

Document Technique d'Application

Référence Avis Technique **7/13-1567**

Enduit sur polystyrène expansé

*Système d'isolation
thermique extérieure de
façade*

*External Thermal Insulation
Composite System*

*Wärmedämm-
Verbundsystem von
Fassaden*

Alprotect Quattro

objet de l'**Agrément
Technique Européen**

ETA-07/0102

Titulaire : Société Alsecco GmbH
Kupferstrasse 50
DE – 36208 Wildeck

Tél. : +49 (0)369 22 88 0
Fax : +49 (0)369 22 88 330
E-mail : kontakt@alsecco.com
Internet : www.alsecco.de

Distributeur : DAW France
Pôle Jules Verne
ZAC de la Croix de Fer
FR-80440 Boves

Tél. : +33 (0)3 22 38 39 40
Fax : +33 (0)3 22 38 39 49
E-mail : info@alsecco.fr
Internet : www.alsecco.fr

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

Groupe Spécialisé n° 7

Produits et systèmes d'étanchéité
et d'isolation complémentaire de parois verticales

Vu pour enregistrement le 18 mars 2014

Le Groupe Spécialisé n° 7 « Produits et systèmes d'étanchéité et d'isolation complémentaire de parois verticales » de la Commission chargée de formuler des Avis Techniques a examiné, le 10 décembre 2013, la demande relative au système d'isolation thermique extérieure Alprotect Quattro présentée par la société Alsecco GmbH, titulaire de l'Agrément Technique Européen ETA-07/0102 valide du 13/03/2013 au 15/06/2017 (désigné dans le présent document par ETA-07/0102). 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.

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 profilés ou par chevilles) sur le mur support.

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

1.2 Mise sur le marché

En application du règlement (UE) n° 305/2011, le système Alprotect Quattro fait l'objet d'une déclaration de performances établie par le fabricant sur la base de l'Agrément Technique Européen ETA-07/0102 utilisé en tant qu'Évaluation Technique Européenne.

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.

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.

2.2 Appréciation sur le système

2.2.1 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 profilés en PVC :

Les résistances au vent sont indiquées dans le tableau 1 du Dossier Technique ; le coefficient partiel de sécurité sur la résistance isolant/profilé est pris égal à 2,4. Ces valeurs s'appliquent à condition que la résistance caractéristique de la cheville dans le support considéré soit au moins égale à 1 200 N (cheville de classe 1 ou 2). Sinon, la résistance de calcul est prise égale à la résistance apportée par les chevilles dans le support.

Les valeurs du tableau 1 ne s'appliquent pas pour des épaisseurs d'isolant inférieures à 60 mm.

- Système fixé par chevilles :
 - Les résistances au vent sont indiquées dans les tableaux 2a et 2b 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 2a et 2b ne s'appliquent pas pour des épaisseurs d'isolant inférieures à 60 mm.

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

Les valeurs des tableaux 3a et 3b s'appliquent uniquement pour la cheville Hilti D 8-FV montée « à cœur » et posée en plein, et s'appliquent à condition que la résistance caractéristique de la cheville dans le support considéré soit supérieure ou égale à 400 N (cheville de classe 1 à 7). Sinon, la résistance de calcul est prise égale à la résistance apportée par les chevilles dans le support. Les valeurs des tableaux 3a et 3b ne s'appliquent pas pour des épaisseurs d'isolant inférieures à 100 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 : B-s2, d0 (essais réalisés sur du PSE de densité $20 \pm 0,2$ kg/m³).
- 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 avec les revêtements de finitions Reibeputz (4 mm), Siliconharzputz T (3 mm) et Siliconharzputz T (4 mm) 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.
- Les autres configurations relèvent du paragraphe 5.1.3 de l'Instruction Technique n°249 relative aux façades, étant donné qu'elles présentent un taux de matière organique supérieur à 10 %. A la date d'enregistrement de cet Avis, ces configurations ne bénéficient pas d'un avis favorable du CECMI sur leur comportement au feu.

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.

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 § 2.2.9 de l'ETA-07/0102 où R_0 (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 et sanitaires

Il n'existe pas de Fiche de Déclaration Environnementale et Sanitaire (FDES) pour ce système.

Les FDES n'entrent pas dans le champ d'examen d'aptitude à l'emploi du système.

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 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).

Autres informations techniques

- Le comportement du système aux charges statiques en service (appui d'échelle par exemple) est satisfaisant.
- Pour le système fixé mécaniquement par profilés en PVC et utilisant des raidisseurs, des risques de bombement existent.
- La résistance aux chocs du système conduit à la catégorie II pour toutes les configurations.

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.

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'enrassement 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.

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-07/0102.

2.24 Mise en œuvre

Ce système nécessite une reconnaissance et une préparation impératives du support, conformément au « 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 **Armatop Quattro** 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.

2.3 Cahier des Prescriptions Techniques

2.3.1 Conception

Pour le système fixé mécaniquement par chevilles ou par profilés, 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-07/0102 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.

La pose des chevilles doit être effectuée conformément aux plans de chevillage du Dossier Technique. Pour la cheville Hilti D 8-FV, montée « à cœur », la pose en joint n'est pas visée dans le présent Avis.

La mousse de polyuréthane n'est destinée qu'au calfeutrement des joints entre panneaux. Elle ne doit pas être utilisée pour pallier des manques d'isolant importants (angles cassés par exemple).

L'emploi des colles sans ciment Dämmkleber FW et Armatop Quattro est déconseillé par temps froid et humide (particulièrement sur paroi non chauffée) du fait du temps de séchage trop long.

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 2,0 mm.

Lors de vérifications ultérieures, une valeur de 10 % 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 recouvrement 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.

L'emploi de la cheville Hilti D 8-FV n'est pas admis dans le cas de la fixation des bandes filantes en laine de roche et dans le cas de la surisolation.

2.33 Assistance technique

La société Alsecco GmbH 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-07/0102, valide du 13 mars 2013 au 15 juin 2017 ne sont pas modifiées et au plus tard le 15 juin 2017.

Pour le Groupe Spécialisé n° 7
La Vice-Présidente
Laurence DUCAMP

3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

Tous les composants décrits dans l'ETA-07/0102 ne sont pas visés dans le présent Avis, notamment certains produits de collage et collage, les produits d'impression, certaines finitions par enduit et les briquettes synthétiques.

Lorsque la réglementation incendie le stipule, les configurations du système qui répondent à la définition du paragraphe 5.1.3 de l'Instruction Technique n°249 relative aux façades, doivent faire l'objet d'un Avis favorable du CECMI sur leur comportement au feu, conformément aux dispositions décrites au paragraphe 5.3 de cette Instruction Technique.

Le système propose parmi les produits de collage, des pâtes sans ciment (**Dämmkleber FW** et **Armatop Quattro**), dont l'utilisation est déconseillée par temps froid et humide du fait d'un temps de séchage trop long.

Les finitions à faible consommation **Traufelputz** (grains 1,5 mm), **Traufelputz-ice** (grains 1,5 mm), **Reibeputz** (grains 1,5 mm) et **Siliconharzputz** (grains 1,5 mm) 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).

Par ailleurs, du fait de la catégorie d'utilisation maximale II, évaluée en résistance aux chocs pour l'ensemble des finitions par enduit, l'application en rez-de-chaussée très exposé n'est pas visée pour ces configurations.

Les réalisations effectuées, dont les plus anciennes remontent à 1999, 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 ou par profilés sur le mur support.

La finition est assurée par un revêtement à base de liant acrylique, vinylique 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'Agrément Technique Européen ETA-07/0102 utilisé en tant qu'Évaluation Technique Européenne.

1. Composants

1.1 Composants principaux

Les composants visés dans l'Agrément Technique Européen ETA-07/0102 sont utilisables moyennant le respect des dispositions suivantes.

1.1.1 Produits de collage et de calage

Armatop AKS : poudre à base de ciment à mélanger avec de l'eau.

- Caractéristiques : cf. ETA-07/0102.
- Conditionnement : sacs en papier de 25 kg.

Dämmkleber MK : poudre à base de ciment à mélanger avec de l'eau.

- Caractéristiques : cf. ETA-07/0102.
- Conditionnement : sacs en papier de 25 kg.

Dämmkleber FW : pâte prête à l'emploi à base de copolymères acrylates.

- Caractéristiques : cf. ETA-07/0102.
- Conditionnement : seaux en plastique de 25 kg.

Armatop Quattro : pâte prête à l'emploi à base de styrène acrylate.

- Caractéristiques : cf. ETA-07/0102.
- Conditionnement : seaux en plastique de 25 kg.

1.1.2 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.

- Système fixé par profilés : panneaux en polystyrène expansé ignifugé (classé au moins E) blanc, de dimensions 500 × 500 mm et d'épaisseur maximale 200 mm, faisant l'objet d'un certificat ACERMI en cours de validité et présentant les performances suivantes :

$$I \geq 2 \quad S = 5 \quad O = 3 \quad L = 4 \quad E \geq 2$$

Les polystyrènes gris ne sont pas visés dans le cas d'une fixation mécanique par profilés.

1.1.3 Profilés de fixation pour isolant

Ils doivent être conformes au document « Définition des caractéristiques des profilés PVC destinés à la fixation des systèmes d'isolation thermique extérieure » (Cahier du CSTB 2866 de janvier/février 1996 et son Modificatif n°1 – Cahier du CSTB 3006 de décembre 1997).

- Caractéristiques : cf. ETA-07/0102.

1.1.4 Chevilles de fixation

- Chevilles pour profilés en PVC : les chevilles utilisables sont listées dans le tableau 4a. Le choix de la cheville dépend de la nature du support.

- Chevilles pour isolant : les chevilles utilisables sont listées dans le tableau 4b. Le choix de la cheville dépend de la nature du support et de l'épaisseur d'isolation.

1.1.5 Produit de base

Armatop Quattro : produit identique au produit de collage (cf. § 1.11).

1.1.6 Armatures

Armature normale Glasfasergewebe 32 (R 131 A 101 de la société Saint-Gobain Adfors) faisant l'objet d'un Certificat CSTBat en cours de validité et présentant les performances suivantes :

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

1.1.7 Produits d'impression

Haftgrund P : liquide prêt à l'emploi, à base de liant acrylique modifié, à appliquer optionnellement avant les revêtements de finition Reibeputz, Traufelputz, Traufelputz F et Traufelputz-ice.

- Caractéristiques : cf. ETA-07/0102.
- Conditionnement : seaux en plastique de 15 L.

Haftgrund Sc : liquide prêt à l'emploi, à base de liant acrylique, à appliquer optionnellement avant les revêtements de finition Siliconharzputz R et finition Siliconharzputz T.

- Caractéristiques : cf. ETA-07/0102.
- Conditionnement : seaux en plastique de 15 L.

1.1.8 Revêtements de finition

Traufelputz et **Reibeputz** : pâtes prêtes à l'emploi à base de liant éthylènevinylique, pour une finition talochée (Traufelputz) ou une finition ribbée (Reibeputz).

- Granulométries (mm) :

- 1,5
- 2,0
- 3,0
- 4,0

- Caractéristiques : cf. ETA-07/0102.
- Conditionnement : seaux en plastique de 25 kg.

Traufelputz-ice : pâte prête à l'emploi à base de liant éthylènevinylique, pour une finition talochée.

- Granulométries (mm) :

- 1,5
- 2,0
- 3,0

- Caractéristiques : cf. ETA-07/0102.
- Conditionnement : seaux en plastique de 25 kg.

Siliconharzputz T et **Siliconharzputz R** : pâtes prêtes à l'emploi à base de liant acrylosiloxane, pour une finition talochée (Siliconharzputz T) ou une finition ribbée (Siliconharzputz R).

- Granulométries (mm) :

- 1,5
- 2,0
- 3,0
- 4,0

- Caractéristiques : cf. ETA-07/0102.
- Conditionnement : seaux en plastique de 25 kg.

Traufelputz F : pâte prête à l'emploi à base de liant acrylique modifié, pour une finition d'aspect feutré.

- Granulométrie (mm) : < 1 mm
- Caractéristiques : cf. ETA-07/0102.
- Conditionnement : seaux en plastique de 25 kg.

1.2 Autres composants

Les composants décrits ci-dessous ne sont pas visés dans l'ETA-07/0102 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 recouvrement 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.

1.3 Accessoires

- Profilés métalliques de raccordement et profilés pour couvre-joint conformes au « CPT enduit sur PSE ».
- Bavette et couverture conformes au « CPT enduit sur PSE ».
- Mousse de polyuréthane expansive.
- Produits de calfeutrement conformes au « CPT enduit sur PSE » :
 - mastic plastique 25 E,
 - bandes de mousse imprégnée précomprimée.

2. Fabrication et contrôles

2.1 Fabrication

La fabrication des composants principaux et l'attestation de leur conformité sont définies dans l'ETA-07/0102.

Les produits de collage, le produit de base, les produits d'impression et les revêtements de finition sont fabriqués dans les usines d'Alsecco GmbH à Gerstungen et Richelsdorf.

2.2 Contrôles

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-07/0102.

Les contrôles effectués sur la fabrication des panneaux isolants 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 ».

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 § 1.11.

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 (cf. tableau 4b).

Collage avec Armatop AKS et Dämmkleber MK

- Préparation : mélanger la poudre avec environ :
 - Armatop AKS : 20 à 24 % en poids d'eau (soit 5 à 6 L d'eau par sac de 25 kg).
 - Dämmkleber MK : 20 % en poids d'eau (soit environ 5 L d'eau par sac de 25 kg).
- Temps de repos avant application : environ 2 min.
- Durée pratique d'utilisation :
 - Armatop AKS : 120 min
 - Dämmkleber MK : 120 min
- Mode d'application :
Manuelle, par plots ou par boudins périphériques et plots.
En cas de support plan, possibilité de collage en plein.
- Consommation :
 - Armatop AKS : au moins 3,5 kg/m² de produit en poudre.
 - Dämmkleber MK : au moins 4,0 kg/m² de produit en poudre.
- Temps de séchage avant nouvelle intervention (application de l'enduit de base) : au moins 24 heures.

Collage avec Armatop Quattro et Dämmkleber FW

- Préparation : réhomogénéiser la pâte à l'aide d'un malaxeur électrique pendant 2 min.
- Mode d'application :
Manuelle, par plots ou par boudins périphériques et plots.
En cas de support plan, possibilité de collage en plein.
- Consommation :
 - Armatop Quattro : au moins 2,8 kg/m² de produit prêt à l'emploi.
 - Dämmkleber FW : au moins 2,0 kg/m² de produit prêt à l'emploi.
- Temps de séchage avant nouvelle intervention (application de l'enduit de base) : au moins 48 heures.

3.2.1.2 Fixation mécanique par profilés

Les résistances au vent, correspondant aux différents modes de fixation, sont données dans le tableau 1. Elles correspondent à une fixation des profilés horizontaux à l'aide de chevilles placées tous les 30 cm.

3.2.1.3 Fixation mécanique par chevilles

Calage

Il est réalisé à l'aide du produit Armatop AKS, Dämmkleber MK, Dämmkleber FW ou Armatop Quattro préparé tel que défini au paragraphe 3.2.1.1.

- Mode d'application : par plots.
- Consommations minimales de produit en poudre (kg/m²) :
 - Armatop AKS : 3,5 kg/m² de produit en poudre.
 - Dämmkleber MK : 4,0 kg/m² de produit en poudre.
 - Armatop Quattro : 2,8 kg/m² de produit préparé.
 - Dämmkleber FW : 2,0 kg/m² de produit préparé.
- Temps de séchage avant intervention ultérieure : le lendemain avec un minimum de 16 heures, suivant les conditions climatiques.

Fixation

- Nombre de chevilles :

Les résistances au vent en fonction du nombre de chevilles sont données dans les tableaux 2 et 3. 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 de la cheville Hilti D 8-FV (cf. tableau 3), seule la pose en plein est autorisée.

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

- Plans de chevillage en partie courante : cf. Figures 1a et 1b.

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.

Dans le cas d'une fixation mécanique par profilés, le traitement des points singuliers peut nécessiter le recours à une fixation ponctuelle à l'aide de l'une des colles définies au § 1.11 et préparées comme décrit au § 3.2.1.1, ou à l'aide de chevilles.

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 Armatop Quattro

Réhomogénéisation de la pâte prête à l'emploi.

Conditions d'application de l'enduit de base Armatop Quattro

- Application manuelle en deux passes avec délai de séchage entre passes :
 - Application d'une première passe à raison d'environ 1,8 kg/m² de produit prêt à l'emploi à la taloche inox.
 - Marouflage de l'armature à la lisseuse inox.
 - Séchage minimum de 48 heures en fonction des conditions climatiques.
 - Application d'une seconde passe à raison d'environ 1,0 kg/m² de produit prêt à l'emploi à la taloche inox.

ou

- Application manuelle en une passe :
 - Application d'une passe à raison d'environ 2,8 kg/m² de produit prêt à l'emploi à la taloche crantée de 8 mm.
 - Marouflage de l'armature à la lisseuse inox. Le surplus d'enduit traversant les mailles de l'armature doit être utilisé pour recouvrir cette dernière.

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

2,0 mm.

Délai d'attente avant nouvelle intervention

Au moins 48 heures.

3.24 Application des produits d'impression

Haftgrund P : liquide prêt à l'emploi, à base de liant acrylique modifié, à appliquer optionnellement avant les revêtements de finition Reibeputz, Traufelputz, Traufelputz F et Traufelputz-ice.

- Préparation : réhomogénéiser à l'aide d'un malaxeur électrique.
- Mode d'application : rouleau ou brosse.
- Consommation minimale : 0,20 kg/m².
- Temps de séchage : environ 6 heures selon les conditions climatiques.

Haftgrund Sc : liquide prêt à l'emploi, à base de liant acrylique, à appliquer optionnellement avant les revêtements de finition Siliconharzputz R et Siliconharzputz T.

- Préparation : réhomogénéiser à l'aide d'un malaxeur électrique.
- Mode d'application : rouleau ou brosse.
- Consommation minimale : 0,20 kg/m².
- Temps de séchage : environ 6 heures selon les conditions climatiques.

3.25 Application des revêtements de finition

Traufelputz et Traufelputz-ice :

- 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.
- Consommations minimales (kg/m²) :
 - Traufelputz (1,5 mm) : 2,5
 - Traufelputz (2,0 mm) : 3,2
 - Traufelputz (3,0 mm) : 4,5
 - Traufelputz (4,0 mm) : 5,5
 - Traufelputz-ice (1,5 mm) : 2,5
 - Traufelputz-ice (2,0 mm) : 3,2
 - Traufelputz-ice (3,0 mm) : 4,5

Reibeputz :

- Mode d'application : à la taloche inox puis frotassage à la lisseuse plastique pour obtenir l'aspect ribbé.
- Consommations minimales (kg/m²) :
 - Reibeputz (1,5 mm) : 2,5
 - Reibeputz (2,0 mm) : 3,2
 - Reibeputz (3,0 mm) : 4,5
 - Reibeputz (4,0 mm) : 5,5

Traufelputz F :

- Mode d'application : à la taloche inox puis feutrage à l'aide d'une taloche éponge pour obtenir un aspect fin.
- Consommations minimales (kg/m²) : 3,0 kg/mm.

Siliconharzputz T :

- 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.
- Consommations minimales (kg/m²) :
 - Siliconharzputz T (1,5 mm) : 2,4
 - Siliconharzputz T (2,0 mm) : 3,1

- Siliconharzputz T (3,0 mm) : 4,7
- Siliconharzputz T (4,0 mm) : 5,5

Siliconharzputz R :

- Mode d'application : à la taloche inox puis frotassage à la lisseuse plastique pour obtenir l'aspect ribbé.
- Consommations minimales (kg/m²) :
 - Siliconharzputz R (1,5 mm) : 2,5
 - Siliconharzputz R (2,0 mm) : 3,2
 - Siliconharzputz R (3,0 mm) : 4,2
 - Siliconharzputz R (4,0 mm) : 4,7

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 appliquée, 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 4b sont utilisables.

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.

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 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 indépendant du chantier.

- Caractérisation du système existant : déterminer :
 - s'il s'agit d'un enduit mince ou épais sur isolant,
 - le mode de fixation de l'isolant au support,
 - l'épaisseur du système,
 - la nature du support,
 - la nature de l'isolant.
 - 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.

- 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

- Ecrêtage 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 utilisés 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 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 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 à l'identique 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 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.

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.

Les chevilles utilisables sont celles décrites au § 1.13 et listées dans le tableau 3, sauf la cheville Hilti D 8-FV.

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*.

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. Assistance technique

La société Alsecco GmbH 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.

6. Entretien, rénovation et réparation

L'entretien, la rénovation et la réfection des dégradations peuvent être effectuées conformément au § 6 du « CPT enduit sur PSE ».

La réfection des dégradations dues à des chocs est effectuée conformément au § 6 du « CPT enduit sur PSE ».

B. Résultats expérimentaux

Cf. ETA-07/0102.

C. Références

C1. Données Environnementales et Sanitaires¹

Le système ne fait pas l'objet d'une Fiche de Déclaration Environnementale et Sanitaire (FDES).

Les données issues des FDES ont 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 : 2003.
- Importance des réalisations européennes actuelles : environ 12 millions de 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 profilés : résistances de calcul à l'action du vent en dépression, indiquées en Pa (valables pour des épaisseurs d'isolant supérieures ou égales à 60 mm) – panneaux de dimensions 500 x 500 mm

Fixation des panneaux isolants par profilés horizontaux et :	Résistance de calcul (Pa)
Profilés de jonction verticaux (raidisseurs)	1110
Profilés de maintien verticaux d'au moins 20 cm avec 1 cheville au milieu	1775
Profilés de maintien verticaux de 40 à 43 cm avec 2 chevilles espacées de 30 cm	2440

Tableau 2 : Système fixé par chevilles : résistances de calcul à l'action du vent en dépression, indiquées en Pa (e : épaisseur d'isolant en mm)

Tableau 2a : panneaux de dimensions 1000 x 500 mm

	nombre de chevilles par panneau [par m ²]			
	3 [6]	4 [8]	5 [10]	6 [12]
60 mm ≤ e < 80 mm	1185	1625	1995	2370
80 mm ≤ e < 100 mm	1525	2090	2570	3055
e ≥ 100 mm	1635	2205	2735	3270

Tableau 2b : panneaux de dimensions 1200 x 600 mm

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

Tableau 3 : Système fixé par chevilles Hilti D 8-FV : résistances de calcul à l'action du vent en dépression, indiquées en Pa (e : épaisseur d'isolant en mm)

Tableau 3a : panneaux de dimensions 1000 × 500 mm

	nombre de chevilles par panneau [par m ²]		
	4 [8]	5 [10]	6 [12]
e ≥ 100 mm	1670	2085	2500

Tableau 3b : 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]
e ≥ 100 mm	1445	1735	2025	2315

Tableau 4 : Chevilles de fixation du système

Tableau 4a : chevilles de fixation pour profilés en PVC

Référence	Type de chevilles	Catégories d'utilisation	Caractéristiques
Ejotherm NK U	à frapper	A, B, C	cf. ETA-05/0009
Ejotherm SDK U	à visser	A, B, C, D, E	cf. ETA-04/0023

Tableau 4b : chevilles de fixation pour isolant

Référence	Type de chevilles	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 ejotherm STR Carbon (ejotherm STR U 2 G)	à visser	métal	à cœur et à fleur	A, B, C, D, E	cf. ETA-04/0023
Ejot H1 eco	à frapper	métal	à fleur	A, B, C	cf. ETA-11/0192
Capatect 041	à frapper	métal	à fleur	A, B, C	cf. ETA-07/0303
Fischer TERMOZ 8 N	à visser	métal	à fleur	A, B, C	cf. ETA-03/0019
Fischer TERMOZ 8 U	à visser	métal	à fleur	A, B, C, E	cf. ETA-02/0019
Hilti D 8-FV 125	hélicoïdale	métal	à cœur	A, B, C	cf. ETA-07/0288
Hilti D 8-FV 155 et 215	hélicoïdale	métal	à cœur	A, B, C, D, E	cf. ETA-07/0288

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

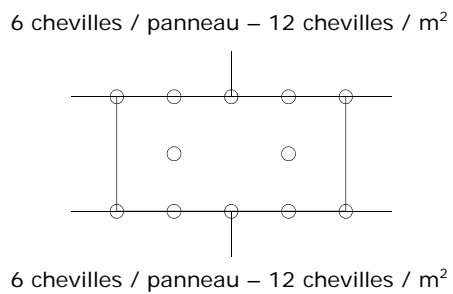
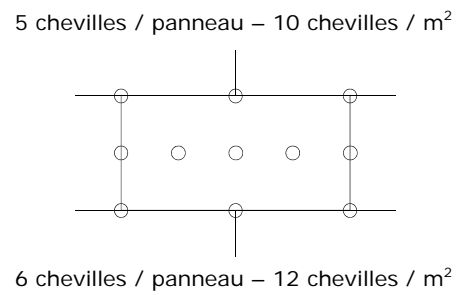
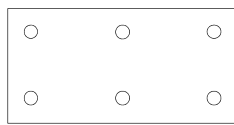
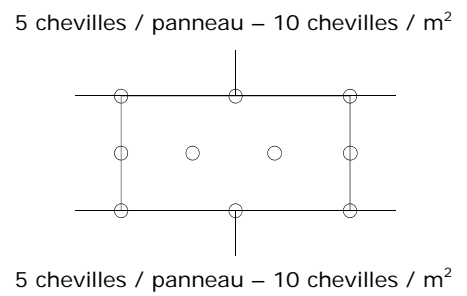
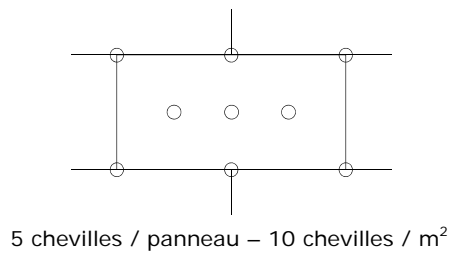
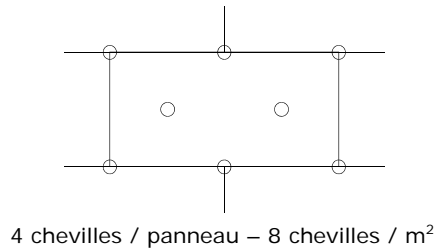
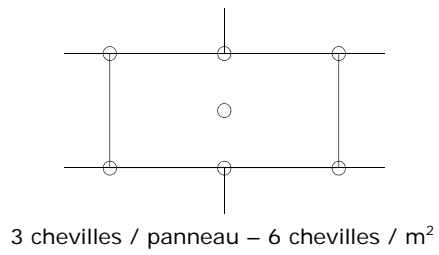
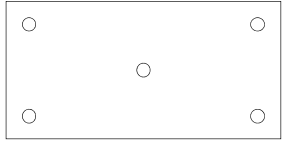
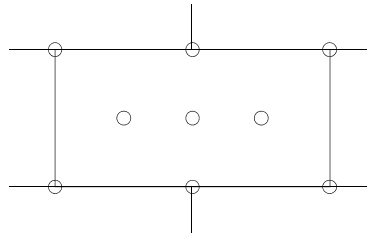


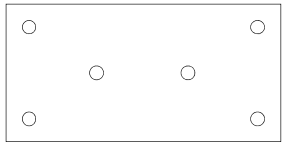
Figure 1a : Plans de chevillage – panneaux de dimensions 1000 x 500 mm



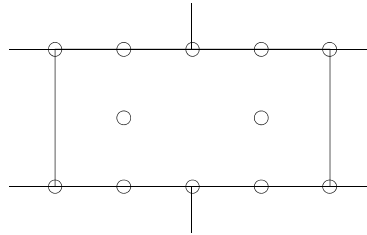
5 chevilles / panneau – 6,9 chevilles / m²



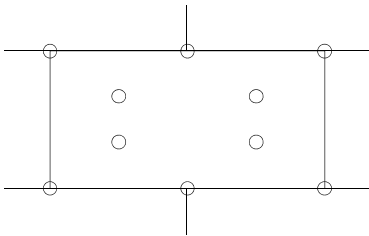
5 chevilles / panneau – 6,9 chevilles / m²



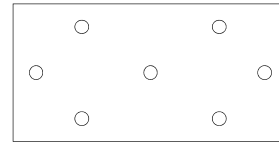
6 chevilles / panneau – 8,3 chevilles / m²



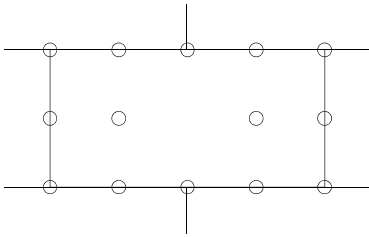
6 chevilles / panneau – 8,3 chevilles / m²



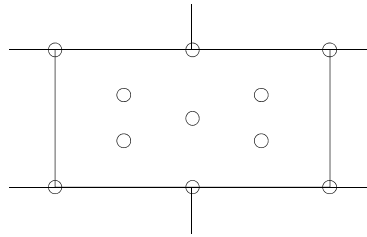
6 chevilles / panneau – 8,3 chevilles / m²



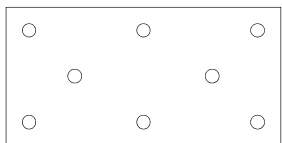
7 chevilles / panneau – 9,7 chevilles / m²



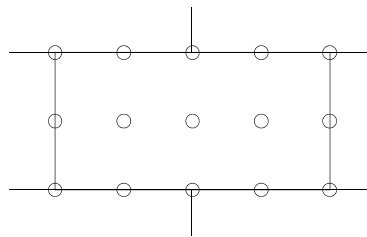
7 chevilles / panneau – 9,7 chevilles / m²



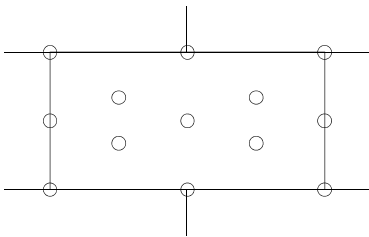
7 chevilles / panneau – 9,7 chevilles / m²



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

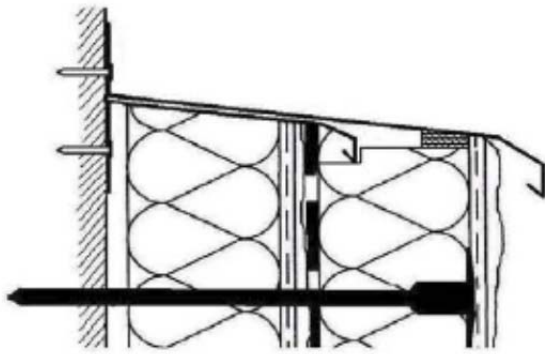


Figure 2a : nouvelle couvertine inversée sans dépose de l'existant

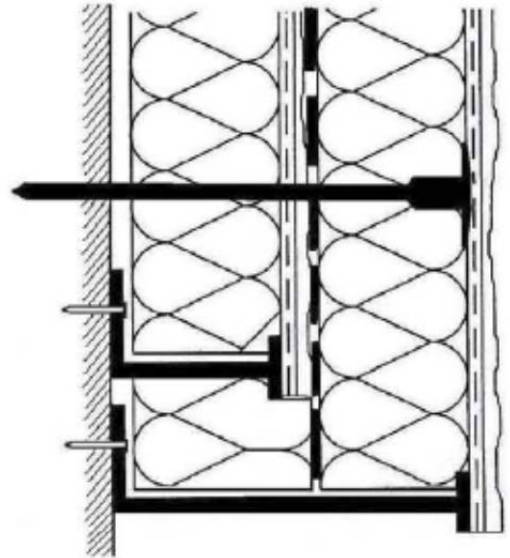


Figure 2b : nouveau profilé de départ sans dépose de l'existant

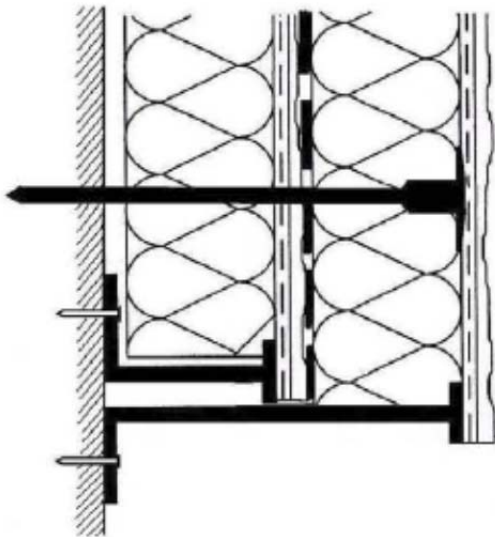


Figure 2c : nouveau profilé de départ inversé sans dépose de l'existant

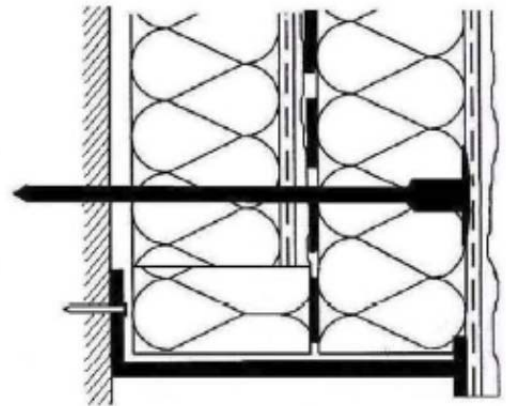


Figure 2d : nouveau profilé de départ après élimination de l'existant

Figure 2 : Traitement des points singuliers en surisolation