

Avis Technique 7/13-1545*V1

Annule et remplace l'Avis Technique 7/13-1545

Système d'isolation thermique extérieure de façade
External Thermal Insulation Composite System
Wärmedämm-Verbundsystem von Fassaden

Enduit sur polystyrène expansé

Ecap

Titulaire : Société EDILTECO Group
Via dell'Industria, 710
IT - 41038 San Felice s/P (MO)
Italie

Tél. : +39 053582161
Fax : +39 053582970
E-mail : info@edilteco.it
Internet : www.edilteco.it

Distributeur : Société EDILTECO France
BP 70731
FR - 49307 CHOLET Cedex

Tél. : 0825 825 533
Fax : 0825 850 050
E-mail : info@edilteco.fr
Internet : www.edilteco.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 19 décembre 2014

Le Groupe Spécialisé n° 7 « Systèmes d'isolation thermique extérieure avec enduit et produits connexes » de la Commission chargée de formuler les Avis Techniques a examiné, le 11 décembre 2012 et le 16 octobre 2014, la demande relative au système d'isolation thermique extérieure ECAP présentée par la Société EDILTECO. 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. Ce document annule et remplace l'Avis Technique 7/13-1545.

1. Définition succincte

1.1 Description succincte

Système d'isolation thermique extérieure semi-fini destiné à être appliqué sur l'extérieur de murs en maçonnerie et en béton, neufs ou déjà en service.

Le système semi-fini est constitué de panneaux en polystyrène expansé revêtus en usine d'un sous-enduit mince à base de ciment, armé d'un treillis en fibres de verre et comportant des emplacements prédéfinis pour les chevilles de fixation. Ce système est destiné à être collé ou fixé mécaniquement par chevilles sur le mur support.

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

1.2 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, 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 pour les bâtiments concernés.

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 Satisfaction 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 ; le coefficient partiel de sécurité sur la résistance isolant/cheville est pris égal à 2,3.

Les valeurs des tableaux 1a et 1b s'appliquent à condition que la résistance caractéristique de la cheville dans le support considéré soit supérieure ou égale à 500 N (cheville de classe 1 à 6). Sinon, la résistance de calcul est prise égale à la résistance apportée par les chevilles dans le support.

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, Fischer TERMOZ 8 SV ou Koelner TFIX-8ST, 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 la norme NF EN 13501-1 : Euroclasse B-s2, d0.
- 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.
- Le système répond à la définition du paragraphe 5.1.3 de l'Instruction Technique n° 249 relative aux façades, lorsque la réglementation impose son application. A ce titre, il doit faire l'objet d'une appréciation favorable délivrée par un laboratoire agréé, ayant des compétences en réaction et résistance 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.

Résistance aux chocs et aux charges statiques

- La résistance aux chocs du système conduit aux catégories d'utilisation suivantes :

- Catégorie III en simple armature normale,
- Catégorie II en double armature normale.

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.

- 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.

Éléments de calcul thermique

La résistance thermique additionnelle fournie par le système à la paroi ($R_{\text{système}}$) est calculée à partir de la résistance thermique de l'isolant (R_b) et à partir de la valeur tabulée R_{enduit} du système d'enduit (R_{enduit} est pris égale à 0,02 m².K/W) :

$$R_{\text{système}} = R_D + R_{\text{enduit}}$$

La résistance thermique utile de l'isolant se calcule à partir de la conductivité thermique utile, suivant deux cas :

- Cas 1 : cas des panneaux certifiés ACERMI :

La conductivité thermique utile est définie dans le certificat ACERMI du panneau.

- Cas 2 : cas des panneaux non certifiés ACERMI :

- Panneaux TATANKA 100 : la conductivité thermique utile est la conductivité thermique déclarée majorée de 15%, soit $\lambda_{\text{utile}} = 0,035 \times 1,15 = 0,040$ W/m.K

- Panneaux ISORAY 100 : la conductivité thermique utile est la conductivité thermique déclarée majorée de 15%, soit $\lambda_{\text{utile}} = 0,031 \times 1,15 = 0,036$ W/m.K

Si la résistance thermique ne peut être calculée, elle peut être mesurée sur le système complet conformément à la norme NF EN 1934.

Les ponts thermiques engendrés par les fixations mécaniques peuvent influencer sur le coefficient de transmission thermique de la paroi entière et doivent être pris en compte en utilisant le calcul suivant :

$$U_c = U + \Delta U$$

U_c Coefficient de transmission thermique corrigée de la paroi revêtue du système, incluant les ponts thermiques (W/m².K)

U Coefficient de transmission thermique de la paroi revêtue du système, hors ponts thermiques (W/m².K)

$$U = \frac{1}{R_{\text{système}} + R_{\text{support}} + R_{\text{se}} + R_{\text{si}}}$$

R_{support} Résistance thermique de la paroi (m².K/W)

R_{se} Résistance thermique superficielle extérieure (m².K/W)

R_{si} Résistance thermique superficielle intérieure (m².K/W)

ΔU Terme de correction du coefficient de transmission thermique pour les chevilles

$$\Delta U = \chi_p \times n$$

χ_p Coefficient de transmission thermique ponctuelle (W/K) donné dans l'Agrément Technique Européen de la cheville

n Nombre de chevilles par m²

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 des enduits, 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 microorganismes peuvent nécessiter un entretien d'aspect avant 10 ans.

2.23 Fabrication et contrôles

La fabrication des différents composants relève des techniques classiques et doit faire l'objet de différents contrôles internes de fabrication (cf. § 3 du Dossier Technique) permettant d'assurer la constance de qualité du produit fini. Les résultats de ces contrôles sont consignés sur des registres conservés dans les usines.

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.

Si le système est 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.

L'application de l'enduit de base **ECAP RAGRECOL** 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

2.31 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 (calculé selon les Règles NV 65) multipliée par un coefficient égal à 1,75, ou
 - la sollicitation caractéristique de dépression due au vent (calculé 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

Seuls les composants définis au paragraphe 1.1 du Dossier Technique sont visés.

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

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

La mousse de polyuréthane n'est destinée qu'au calfeutrement ponctuel des joints entre panneaux. Le comblement par isolant de même nature (polystyrène expansé) doit être privilégié et la mousse polyuréthane ne doit pas être utilisée pour pallier des manques d'isolant importants (angles cassés par exemple).

Par temps froid et humide, le séchage 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 l'application.

Après séchage, l'épaisseur minimale de la couche de base mise en œuvre en usine doit être de 3,0 mm.

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

2.33 Assistance technique

Le Groupe EDILTECO est tenue d'apporter son assistance technique à toute entreprise appliquant le système qui en fera la demande.

Conclusions

Appréciation globale

L'utilisation du procédé dans le domaine d'emploi accepté (cf. paragraphe 2.1) et complété par le Cahier des Prescriptions Techniques, est appréciée favorablement.

Validité

Jusqu'au 11 décembre 2017.

Pour le Groupe Spécialisé n° 7
La Présidente
Laurence DUCAMP

3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

La version consolidée de cet Avis Technique intègre le changement de dénominations commerciales des composants enduits.

Lorsque le bâtiment relève de l'application de l'Instruction Technique n°249 dans le cadre de la sécurité en cas d'incendie, il est rappelé que ce système ne peut être mis en œuvre qu'après avoir reçu une appréciation favorable délivrée par un laboratoire agréé, ayant des compétences en réaction et résistance au feu.

Du fait de la pré-enduction des panneaux, un soin tout particulier doit être apporté lors de la mise en place des panneaux Ecap puisque ceux-ci ne peuvent être poncés pour rattraper d'éventuels désaffleurements.

Les points singuliers doivent être traités comme indiqué dans le Dossier Technique.

Par ailleurs, du fait de la catégorie maximale de résistance aux chocs II, l'application en rez-de-chaussée très exposé n'est pas visée avec ce système.

Les réalisations effectuées, dont les plus anciennes remontent à 2006, 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 extérieure semi-fini destiné à être appliqué sur l'extérieur de murs en maçonnerie et en béton, neufs ou déjà en service.

Le système semi-fini est constitué de panneaux en polystyrène expansé revêtus en usine d'un sous-enduit mince à base de ciment, armé d'un treillis en fibres de verre et comportant des emplacements prédéfinis pour les chevilles de fixation. Ce système est destiné à être collé ou fixé mécaniquement par chevilles sur le mur support.

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

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 ».

1. Composants

1.1 Composants principaux

1.11 Produit de collage ou de calage

ECAP RAGRECOL : poudre à base de ciment gris, liant organique et sables à mélanger avec de l'eau.

- Caractéristiques :
 - Masse volumique apparente (kg/m^3) : 1350 ± 100
 - Taux de cendres à 450 °C (%) : $97,7 \pm 1$
 - Taux de cendres à 900 °C (%) : $65,6 \pm 1$
- Épaisseur minimale de la couche de base à l'état sec : 3,0 mm
- Épaisseur maximale de la couche de base à l'état sec : 4,0 mm
- Conditionnement : sacs en papier de 25 kg.

1.12 Panneaux « pré-revêtus »

Ecap L100 et Ecap GreyT : panneaux revêtus en usine de l'enduit de base ECAP RAGRECOL armé d'un treillis en fibres de verre, avec deux bordures de 10 cm de recouvrement d'armature, l'une sur la longueur du panneau et l'autre sur la largeur. L'isolant est un polystyrène blanc (Ecap L100) ou un polystyrène gris (Ecap GreyT). Des emplacements prédéfinis de chevilles, par réservation avec absence d'enduit de base et pré-découpage du treillis, sont prévus :

- panneaux 1000 x 500 mm : 4 emplacements par panneau,
- panneaux 1200 x 600 mm : 6 emplacements par panneau.

Les panneaux Ecap sont disponibles en épaisseurs de 30 à 300 mm.

Conditionnement : palette emballée sous carton et film, avec indication de la date de fabrication.

Les panneaux constituants le procédé sont :

Panneaux isolants

- Soit des panneaux en polystyrène expansé ignifugé (classé au moins E) de dimensions 1200 x 600 mm, non certifiés ACERMI, exclusivement commercialisés sous la responsabilité de EDILTECO : TATANKA 100 (PSE blanc) et ISORAY 100 (PSE gris) fabriqués par l'ISOLANTE.

Caractéristiques :

- TATANKA 100 : EN 13163 - L2 - W2 - T2 - S2 - P4 - DS(N)2 - CS(10)100 - BS 150 - WL(T)2 - TR 100.

Conductivité thermique déclarée : 0,035 W/m.K

Stabilité dimensionnelle 48 h à 70 °C HR : 0,24 %.

Résistance à la diffusion de vapeur d'eau : $30 \leq \mu \leq 70$

- ISORAY 100 : EN 13163 - L2 - W2 - T2 - S2 - P4 - DS(N)2 - CS(10)70 - BS 115 - WL(T)2 - TR 100

Conductivité thermique déclarée : 0,031 W/m.K

Stabilité dimensionnelle 48 h à 70 °C HR : 0,21 %.

Résistance à la diffusion de vapeur d'eau : $20 \leq \mu \leq 40$

- Soit des panneaux en polystyrène expansé ignifugé (classés au moins E) de dimensions 1200 x 600 mm ou 1000 x 500 mm, faisant l'objet d'un Certificat ACERMI en cours de validité et présentant au minimum les performances suivantes :

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

Produit de base ECAP RAGRECOL

Produit identique au produit de calage ou de collage (cf. § 1.11).

Armatures

Armatures normales faisant l'objet d'un certificat CSTBat en cours de validité et présentant les performances suivantes :

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

Référence	Société
SSA-1363 F+	JSC Valmieras Stikla Skiedra
R 131 A 101 C+	Saint-Gobain Adfors

1.13 Chevilles de fixation pour isolant

Chevilles bénéficiant d'un Agrément Technique Européen selon le Guide d'Agrément Technique Européen n°014 « Chevilles plastiques pour ETICS ». Le choix de la cheville dépend de la nature du support et de l'épaisseur d'isolant (cf. tableau 2).

Ensemble à expansion comprenant un corps en plastique avec une rosace de diamètre 60 mm et un clou ou une vis d'expansion.

1.14 Armatures

Armatures normales faisant l'objet d'un certificat CSTBat en cours de validité et présentant les performances suivantes :

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

Référence	Société
SSA-1363 F+	JSC Valmieras Stikla Skiedra
R 131 A 101 C+	Saint-Gobain Adfors

1.15 Produit d'impression

ECAP FIX : liquide pigmenté à base de silicone, charges minérales, additifs et eau, à appliquer avant tous les revêtements de finition.

- Caractéristiques :
 - Masse volumique apparente (kg/m^3) : 1512 ± 100
 - pH : $8,9 \pm 1$
 - Extrait sec à 105 °C (%) : $58,9 \pm 2$
 - Taux de cendres à 450 °C (% par rapport au poids sec) : $87,7 \pm 2$
 - Taux de cendres à 900 °C (% par rapport au poids sec) : $50,7 \pm 2$
- Conditionnement : emballage plastique de 25 kg.

1.16 Revêtements de finition

ECAP ACRYL K : pâtes prêtes à l'emploi à base de copolymère acrylique en dispersion aqueuse, de charges calcaires et siliceuses, de pigments et d'adjuvants spécifiques, pour une finition grésée.

- Caractéristiques :
 - Masse volumique apparente (kg/m^3) : 1760 ± 100
 - pH : $8,5 \pm 1,0$
 - Extrait sec à 105 °C (%) : $84,2 \pm 2,0$
 - Taux de cendres à 450 °C (% par rapport au poids sec) : $91,2 \pm 2,0$
 - Taux de cendres à 900 °C (% par rapport au poids sec) : $52,6 \pm 2,0$

- Granulométries (mm) : 1,2 – 1,5 – 2,0 – 3,0

- Conditionnement : seaux en plastique de 25 kg.

ECAP ACRYL R : pâtes prêtes à l'emploi à base de copolymère acrylique en dispersion aqueuse, de charges calcaires et siliceuses, de pigments et d'adjuvants spécifiques, pour une finition ribbée.

- Caractéristiques :
 - Masse volumique apparente (kg/m^3) : 1790 ± 100
 - pH : $8,5 \pm 1,0$
 - Extrait sec à 105 °C (%) : $84,7 \pm 2,0$
 - Taux de cendres à 450 °C (% par rapport au poids sec) : $90,9 \pm 2,0$
 - Taux de cendres à 900 °C (% par rapport au poids sec) : $52,2 \pm 2,0$

- Granulométries (mm) : 2,0 – 3,0

- Conditionnement : seaux en plastique de 25 kg.

1.2 Accessoires

- Renfort d'arêtes, profilés métalliques ou PVC de raccordement, produit de calfeutrement et profilés pour couvre-joint conformes au « CPT enduit sur PSE ».
- Mousse polyuréthane expansive référence OLIVÉ ou équivalent.
- Mastic plastique 25E.
- Mousse imprégnée pré-comprimée (type compriband).

2. Fabrication

L'assemblage des différents composants pour la fabrication des panneaux semi-finis est réalisé à l'usine de San-Félice sul Panaro en Italie. Le produit de calage, le produit de base, le produit d'impression et les revêtements de finition sont fabriqués à l'usine de Baunit à Wietersdorf 14, A - 9373 Klein St. Paul (Allemagne).

3. Contrôles

3.1 Contrôles sur les panneaux semi-finis Ecap L100 et Ecap GreyT

- Contrôle dimensionnel :
 - PSE : 1 panneau par palette ou 1 panneau sur 20,
 - Armature : 1 mesure par rouleau.
- Contrôle de l'enduit de base :
 - Epaisseur : 1 panneau sur 10 après séchage, en 4 points différents,
 - Analyse de la consommation : en fin de fabrication,
 - Densité : chaque heure et avant de commencer une fabrication,
 - Température de séchage : 2 fois par jour.
- Temps de stockage avant emballage : après 48 heures.

3.2 Contrôles sur les PSE TATANKA 100 (PSE blanc) et ISORAY 100 (PSE gris)

La société L'ISOLANTE réalise les contrôles suivants une fois par jour :

- dimensions : longueur, largeur, épaisseur, planéité, octogonalité,
- sollicitation à la compression 10 %, traction, flexion,
- densité, conductivité,
- autoextinction (contrôle hebdomadaire).

Deux fois par an, le FIW (Forschungsinstitut für Wärmeschutz) réalise un audit chez la société L'ISOLANTE et vérifie par prélèvement la conductivité, la compression, la classe et le lambda. Il vérifie également les enregistrements de contrôles fait par la société L'ISOLANTE.

Deux fois par an, le GSH (Gütesschutzgemeinschaft Hartschaum e.V) réalise un audit chez la Société L'ISOLANTE et vérifie tout le cycle de production.

3.3 Contrôle sur les enduits

- Pâtes et liquides :
 - Densité, pH, viscosité : une fois par mois de production,
 - Taux de cendres à 450 °C et 900 °C, extrait sec à 105 °C et granulométrie : une fois par semaine de production.
- Poudre :
 - Densité : une fois par mois de production,
 - Taux de cendres à 450 °C et 900 °C, et granulométrie : une fois par semaine de production,
 - Adhérence sur polystyrène expansé : tous les 6 mois de production.

4. Mise en œuvre sur béton ou maçonnerie

4.1 Conditions générales de mise en œuvre

La nature, la reconnaissance, la préparation des supports et la mise œuvre, à l'exception de l'application de l'enduit de base en configuration armature simple, sont réalisées conformément 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 ».

Par temps froid et humide, le séchage 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 l'application.

4.2 Conditions spécifiques de mise en œuvre

4.2.1 Mise en place des panneaux semi-finis

Les panneaux Ecap L100 ou Ecap GreyT doivent être posés horizontalement, parfaitement jointifs en démarrant en bas à gauche du support, la trame débordante du panneau devant également être systématiquement en bas et à gauche de manière à obtenir un recouvrement d'armature à chaque joint de panneaux (cf. figure 3a et 3b).

Les panneaux sont mis en œuvre horizontalement, avec les joints décalés (type coupe de pierre), en démarrant sur le profilé de départ adapté à l'épaisseur de l'isolant.

Dans le cas de découpe des panneaux, celle-ci est réalisée sur chantier à l'aide d'outils adaptés (scie égoïne, cutter, fil chaud, ...).

4.2.1.1 Fixation par collage

Le collage est réalisé à l'aide du produit ECAP RAGRECOL.

- Préparation : mélanger la poudre avec environ 24 à 28 % d'eau (soit environ 6,0 à 7,0 L d'eau par sac de 25 kg) à l'aide d'un malaxeur électrique, jusqu'à l'obtention d'une pâte homogène et sans grumeau.
- Temps de repos avant remalaxage puis application : environ 5 minutes.
Le produit peut être mélangé et appliqué également à la machine (type PFT).
- Durée pratique d'utilisation : 90 minutes.
- Modes d'application :
 - Manuel ou mécanique, par boudins (bande périphérique et 2 plots au centre par panneau de 1000 x 500 mm ou 3 plots au centre par panneau 1200 x 600 mm) ou par plots (6 plots par panneau 1000 x 500 mm ou 9 plots par panneau 1200 x 600 mm), en prenant soin de ne pas les déposer trop près des bords du panneau, afin d'éviter le reflux de colle dans les joints.
 - En cas de support plan, possibilité de collage en plein.
- Consommation : au moins 4,0 kg/m² de produit en poudre.
- Temps de séchage avant nouvelle intervention : de 24 à 48 heures selon les conditions climatiques.

4.2.1.2 Fixation mécanique par chevilles

Calage

Il est réalisé à l'aide du produit ECAP RAGRECOL.

- Préparation :
 - Mélanger la poudre avec environ 24 à 28 % d'eau (soit environ 6,0 à 7,0 L d'eau par sac de 25 kg) à l'aide d'un malaxeur électrique, jusqu'à l'obtention d'une pâte homogène et sans grumeau.
 - Temps de repos avant remalaxage puis application : environ 5 minutes.

Le produit peut être mélangé et appliqué également à la machine (type PFT).

- Durée pratique d'utilisation : 90 minutes.
- Mode d'application :
 - par plots ou par boudin périphérique
 - En cas de support plan, possibilité de collage en plein.
- Consommation : au moins 4,0 à 5,0 kg/m² de produit en poudre.
- Délai d'attente avant mise en place des chevilles : de 24 à 48 heures selon les conditions climatiques.

Fixation

- Nombre de chevilles par m² :

Les résistances au vent en fonction du nombre de chevilles sont données dans les tableaux 1a et 1b (résistances calculées à partir d'une résistance au déboutonnage égale à 0,51 kN pour une cheville placée « en plein »). 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 :

- de 4 chevilles par panneau (soit 8 chevilles par m²) en partie courante pour des panneaux isolants de dimensions 1000 x 500 mm, ou
- de 5 chevilles par panneau (soit 6,9 chevilles par m²) en partie courante, pour des panneaux isolants de dimensions 1200 x 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 le tableau 1a ou 1b.

- Mise en place des chevilles:
 - Cas d'un montage « à fleur » :
 - Perçage des panneaux isolants au niveau des emplacements prédéfinis en usine et du support, puis enfoncement manuel des chevilles à expansion jusqu'au nu de la surface de l'isolant.
 - Enfoncement complet, au marteau caoutchouc, du clou d'expansion (cheville à frapper) ou vissage complet de la vis d'expansion (cheville à visser).
 - La rosace de la cheville doit être au contact à fleur de la surface de l'isolant.
 - Cas de chevilles accidentellement trop enfoncées : recouvrir la rosace de la cheville à l'aide de ECAP RAGRECOL puis laisser sécher au moins 4 heures avant l'application de l'enduit de base.
 - Cas d'un montage « à cœur » avec les chevilles Ejotherm STR U, Ejotherm STR U 2G, Fischer TERMOZ 8 SV et Koelner TFIX-8ST: il convient de se référer aux préconisations du fabricant.
- Plans de chevillage en partie courante : cf. Figures 1a et 1b. Les chevilles doivent être positionnées uniquement « en plein » dans les réservations prévues à cet effet ou dans des emplacements supplémentaires (cf. figures 2a et 2b) tel que décrit au point suivant.
- Le panneau standard sortie usine possède 4 ou 6 pré-perçages de chevilles (cf. figures 1 et 2), les emplacements supplémentaires de chevilles pour les niveaux supérieurs de résistances au vent, aux points singuliers et dans les zones périphériques seront réalisés sur place de la manière suivante :
 - Découper l'armature en forme de U (trois côtés de longueur 70 mm) à l'aide d'un cutter.
 - Retirer la couche de base réalisée en usine à l'aide d'un cutter ou un outil adapté, jusqu'à la surface de l'isolant sans abimer celui-ci.
 - Lors de l'opération du chevillage des panneaux, mettre la cheville.
 - Pour le recouvrement des chevilles supplémentaires, procéder de la même manière que la phase de marouflage périphérique des panneaux et du recouvrement des rosaces de chevilles (§ 4.23).
 - appliquer le produit ECAP RAGRECOL,
 - rabattre l'armature ou mettre un morceau d'armature,
 - maroufler l'armature dans le produit ECAP RAGRECOL,
 - après 24 heures de séchage, appliquer la seconde passe de couche de base ECAP RAGRECOL (conformément au § 4.24).

4.22 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 expansé ou de mousse de polyuréthane expansive. Dans ce dernier cas, un délai d'attente d'au moins 1 heure doit être respecté avant nouvelle intervention.

4.23 Mise en œuvre du marouflage périphérique des panneaux isolants et recouvrement des rosaces de chevilles

Préparation de l'enduit ECAP RAGRECOL

- Mélanger la poudre avec environ 24 à 28 % d'eau (soit environ 6,0 à 7,0 litres d'eau par sac de 25 kg) à l'aide d'un malaxeur électrique, jusqu'à l'obtention d'une pâte homogène et sans grumeau.
- Temps de repos avant remalaxage puis application : environ 5 minutes.
- Durée pratique d'utilisation : 90 minutes.

Condition d'application de l'enduit

Application manuelle en périphérie des panneaux et au droit des chevilles, en marouflant l'armature à l'aide de la taloche inox (cf. figure 3).

Consommation

Environ 0,7 kg/m² de produit en poudre.

Délai d'attente avant application de la seconde passe d'enduit de base :

Au moins 24 heures.

Traitement de la partie basse

Le choix et la mise en œuvre du profilé de départ sera réalisé conformément au « CPT enduit sur PSE », la mise en place du panneau ECAP sera réalisée de la même manière que les procédés existants, ensuite :

- En partie basse du panneau ECAP au niveau du profilé de départ, découper la trame débordante au niveau de la goutte d'eau du profil de départ,
- Appliquer l'enduit ECAP RAGRECOL au niveau de la face du profil,
- Maroufler l'armature dans l'enduit ECAP RAGRECOL,

- Après 24 heures de séchage, appliquer la seconde passe d'enduit de base conformément au § 4.24.

Traitement des arrêts hauts

La mise en œuvre d'une bande d'armature est nécessaire, elle sera mise de la manière suivante :

- Appliquer l'enduit ECAP RAGRECOL sur les faces horizontales et verticales,
- Mettre en place la bande d'armature et maroufler,
- Après 24 heures de séchage, appliquer la seconde passe d'enduit de base conformément au § 4.24.

Cette mise en œuvre est similaire à celle d'un profilé d'angle avec armature.

Traitement des arrêts latéraux

Dans le cas d'arrêts latéraux avec le retour de la finition, le choix et la mise en œuvre du profilé d'arrêt latéral sera réalisé conformément au « CPT enduit sur PSE », la mise en place du panneau ECAP sera réalisée de la même manière que les procédés existants.

Ensuite, la mise en œuvre d'une bande d'armature est nécessaire, elle sera mise de la manière suivante :

- Appliquer l'enduit ECAP RAGRECOL sur les faces,
- Mettre en place la bande d'armature et maroufler,
- Après 24 heures de séchage, appliquer la seconde passe d'enduit de base.

Traitement des joints de panneaux

Les panneaux sont mis en place conformément au « CPT Enduit sur PSE ». Après collage ou calage/chevillage, les étapes suivantes sont :

- Marouflage périphérique des panneaux et du recouvrement des rosaces de chevilles à l'aide de l'enduit ECAP RAGRECOL,
- Délai d'attente avant nouvelle intervention : 24 heures selon les conditions atmosphériques,
- Application de la seconde passe d'enduit de base conformément au § 4.24,
- Délai d'attente avant nouvelle intervention : 7 jours selon les conditions atmosphériques.

4.24 Mise en œuvre de la seconde passe d'enduit de base

Préparation de l'enduit de base

Le produit de base ECAP RAGRECOL est préparé tel que défini au § 4.23.

Conditions d'application

Application manuelle en une passe à raison d'environ 1,0 à 1,5 kg/m² de produit en poudre à l'aide de la taloche inox et lissage à la règle (cf. figure 3).

Epaisseur

Epaisseur minimale de la seconde passe d'enduit de base à l'état sec : 1 mm.

Délai d'attente avant application des revêtements de finition :

Au moins 7 jours.

4.25 Traitement des façades particulièrement exposées aux chocs

La configuration « simple armature normale » ou « double armature normale » est déterminée d'après le degré d'exposition aux chocs des façades et les catégories de résistance aux chocs indiquées au § 2.21 de l'Avis.

Simple armature normale

La mise en place de l'armature simple est réalisée en usine. La mise en œuvre du système est réalisée conformément aux § 4.23 et 4.24.

Double armature normale

- Préparation de l'enduit de base :
 - L'enduit de base ECAP RAGRECOL est préparé tel que défini au § 4.23.
- Conditions d'application de l'enduit de base :
 - Au moins 24 heures après mise en œuvre du marouflage périphérique des panneaux et recouvrement des têtes de chevilles, application, sur les panneaux Ecap L100 ou Ecap GreyT, d'une seconde passe d'enduit de base ECAP RAGRECOL à raison d'environ 2,4 kg/m² de produit en poudre.
 - Marouflage d'une deuxième armature normale. Un chevauchement de 10 cm aux joints des lès est prévu.

- Délai d'attente avant revêtement de finition : au moins 7 jours.

4.26 Application du produit d'impression

ECAP FIX : produit prêt à l'emploi, à appliquer avant tous les revêtements de finition.

- Mode d'application : à la brosse, au rouleau ou au pistolet à peinture à débit sous haute pression.
- Consommation minimale : 0,20 kg/m² de produit prêt à l'emploi.
- Temps de séchage : au moins 24 heures.

4.27 Application des revêtements de finition

ECAP ACRYL K

- Mode d'application : à la taloche inox, puis frotassage à la taloche en plastique en faisant des mouvements circulaires pour obtenir l'aspect grésé.
- Consommations minimales (kg/m²) :
 - ECAP ACRYL K 1,2 : 2,5
 - ECAP ACRYL K 1,5 : 2,5
 - ECAP ACRYL K 2,0 : 3,1
 - ECAP ACRYL K 3,0 : 4,1

ECAP ACRYL R

- Mode d'application : à la taloche inox, puis frotassage à la taloche en plastique en faisant des mouvements horizontaux ou verticaux pour obtenir l'aspect ribbé.
- Consommations minimales (kg/m²) :
 - ECAP ACRYL R 2,0 : 2,8
 - ECAP ACRYL R 3,0 : 3,9

5. Mise en œuvre sur système d'isolation thermique extérieure existant : procédé ECAP Surisolation

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.).

5.1 Diagnostic préalable

5.11 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 EDILTECO.

- 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.

5.12 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 ».

5.2 Travaux préparatoires

5.21 Préparation du système existant

- Ecrêtage des reliefs trop importants (revêtement plastique épais 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 du produit 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 abimées 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 du produit de collage mentionné au § 4.21.

Rattraper l'épaisseur de l'enduit de base et de la finition sur la partie découpée au moyen du produit de calage utilisé par la suite pour la mise en place des nouveaux panneaux isolants.

5.22 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. Un profilé avec une aile inversée est alors utilisé (cf. figure 4a).

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 des panneaux Ecap L100 ou Ecap Grey T (cf. figure 4b).
- 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.

5.3 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 4c et 4d). 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 4e),
- 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 cales PVC,
- respecter un espace de 2 à 3 mm entre profilés pour permettre leur dilatation. Les relier par un profilé de jonction (éclisse).
- espacer les fixations de 30 cm environ avec une fixation à 5 cm maximum des extrémités.

5.4 Mise en place des panneaux ECAP

5.4.1 Calage

Le calage est réalisé à l'aide du produit défini au § 1.11. La préparation et l'application de ce produit sont données au § 4.21.

5.4.2 Fixation mécanique par chevilles

Elle est réalisée comme indiquée au § 4.21, 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 2.

5.4.3 Dispositions particulières

Elles sont les mêmes que celles décrites au § 3.22.

5.5 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 § 4.23 à 4.26.

6. Assistance technique

Le groupe EDILTECO 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 réfection des dégradations peuvent être effectuées conformément aux § 6.1 et 6.2 du « CPT enduit sur PSE ».

B. Résultats expérimentaux

- Rapport d'essais CSTB n° EMC 09-053 : aptitude à l'emploi du système.
- Rapports de classement MA 39-VFA 2003-0688 et CSTB n° RA 13-0158 : réaction au feu du système.
- Rapport d'essais de résistance au déboutonnage :
 - Gutachten Ingenieurgesellschaft Bauforschung Nr. 02.1.700 und Nr. 03.1.080,
 - Gutachten Technische Universität Dortmund Nr. 05.1.11/1 und Nr 06.01.10/1.

C. Références

C1. Données Environnementales¹

Le système ECAP ne fait pas l'objet d'une déclaration environnementale (DE). Il ne peut donc revendiquer aucune performance environnementale particulière.

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 : 2006
- Importance des réalisations européennes actuelles : plus de 250 000 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]		
	4 [8]	5 [10]	6 [12]
e ≥ 60 mm	1770	2215	2660

Tableau 1b : panneaux de dimensions 1200 × 600 mm

	Nombre de chevilles par panneau [par m ²]		
	5 [6,9]	6 [8,3]	8 [11,1]
e ≥ 60 mm	1535	1845	2460

Tableau 2 : Chevilles de fixation pour isolant

Référence	Type de Cheville	Pièce d'expansion	Type de pose	Catégories d'utilisation	Caractéristiques
Ejotherm STR U, STR U 2G	à visser	métal	à fleur et à cœur	A, B, C, D, E	cf. ETA-04/0023
Ejot H1 eco	à frapper	métal	à fleur	A, B, C	cf. ETA-11/0192
Ejotherm NTK U	à frapper	plastique	à fleur	A, B, C	cf. ETA-07/0026
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
Fischer TERMOZ 8 SV	à visser	métal	à cœur	A, B, C, D, E	cf. ETA-06/0180
Fischer TERMOFIX CF 8	à frapper	métal	à fleur	A, B, C, D	cf. ETA-07/0287
Fischer TERMOZ CN 8	à frapper	métal	à fleur	A, B, C, D	cf. ETA-09/0394
Fischer TERMOZ PN 8	à frapper	plastique	à fleur	A, B, C	cf. ETA-09/0171
Hilti SX-FV	à frapper	plastique	à fleur	A, B, C	cf. ETA-03/0005
Hilti D-FV	à visser	métal	à fleur	A, B, C, D, E	cf. ETA-05/0039
Hilti SD-FV8	à frapper	plastique	à fleur	A, B, C	cf. ETA-03/0028
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 TFIX-8M	à frapper	métal	à fleur	A, B, C	cf. ETA-07/0336
Koelner TFIX-8S	à visser	métal	à fleur	A, B, C, D, E	cf. ETA-11/0114
Koelner TFIX-8ST	à visser	métal	à cœur	A, B, C, D, E	cf. ETA-11/0114

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

D : béton de granulats légers
E : béton cellulaire autoclavé

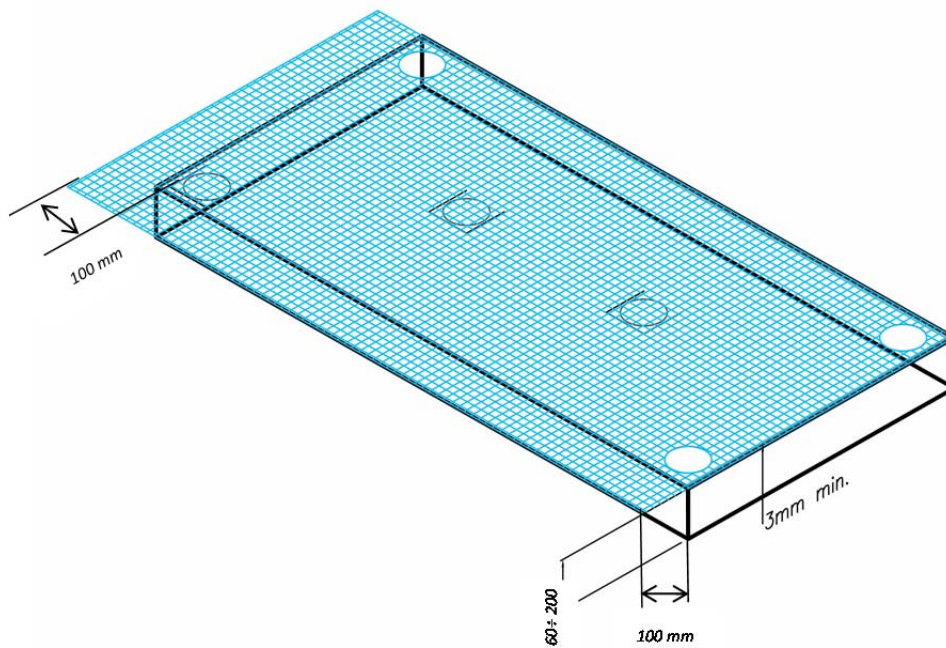
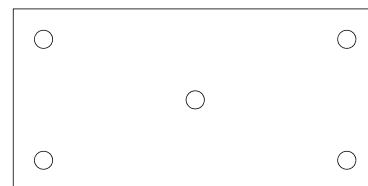


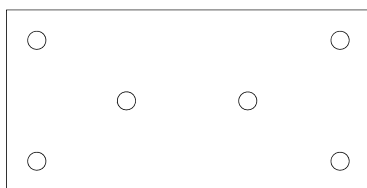
Figure 1 : Panneau Ecap



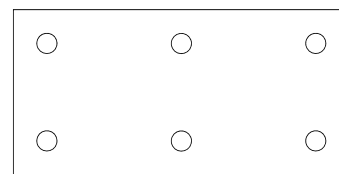
Panneau standard usine
4 chevilles/ panneau – 8 chevilles / m²



5 chevilles/ panneau – 10 chevilles / m²

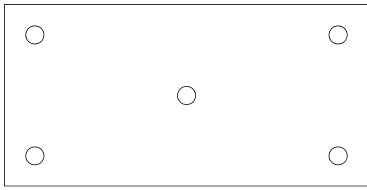


6 chevilles/ panneau – 12 chevilles / m²

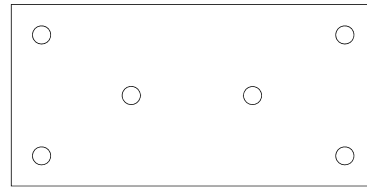


6 chevilles/ panneau – 12 chevilles / m²

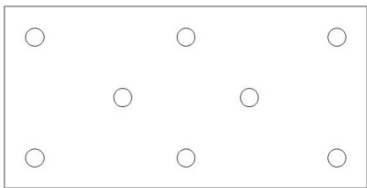
Figure 2a : Plans de chevillage – panneaux de dimensions 1000 x 500 mm



5 chevilles/ panneau – 6,9 chevilles / m²



Panneau standard usine
6 chevilles/ panneau – 8,3 chevilles / m²



8 chevilles/ panneau – 11,1 chevilles / m²

Figure 2b : Plans de chevillage – panneaux de dimensions 1200 x 600 mm

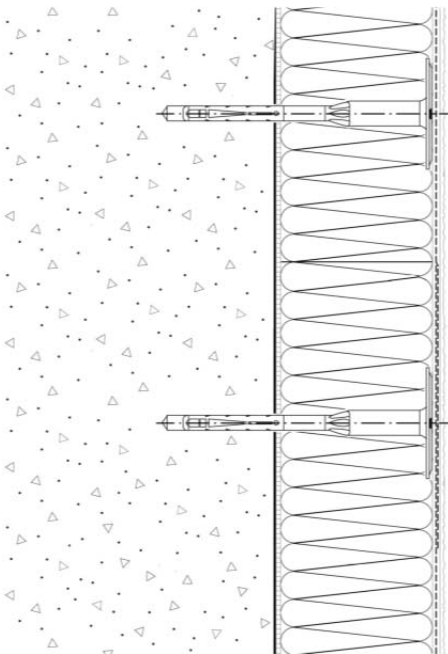


Figure 3a

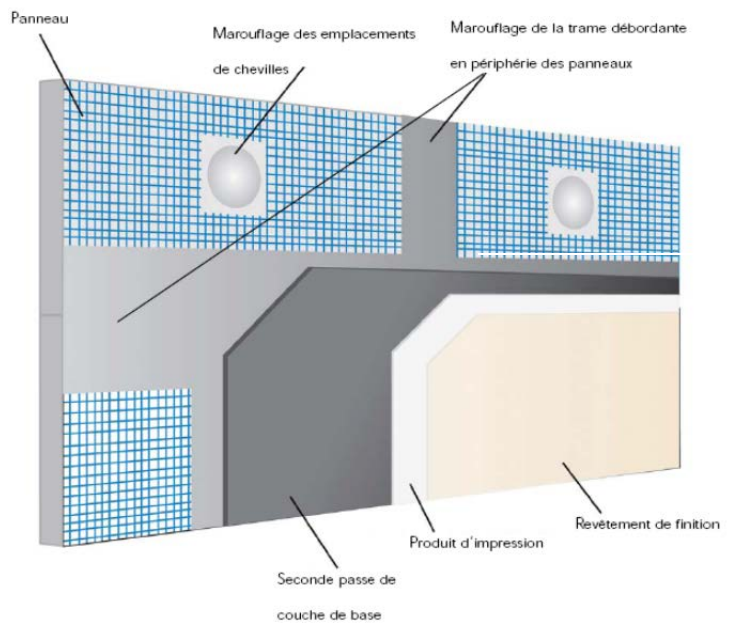


Figure 3b

Figure 3 : Disposition des panneaux et mise en œuvre du marouflage périphérique des panneaux et recouvrement des têtes de chevilles

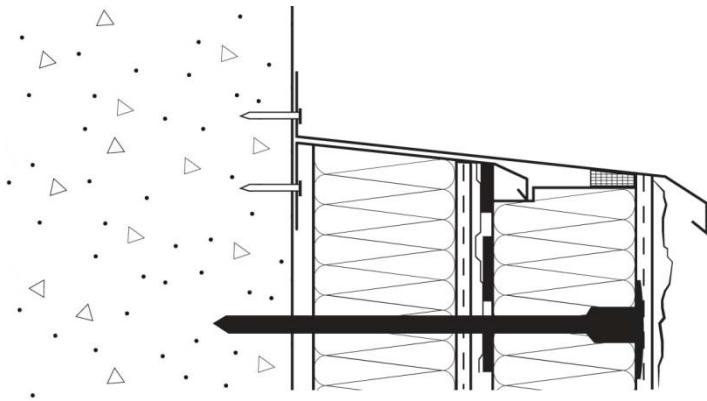


Figure 4a : Nouvelle couverture inversée sans dépose de l'existant

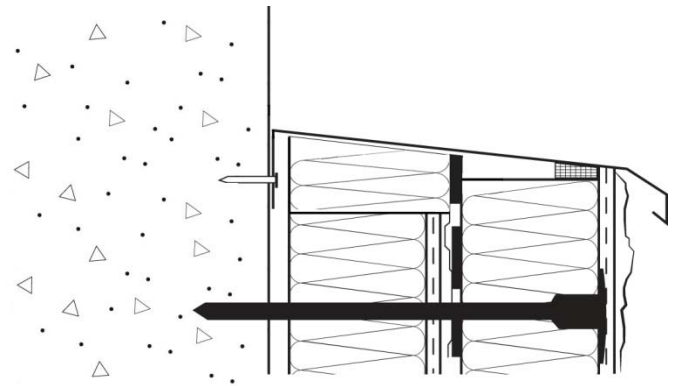


Figure 4b : Nouvelle couverture après élimination de l'existant

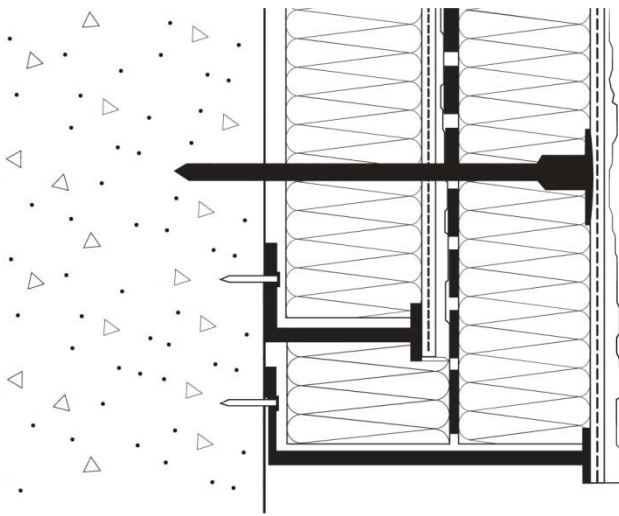


Figure 4c : Nouveau profilé de départ inversé sans dépose de l'existant

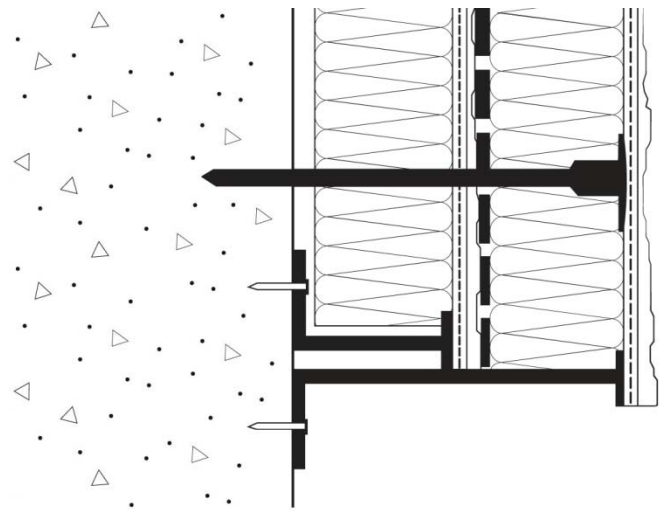


Figure 4d : Nouveau profilé de départ inversé sans dépose de l'existant

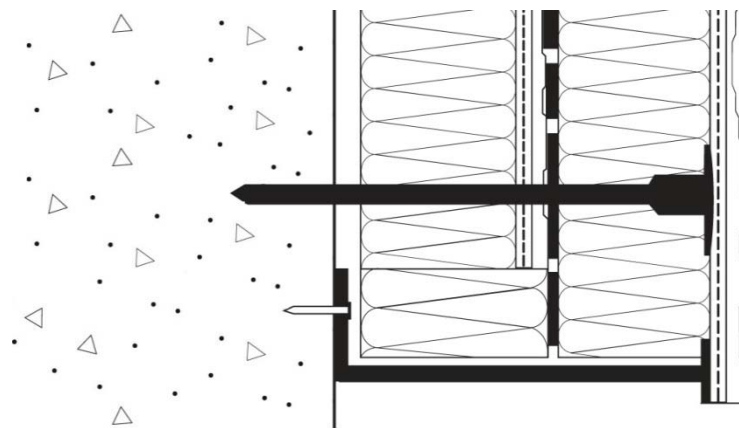


Figure 4e : Nouveau profilé de départ après élimination de l'existant

Figure 4 : exemples de traitement des points singuliers en surisolation