevilles / m²



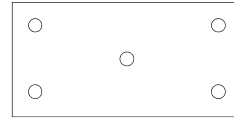
6 chevilles / panneau – 12 chevilles / m²



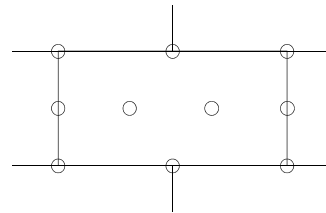
6 chevilles / panneau – 12 chevilles / m²



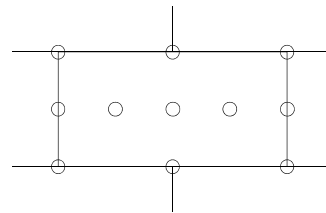
4 chevilles / panneau – 8 chevilles / m²



5 chevilles / panneau – 10 chevilles / m²

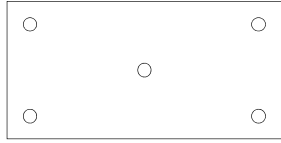


5 chevilles / panneau – 10 chevilles / m²

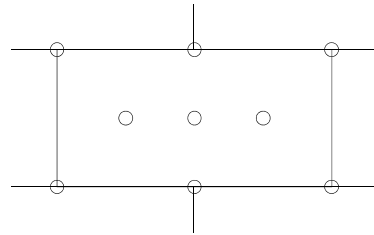


6 chevilles / panneau – 12 chevilles / m²

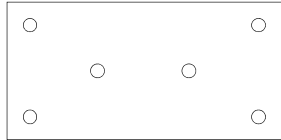
Figure 1a : Plans de chevillage – panneaux de dimensions 1000 x 500 mm



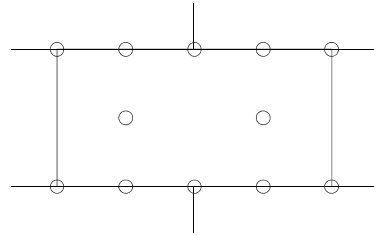
5 chevilles / panneau – 6,9 chevilles / m²



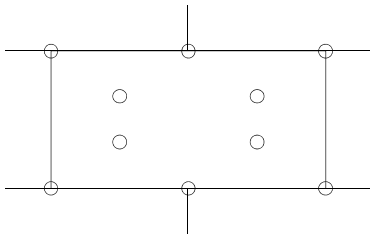
5 chevilles / panneau – 6,9 chevilles / m²



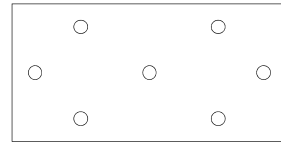
6 chevilles / panneau – 8,3 chevilles / m²



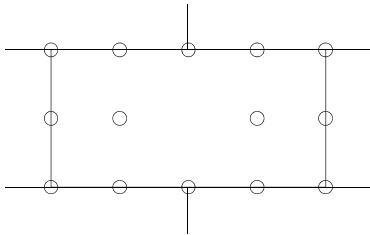
6 chevilles / panneau – 8,3 chevilles / m²



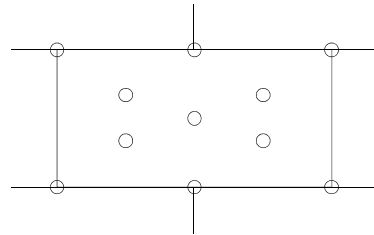
6 chevilles / panneau – 8,3 chevilles / m²



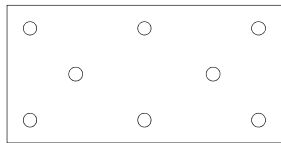
7 chevilles / panneau – 9,7 chevilles / m²



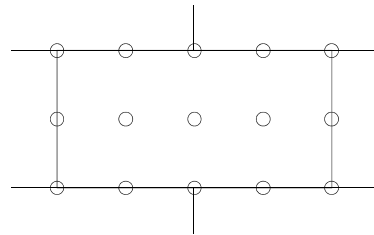
7 chevilles / panneau – 9,7 chevilles / m²



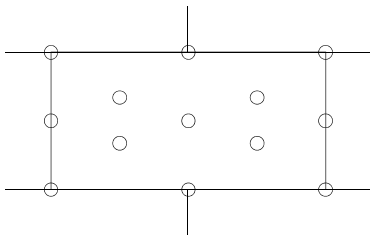
7 chevilles / panneau – 9,7 chevilles / m²



8 chevilles / panneau – 11,1 chevilles / m²



8 chevilles / panneau – 11,1 chevilles / m²



8 chevilles / panneau – 11,1 chevilles / m²

Figure 1b : Plans de chevillage – panneaux de dimensions 1200 x 600 mm

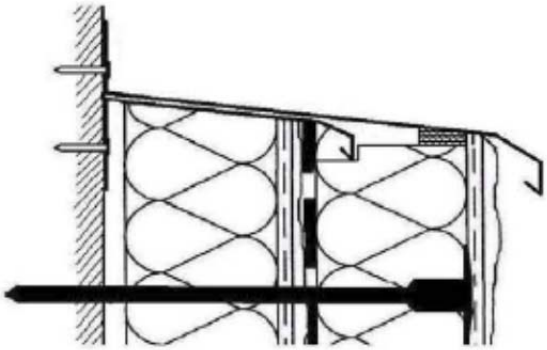


Figure 2a : nouvelle couvertine inversée sans dépose de l'existant

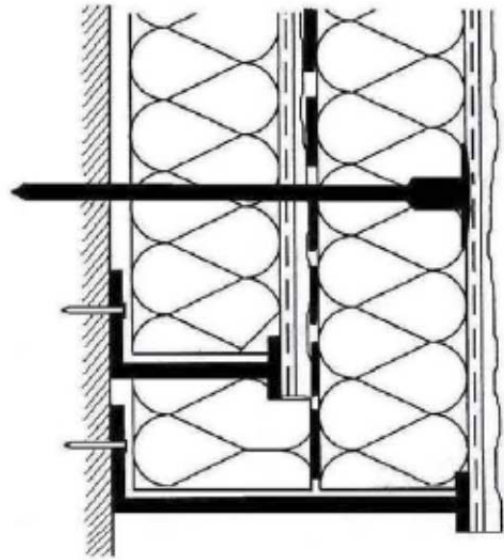


Figure 2b : nouveau profilé de départ sans dépose de l'existant

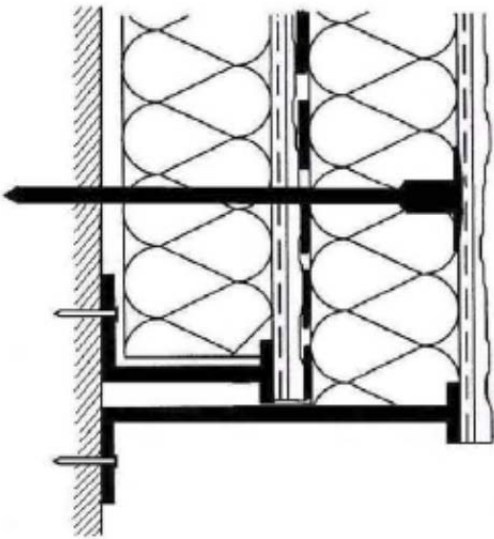


Figure 2c : nouveau profilé de départ inversé sans dépose de l'existant

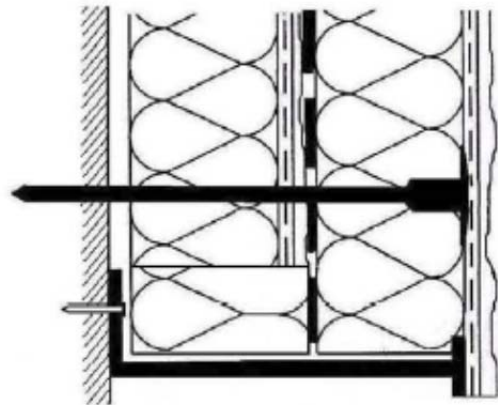


Figure 2d : nouveau profilé de départ après élimination de l'existant

Figure 2 : Traitement des points singuliers en surisolation