7/22-1788_V1

Valide du **25 juillet 2022**

au **30 avril 2025**

Sur le procédé

MASTROSISTEMA

Famille de produit/Procédé : Système d'isolation thermique extérieure par enduit sur polystyrène expansé appliqué sur support béton ou maçonnerie (ETICS)

Titulaire : **Société GEOPIETRA**

Internet : www.geopietra.com

AVANT-PROPOS

Les avis techniques et les documents techniques d'application, désignés ci-après indifféremment par Avis Techniques, sont destinés à mettre à disposition des acteurs de la construction **des éléments d'appréciation sur l'aptitude à l'emploi des produits ou procédés** dont la constitution ou l'emploi ne relève pas des savoir-faire et pratiques traditionnels.

Le présent document qui en résulte doit être pris comme tel et n'est donc **pas un document de conformité ou à la réglementation ou à un référentiel d'une « marque de qualité »**. Sa validité est décidée indépendamment de celle des pièces justificatives du dossier technique (en particulier les éventuelles attestations réglementaires).

L'Avis Technique est une démarche volontaire du demandeur, qui ne change en rien la répartition des responsabilités des acteurs de la construction. Indépendamment de l'existence ou non de cet Avis Technique, pour chaque ouvrage, les acteurs doivent fournir ou demander, en fonction de leurs rôles, les justificatifs requis.

L'Avis Technique s'adressant à des acteurs réputés connaître les règles de l'art, il n'a pas vocation à contenir d'autres informations que celles relevant du caractère non traditionnel de la technique. Ainsi, pour les aspects du procédé conformes à des règles de l'art reconnues de mise en œuvre ou de dimensionnement, un renvoi à ces règles suffit.

Groupe Spécialisé n° 07- Systèmes d'isolation extérieure avec enduit et produits connexes

COMMISSION CHARGÉE DE FORMULER LES AVIS TECHNIQUES

Secrétariat : CSTB, 84 avenue Jean Jaurès, FR-77447 Marne la Vallée Cedex 2
Tél. : 01 64 68 82 82 - email : secretariat.at@cstb.fr

www.ccfat.fr

Les Avis Techniques sont publiés par le Secrétariat des Avis Techniques, assuré par le CSTB ; Les versions authentifiées sont disponibles gratuitement sur le site Internet du CSTB (http://www.cstb.fr)

Versions du document

Version	Description	Rapporteur	Président
V1	Il s'agit d'une première demande.	Lucie WIATT	Nicolas JURASZEK

Descripteur :

Système d'isolation thermique extérieure constitué d'un sous-enduit mince à base de liant hydraulique obtenu à partir d'une poudre mélangée à de l'eau, armé d'un treillis en fibres de verre et appliqué directement sur des panneaux en polystyrène expansé fixés mécaniquement par chevilles sur le mur support.

La finition est assurée par des éléments en pierres reconstituées à base de pierre volcanique et ciment.

Seuls les composants listés au § 2.4 du Dossier Technique sont visés. En particulier, seules les pierres reconstituées définies au § 2.2.2.7 et listées aux tableaux 3 sont visées.

Table des matières

1. Avis du Groupe Spécialisé 4
1.1. Domaine d'emploi accepté 4
1.1.1. Zone géographique 4
1.1.2. Ouvrages visés 4
1.2. Appréciation 4
1.2.1. Aptitude à l'emploi du procédé 4
1.2.2. Durabilité 6
1.2.3. Impacts environnementaux 6
1.3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé 6
2. Dossier Technique 7
2.1. Mode de commercialisation 7
2.1.1. Coordonnées 7
2.1.2. Mise sur le marché 7
2.1.3. Identification 7
2.2. Description 7
2.2.1. Principe 7
2.2.2. Caractéristiques des composants 7
2.2.3. Autres composants 9
2.2.4. Accessoires 9
2.3. Disposition de conception 9
2.4. Dispositions de mise en œuvre sur béton ou maçonnerie 9
2.4.1. Conditions générales de mise en œuvre 9
2.4.2. Conditions spécifiques de mise en œuvre 10
2.4.3. Conditions particulières de mise en œuvre dans le cadre de dispositions vis-à-vis de la propagation du feu en façade 12
2.4.4. Traitements des points singuliers 12
2.5. Maintien en service du produit ou procédé 13
2.6. Traitement en fin de vie 13
2.7. Assistance technique 13
2.8. Fabrication et de contrôle 13
2.8.1. Fabrication 13
2.8.2. Contrôles 13
2.9. Conditionnement, manutention et stockage 14
2.9.1. Conditionnement 14
2.9.2. Stockage 14
2.10. Mention des justificatifs 14
2.10.1. Résultats Expérimentaux 14
2.10.2. Références chantiers 15
2.11. Annexe du Dossier Technique – Schémas de mise en œuvre 16

1. Avis du Groupe Spécialisé

Le procédé décrit au chapitre II « Dossier Technique » ci-après a été examiné par le Groupe Spécialisé qui a conclu favorablement à son aptitude à l'emploi dans les conditions définies ci-après :

1.1. Domaine d'emploi accepté

1.1.1. Zone géographique

L'avis a été formulé pour les utilisations en France métropolitaine.

1.1.2. Ouvrages visés

La pose du système s'effectue en travaux neufs ou en rénovation, sur parois planes en maçonnerie ou en béton, 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*_V3 de septembre 2018), dénommé dans la suite du texte « CPT enduit sur PSE ».

Les supports visés sont conformes au chapitre 1.2 du « 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.§ 3.3.2 du NF DTU 20.1_P3 de juillet 2020) :

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

Ce procédé est destiné aux locaux de faible à moyenne hygrométrie (w/n ≤ 5 g/m²).

De plus, la pose du système est limitée au domaine d'emploi suivant :

- Dans le cas d'une pose à joint sec :
  - Pour des altitudes inférieures à 900 m, la pose de l'ETICS est limitée à des bâtiments de hauteur R + 1, avec un maximum de 6 m (hors pointe de pignon) au-dessus du sol. Le coefficient d'absorption du rayonnement solaire des éléments en pierres reconstituées est limité à 0,7.
  - Pour des altitudes comprises entre 900 et 2000 m, la pose de l'ETICS est limitée à des bâtiments de hauteur R + 0, avec un maximum de 3 m (hors pointe de pignon) au-dessus du sol. Le coefficient d'absorption du rayonnement solaire des éléments en pierres reconstituées est limité à 0,8.
- Dans le cas d'une pose avec jointoiement réalisé avec le produit GEOBI :
  - Pour des altitudes inférieures à 2000 m, la pose de l'ETICS est limitée à des bâtiments de hauteur R + 4, avec un maximum de 15 m (hors pointe de pignon) au-dessus du sol. Le coefficient d'absorption du rayonnement solaire des éléments en pierres reconstituées est limité à 0,7.

Le domaine d'emploi peut être limité au regard des différentes réglementations et notamment celles liées à la sécurité en cas d'incendie (cf. § « Sécurité en cas d'incendie »).

1.2. Appréciation

L'utilisation du procédé dans le domaine d'emploi accepté est appréciée favorablement.

1.2.1. Aptitude à l'emploi du procédé

1.2.1.1. Résistance au vent

Les résistances au vent sont indiquées dans le tableau 1 du Dossier Technique ; le coefficient partiel de sécurité sur la résistance isolant/chevilles est pris égal à 2,3.

Les valeurs du tableau 1 ne s'appliquent pas pour des épaisseurs d'isolant inférieures à celles spécifiées dans le tableau.

Ces valeurs s'appliquent uniquement dans le cas d'un montage « à fleur ». Le montage « à cœur » n'est pas visé dans le présent Avis.

1.2.1.2. 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 :

Configurations	Classe selon NF EN 13501-1
L'ensemble des configurations du système	Euroclasse B-s1, d0

- Propagation du feu en façade :

Le système a fait l'objet d'un essai LEPIR 2 conformément aux dispositions décrites au paragraphe 5.3 de l'Instruction Technique n° 249 relative aux façades noté « IT 249 » et fait l'objet d'une appréciation de laboratoire en date du 05 février 2019 : APL n° AL 18-243 délivrée par le laboratoire CSTB. Cette appréciation indique les règles de mise en œuvre spécifiques à ce système afin de limiter la propagation du feu par les façades. Elle ne mentionne pas le risque de chute d'objet.

- 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.

1.2.1.3. Pose en zones sismiques

Dans la limite du domaine d'emploi visé au § 1.1.2 : le système peut être mis en œuvre en zones de sismicité 1 à 4 pour des bâtiments de catégories d'importance I à IV, sans disposition constructive spécifique.

1.2.1.4. Résistance aux chocs et aux charges statiques

- Au vu de l'épaisseur du module, la résistance aux chocs du système conduit à la catégorie d'utilisation I en simple armature normale.
- Le comportement du système aux charges statiques en service (appui d'échelle par exemple) est satisfaisant.

1.2.1.5. 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.

La résistance thermique additionnelle fournie par l'ETICS (R_{ETICS}) à la paroi est calculée à partir de la résistance thermique de l'isolant ($R_{insulation}$), à partir de la valeur tabulée R_{render} du système d'enduit (R_{render} est d'environ 0,02 (m².K)/W) ou R_{render} est déterminée par essais conformément à la norme NF EN 12667 ou NF EN 12664 (selon la résistance thermique attendue), et à partir de la résistance thermique de la plaquette en terre cuite R_{brick}.

$$R_{ETICS} = R_{insulation} + R_{render} + R_{brick} \text{ [(m².K)/W]}$$

comme décrit dans les normes suivantes :

NF EN ISO 6946 : Composants et parois de bâtiments – Résistance thermique et coefficient de transmission thermique – Méthode de calcul.

NF EN 10456 : Matériaux et produits pour le bâtiment - Propriétés hygrothermiques - Valeurs utiles tabulées et procédures pour la détermination des valeurs thermiques déclarées et utiles.

La résistance thermique de l'isolant peut être prise égale à la valeur certifiée par ACERMI (Association pour la CERtification des Matériaux Isolants).

Si la résistance ne peut être calculée, elle peut être mesurée sur le système complet ETICS conformément à la norme :

NF EN 1934 : Performance thermique des bâtiments – Détermination de la résistance thermique selon la méthode de la boite chaude avec flux mètre – Maçonnerie ».

Les ponts thermiques causés par les fixations mécaniques influent sur le coefficient de transmission thermique de la paroi entière U_c [W/(m².K)] et doivent être pris en compte en utilisant le calcul suivant :

$$U_c = U + \Delta U$$

Avec :

U_c : coefficient de transmission thermique corrigée de la paroi entière, incluant les ponts thermiques.

U : coefficient de transmission thermique de la paroi entière, incluant l'ETICS et hors ponts thermiques.

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

$R_{support}$: résistance thermique du mur support [(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 lié à l'impact des chevilles = χ_p * n

χ_p : coefficient de transmission thermique ponctuelle de la fixation [W/K] (cf. Evaluation Technique Européenne de la cheville).

n : nombre de chevilles par m²

1.2.1.6. 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 produits pouvant contenir des 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.

1.2.1.7. Prévention et maîtrise des risques d'accidents dans le cadre de travaux de mise en œuvre ou d'entretien

Les composants du procédé disposent de fiches de données sécurité (FDS). L'objet de la FDS est d'informer l'utilisateur de ces composants sur les dangers éventuels liés notamment à leur utilisation et sur les mesures préventives à adopter pour les éviter, notamment par le port d'équipements de protection individuelle (EPI).

Les FDS sont fournies par le fabricant sur simple demande.

Au-delà de la prise en compte des risques générés par les composants, leurs modes de mise en œuvre conditionnent également la définition des moyens de protection adaptés.

Une attention particulière est notamment requise lors des opérations de ponçage ou de perçage et lors des applications mécaniques par projection.

Des mesures de protection collective sont à définir, adaptées aux besoins du chantier, afin de réduire l'exposition aux risques des travailleurs. Elles sont à compléter d'EPI, également adaptés aux tâches à réaliser et aux produits mis en œuvre (consulter les FDS).

1.2.2. Durabilité

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 du procédé est liée à la bonne mise en œuvre du système. Celle-ci doit être réalisée conformément au § 2.4 du Dossier Technique.

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 micro-organismes peuvent nécessiter un entretien d'aspect avant 10 ans.

1.2.3. Impacts environnementaux

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

Il est rappelé que cette DE n'entre pas dans le champ d'examen d'aptitude à l'emploi du procédé.

1.3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

La mise en œuvre de ce système doit être réalisée par une entreprise spécialisée en raison du soin particulier que nécessite cette technique de pose. La mise en œuvre du système devra être effectuée dans le respect des dispositions préconisées, notamment une vigilance particulière sur le respect du temps ouvert et du double encollage des modules.

La mise en œuvre de ce système nécessite un traitement de fractionnement de la façade tel décrit au § 2.4.4.1 du Dossier Technique et un accompagnement des entreprises de pose.

A ce titre, une fiche de chantier (cf. Annexe A) est fournie systématiquement par la société GEOPIETRA et doit être complétée par l'entreprise de pose.

La pose des chevilles de fixation est réalisée à travers la couche d'enduit de base armée et la couche de colle GEOCOLL® armée.

L'épaisseur maximale des panneaux isolants visés est limitée à 200 mm.

Les réalisations effectuées, dont les plus anciennes remontent à 1995, se comportent dans l'ensemble de façon satisfaisante.

2. Dossier Technique

Issu des éléments fournis par le titulaire et des prescriptions du Groupe Spécialisé acceptées par le titulaire

2.1. Mode de commercialisation

2.1.1. Coordonnées

Le procédé est commercialisé par le titulaire.

Titulaire : Société GEOPIETRA
Via della Ferrovia 74/E
IT-25080 GAVARDO

Tél. : +39 (0)0 36 53 31 41

Fax : +33 (0)0 36 53 41 42
Email : info@geopietra.it

Internet : www.geopietra.com

2.1.2. Mise sur le marché

En application du règlement (UE) n° 305/2011, :

- le produit de collage GEOCOLL fait l'objet d'une déclaration de performances (DdP) établie par le fabricant selon la NF EN 998-1. Les produits conformes à cette DdP (n° 668-CPR-16-10) sont identifiés par le marquage CE.
- le produit de jointoiement GEOBI fait l'objet d'une déclaration de performances (DdP) établie par le fabricant selon la NF EN 998-1. Les produits conformes à cette DdP (n° 669-CPR-18-02) sont identifiés par le marquage CE.

2.1.3. Identification

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

2.2. Description

2.2.1. Principe

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 hydraulique, obtenu à partir d'une poudre mélangée à de l'eau, armé d'un treillis en fibres de verre et appliqué directement sur des panneaux en polystyrène expansé fixés mécaniquement par chevilles sur le mur support.

La finition est assurée par des pierres reconstituées à base de pierre volcanique et ciment.

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_V3 de septembre 2018), dénommé dans la suite du texte « CPT enduit sur PSE ».

2.2.2. Caractéristiques des composants

2.2.2.1. Produit de calage

A 96 (société FASSA BORTOLO SRL) : poudre à base de ciment blanc, à mélanger avec 26 % en poids d'eau.

- Caractéristiques : cf. ETA-07/0280 -"FASSATHERM CLASSIC"

2.2.2.2. Panneaux isolants

Panneaux en polystyrène expansé ignifugé (classé au moins E) blanc ou gris, conformes à la norme NF EN 13163 en vigueur, faisant l'objet d'un marquage CE, d'une Déclaration des Performances, d'une Fiche de Données de Sécurité (FDS) et d'un certificat ACERMI en cours de validité. Les dimensions de ces panneaux sont 1 000 x 500 mm ou 1 200 x 600 mm et l'épaisseur maximale est de 200 mm. Ils présentent les performances suivantes :

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

2.2.2.3. Chevilles de fixation pour isolant

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

2.2.2.4. Produit de base

A 96 (société FASSA BORTOLO SRL) : produit identique au produit de calage (cf. § 2.2.2.1).

2.2.2.5. Armatures

2.2.2.5.1. Armatures normales

Armatures normales visées dans l'ETA-07/0280 "FASSATHERM CLASSIC", faisant l'objet d'un Certificat QB en cours de validité et présentant les performances suivantes :

T ≥ 1 Ra ≥ 1 M = 2 E ≥ 2

Référence	Société
R 131 A 101 C+	Saint-Gobain Adfors
R 131 A 102 C+	Saint-Gobain Adfors
FASSANET 160 (0161–CA)	Gavazzi Tessuti Tecnici
SSA-1363 F+	Valmieras Stikla Skiedra

2.2.2.5.2. Armature de renfort

Armature de renfort en fibres de verre **GEORETE 315** (GM 533 de la société Günther Kast GmbH) destinée à être marouflée dans la couche de colle GEOCOLL® fixant les éléments en pierres reconstituées.

- Caractéristiques :
  - Maille : 15 x 15 mm
  - Masse surfacique : 315 g/m²
  - Résistance à la traction (EN 13934-1) : ≥ 2800 N/50 mm.

2.2.2.6. Produit de collage des éléments en pierres reconstituées

GEOCOLL® (société FASSA BORTOLO SRL) : mortier-colle selon norme NF EN 998-1, constitué d'une poudre à base de ciment et de chaux hydraulique naturelle.

- Caractéristiques :
  - Masse volumique (EN 1015-6) : 1565 g/L
  - Résistance à la compression (MPa) : ≥ 9
  - Résistance à la flexion (MPa) : ≥ 4

2.2.2.7. Revêtement de finition de type éléments en pierre reconstituées

Eléments en pierre reconstituées **GEOPIETRA®** composés de pierre volcanique, ciment Portland CEM I 52,5 R pour usage extérieur, listées dans les tableaux 3.

Les éléments sont disponibles en modules ou en éléments individuels. Ils sont disponibles en 7 profils et 12 couleurs de base (cf. tableau 3b).

L'ensemble des désignations commerciales sont listées dans le tableau 3a. Chacune des désignations commerciales est composée de différentes teintes de base (cf. tableau 3b). Pour chaque désignation commerciale, l'estimation du coefficient d'absorption du rayonnement solaire s'effectue par calcul, sur la base de la moyenne des coefficients d'absorption solaire de chaque teinte de base pondérée par le ratio de chaque surface qu'elle occupe (cf. tableau 3c)

Le coefficient d'absorption du rayonnement solaire des éléments en pierres reconstituées est limité à 0,8 dans le cas d'une pose du procédé à joint sec, pour des altitudes comprises entre 900 et 2000 m et pour des bâtiments de hauteur limité à R+0, avec un maximum de 3 m (hors point de pignon). Dans tous les autres cas, le coefficient d'absorption du rayonnement solaire des éléments en pierres reconstituées est limité à 0,7.

- Caractéristiques (cf. tableaux 3) :
  - Modules :
    - Longueur : 20 à 50 cm ;
    - Largeur : 10 à 12,5 cm.
  - Eléments individuels :
    - Surface : 50 à 1600 cm²
  - Masse volumique : 1300 kg/m^3
  - Résistance à la compression (EN 14617-15) : > 10 MPa.

2.2.2.8. Produit de jointoiement des éléments en pierres reconstituées

GEOBI (société FASSA BORTOLO SRL) : mortier de jointoiement bi-composant constitué d'un composant GEOBI A, à base de ciment et de chaux et d'un composant GEOBI B à base de pierre ponce, à mélanger avec de l'eau.

- Caractéristiques :
  - Composant A :
    - Masse volumique (kg/m^3) : 1 800
    - Taux de cendres à 450°C (% par rapport au poids sec) : 99,5 ± 0,5
    - Taux de cendres à 900°C (% par rapport au poids sec) : 62,0 ± 3,0
  - Composant B :
    - Masse volumique (kg/m^3) : 900

- Produit durci :
  - Module d'élasticité dynamique à 28 jours (MPa) : 9000
  - Résistance à la compression à 28 jours (MPa) : > 8
  - Résistance à la flexion à 28 jours (MPa) : > 3,5
  - Coefficient de diffusion à la vapeur d'eau : μ ≤ 35.

2.2.3. Autres composants

Panneaux incombustibles en laine de roche (Euroclasse A1) conformes à la norme NF EN 13162 en vigueur, destinés à créer des barrières horizontales de protection incendie, en recoupement du polystyrène expansé (cf. § 2.4.3), de hauteur maximale 200 mm. Ces panneaux bénéficient d'un certificat ACERMI en cours de validité, et répondant aux exigences du § 2.3 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_V2 de février 2017). Les épaisseurs des panneaux sont indiquées dans chaque certificat et ne doivent pas dépasser 200 mm.

- Références :

ECOROCK MONO (société Rockwool) : panneaux mono-densité non revêtus, de dimensions 1200 × 600 mm.

BANDES ISOVER TF (société Saint-Gobain Isover) : panneaux mono-densité non revêtus, de dimensions 1200 × 200 mm.

ISOVER TF 36 (société Saint-Gobain Isover) : panneaux mono-densité non revêtus, de dimensions 1200 × 200 mm ou 1200 × 600 mm et d'épaisseur maximale 150 mm. Au-delà de cette épaisseur, la pose en bandes filantes n'est pas autorisée.

SmartWall FireGuard (société Knauf Insulation) : panneaux mono-densité revêtus, de dimensions 1200 x 400 mm. La face revêtue striée est destinée à recevoir le produit de calage. L'autre face revêtue est destinée à recevoir l'enduit de base.

FKD-MAX C2 (société Knauf insulation) : panneaux mono-densité revêtus de dimensions 1200 x 400 mm. La face revêtue striée est destinée à recevoir le produit de calage. L'autre face revêtue est destinée à recevoir l'enduit de base.

- Stockage : les panneaux doivent être stockés à l'abri des chocs et des intempéries. L'ouverture des emballages doit s'opérer le plus près possible de l'emplacement de pose.

2.2.4. Accessoires

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

- Profilés de départ en aluminium de 10/10e mm ou plus,
- Renforts d'arêtes,
- Profilés de couronnement,
- Profilé de protection latérale,
- Renforts d'angles en PVC ou aluminium et fibres de verre intégrées,
- Bande calfeutrante en mousse imprégnée pour l'étanchéité des joints,
- Joint de dilatation en caoutchouc et fibres de verre,
- Couvre-joint,
- Mousse de polyuréthanne expansive ou produit similaire.

2.3. Disposition de conception

Le choix et la densité des chevilles doivent être déterminés en fonction de l'action du vent en dépression et de la résistance caractéristique de la cheville 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'Évaluation Technique Européenne de la cheville ou supports existants de la 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'Évaluation Technique Européenne 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'Évaluation Technique Européenne de la cheville vise la catégorie d'utilisation du support considéré.

2.4. Dispositions de mise en œuvre sur béton ou maçonnerie

2.4.1. Conditions générales de mise en œuvre

Seuls les composants listés au § 2.2 du Dossier Technique sont visés. En particulier, seules les pierres reconstituées définies au § 2.2.2.7 et listées aux tableaux 3 sont visées.

La nature, la reconnaissance et la préparation des supports, ainsi que la mise en œuvre sont réalisées conformément au « CPT enduit sur PSE » à l'exception de la pose des chevilles réalisée après application de l'enduit de base armé et de la couche de colle GEOCOLL® armée. Elle est également complétée par un traitement de fractionnement de la façade a minima tous les 10 mètres verticalement et 6 mètres horizontalement.

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

La mousse de polyuréthanne n'est destinée qu'au calfeutrement des joints entre panneaux de largeur inférieure à 5 mm. Elle ne doit pas être utilisée pour pallier des manques d'isolant importants (angles cassés par exemple).

En cas de joints ouverts de largeur comprise entre 5 mm et 10 mm, ceux-ci doivent être rebouchés à l'aide de lamelles d'isolant en polystyrène expansé.

Il convient notamment de veiller à maitriser le délai de séchage entre la pose des panneaux isolants et l'enduisage, et de ne pas mettre en œuvre l'enduit sur supports exposés au rayonnement direct du soleil, notamment en été.

Seule la fixation mécanique par chevilles est visée.

La pose des chevilles doit être effectuée conformément aux plans de chevillage du Dossier Technique (cf. Figure 1).

Le montage des chevilles « à cœur » n'est pas visé dans le présent Avis.

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

Par temps froid et humide, le séchage du produit de calage, de l'enduit de base et du produit de collage des éléments en pierres reconstituées 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 doit être de 4,5 mm.

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

2.4.2. Conditions spécifiques de mise en œuvre

Les différentes étapes de la mise en œuvre du procédé MASTROSISTEMA sont illustrées dans la Figure 2.

Un schéma de principe du procédé est illustré en Figure 3.

2.4.2.1. Mise en place des panneaux isolants

Calage des panneaux isolants

Il est réalisé à l'aide du produit **A 96**.

- Préparation : mélanger la poudre avec environ 26 % en poids d'eau (soit environ 6,5 L d'eau par sac de 25 kg), à l'aide d'un malaxeur électrique, jusqu'à l'obtention d'une pâte homogène.
- Temps de repos avant application : environ 5 minutes.
- Durée pratique d'utilisation : environ 2 heures à 20 °C et 70 % HR.
- Modes d'application : calage en plein uniquement, à la taloche crantée (arrondie 15mm) et chevillage systématique ultérieur.
- Consommation : au moins 6,0 kg/m² de produit en poudre.
- Temps de séchage avant nouvelle intervention : le lendemain avec un minimum de 16 heures, suivant les conditions climatiques

2.4.2.2. Dispositions particulières

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

2.4.2.3. Mise en œuvre de l'enduit de base en partie courante

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

Préparation de l'enduit de base A 96

- Préparation : mélanger la poudre avec environ 26 % en poids d'eau (soit environ 6,5 L d'eau par sac de 25 kg).
- Temps de repos avant application : 5 minutes.

Conditions d'application de l'enduit de base A 96

- Application manuelle en deux passes avec délai d'attente entre passes :
  - Application d'une première passe à raison d'environ 4,2 kg/m² de produit en poudre à la taloche inox crantée.
  - Marouflage de l'armature à la taloche inox.
  - Séchage d'au moins 24 heures.
  - Application d'une seconde passe à raison d'environ 2,1 kg/m² de produit en poudre à la taloche inox.

Ou

- Application manuelle en deux passes sans délai de séchage entre passes (frais dans frais) :
  - Application de la première passe à raison d'environ 4,2 kg/m² de produit en poudre à la taloche inox crantée.
  - Marouflage de l'armature à la taloche inox.
  - Application d'une seconde passe à raison d'environ 2,1 kg/m² de produit en poudre à la taloche inox.

Epaisseur minimale à l'état sec

L'épaisseur minimale de la couche de base armée à l'état sec doit être de 4,5 mm.

Délai d'attente avant nouvelle intervention

Au moins 24 heures.

Par temps froid et humide, le séchage peut nécessiter plusieurs jours.

2.4.2.4. Mise en œuvre des éléments en pierres reconstituées

2.4.2.4.1. Application du produit de collage armé GEOCOLL® et fixation mécanique

- Préparation : mélanger la poudre GEOCOLL® avec environ 30 % en poids d'eau (soit environ 7,5 L d'eau par sac de 25 kg), à l'aide d'un malaxeur électrique, jusqu'à l'obtention d'une pâte homogène.
- Temps de repos avant application : environ 10 minutes.
- Durée pratique d'utilisation : 30 à 40 minutes
- Conditions d'application : application manuelle en deux passes avec délai d'attente entre passes :
  - Percer à l'aide d'une perceuse avec un foret de 8 mm sur une profondeur d'au moins 10 mm au-delà de l'ancrage, de façon à créer un quadrillage de mailles de dimensions 40x40 cm (6 chevilles/m² - cf. figure 2). Dans les zones périphériques (2 mètres à partir des angles de l'édifice), le nombre de chevilles doit augmenter et passer à 12 chevilles/m², en intégrant une cheville au milieu du quadrillage (cf. figure 1).
  - Application d'une première passe à raison d'environ 1,5 kg/m² de produit en poudre (1 à 1,5 mm d'épaisseur) à la taloche lisse.
  - Marouflage de l'armature de renfort **GEORETE** à la taloche inox, avec un recouvrement de 10 cm entre deux lés et recouvrement des arêtes.
  - Insertion et fixation des chevilles Ejotherm STR U 2G en veillant à ce qu'elles aient une bonne tenue. Du fait de l'application d'une passe de produit GEOCOLL®, le trou d'ancrage de la cheville doit être dégagé avec un foret avant insertion des fixations. Un retrait et un remplacement des chevilles qui ne font pas prises doivent être effectués. Dans le cas d'un remplacement de cheville, un nouveau perçage, décalé en diagonale du premier, doit être réalisé.
  - Application d'une seconde passe à raison d'environ 2,5 kg/m² de produit en poudre (1,5 à 2 mm d'épaisseur) à la taloche inox afin de recouvrir l'armature de renfort et les têtes de chevilles.
- Temps de séchage avant collage des éléments en pierres reconstituées : au moins 24 heures.

Fixation

Les résistances au vent en fonction du nombre de chevilles sont données dans le tableau 1. 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 6 chevilles par m² en partie courante.

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 1.

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

2.4.2.4.2. Pose des éléments en pierres reconstituées GEOPIETRA®

Pour obtenir un aspect visuel satisfaisant, il faut veiller à poser les éléments GEOPIETRA® comme la pierre naturelle.

Avec un crayon ou un traceur, dessiner sur le mur à recouvrir des lignes horizontales séparées de 20 à 30 cm qui serviront de repère pour la pose de l'assise suivante.

Avant de commencer, distribuer une quantité suffisante de pierres à proximité de la zone de travail en les choisissant dans des boites et des palettes différentes afin d'avoir une bonne possibilité de choix.

Pendant la pose, essayer d'obtenir une composition équilibrée de formes, dimensions, couleurs, épaisseurs et veines.

Commencer toujours par les pièces d'angle, en partant par le bas et par les pièces les plus grandes.

Chaque pierre est placée décalée par rapport à la pierre située dessous de façon à « lier » et à donner une unité au mur (cf. figure 4).

Collage des éléments en pierres reconstituées :

Il est réalisé à l'aide du produit **GEOCOLL®**.

- Préparation : telle que définie au § 2.4.2.4.1.
- Temps de repos avant application : environ 10 minutes.
- Durée pratique d'utilisation : environ 2 heures à 20 °C et 70 % HR.
- Modes d'application par double encollage :
  - Application du produit de collage à la truelle sur toute la surface au dos de la pierre et dépôt d'un voile de 2 mm de produit de collage sur le support (environ 3 kg/m² de produit en poudre), à l'endroit où va être posé l'élément.
  - La pierre chargée de produit de collage (environ 7 kg/m² de produit en poudre) est pressée immédiatement contre le mur et bien insérée dans le produit de collage grâce à de petits mouvements latéraux jusqu'à obtenir la sortie du produit de collage en excès et une adhérence parfaite.
  - Éviter de faire adhérer la pierre en tapant dessus avec le poing ou un marteau en caoutchouc.
  - En cours de pose, l'entreprise doit vérifier régulièrement que le double encollage (frais dans frais) soit réalisé correctement et que l'écrasement des sillons soit au moins sur 70 % de la surface du procédé MASTROSISTEMA et du support.
- Consommation : au moins 9/10 kg/m² de produit en poudre (consommation globale par double encollage).
- Temps de séchage avant nouvelle intervention : au moins 24 heures.

2.4.2.4.3. Jointoiement entre éléments en pierres reconstituées GEOPIETRA®

Pose à joint sec :

Lors de la pose à joint sec, il se peut que de petits espaces demeurent entre les éléments. Dans ce cas, il est possible de remplir ces interstices avec le mortier de jointoiement bi-composant GEOBI préparé telle que décrit ci-dessous.

A noter que dans cette configuration, le produit de collage GEOCOLL® déborde dans les joints sans être visible en surface du parement.

Pose à joint garni avec le produit de jointoiement GEOBI :

Dans le cas d'une réalisation de joints, celle-ci se déroulera dans les conditions définies dans le NF DTU 52.2 avec le joint GEOBI.

- Préparation : les composants GEOBI A et GEOBI B sont mélangés en respectant la proposition 1 pour 1 et 18 (± 1) % d'eau jusqu'à obtention d'une pâte homogène.
- Temps de repos avant application : environ 10 minutes.
- Durée pratique d'utilisation : 30 à 40 minutes.
- Mode d'application : manuelle à l'aide de la poche à douille GEOPIETRA prévue à cet effet.
  - La consistance du produit doit permettre de remplir complètement le joint sans coulure ni égouttage sur la surface des pierres. Le bec de la poche à douille doit être inséré au fond des interstices entre les pierres afin d'injecter la quantité de joint suffisante pour le remplir en une seule fois. Le sachet doit être rempli en continu, même par petites doses, et le joint appliqué si possible, frais dans frais, pour un remplissage homogène sur la même portion de mur.
  - Le joint ne doit surtout pas être travaillé tant qu'il est souple. Ce n'est qu'après avoir obtenu une consistance assez dure (dès lors qu'il ne laisse plus de traces de salissures sur la peau si on le touche du bout des doigts) qu'on pourra pousser le mortier dans le joint à l'aide d'un petit bâton en bois, puis le répartir et le modeler à volonté.
  - Après 20 à 30 minutes de pose minimum, les joints pourront éventuellement être brossés avec un petit balai en sorgho ou une brosse végétale.
  - Les surfaces fraîchement jointoyées doivent être protégées de la pluie à l'aide de bâche jusqu'au durcissement complet du joint.
- Consommation : au moins 4 à 6 kg/m² de produit en poudre.
- Temps de séchage avant nouvelle intervention : au moins 24 à 48 heures.

2.4.3. Conditions particulières de mise en œuvre dans le cadre de dispositions vis-à-vis de la propagation du feu en façade

Comme indiqué dans le § 1.2.1.2. de la partie Avis, lorsque la réglementation relative à l'ouvrage concerné nécessite la prise en compte de dispositions vis-à-vis de la propagation du feu en façade, les configurations du système devront respecter les indications de l'appréciation de laboratoire n° AL-18-243 en date du 05 février 2019 délivrée par le laboratoire CSTB.

Concernant la mise en œuvre des bandes filantes, 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_V2 de février 2017). En particulier :

- les produits utilisables pour la réalisation des bandes filantes sont les panneaux en laine de roche décrits au § 2.2.3,
- seule la cheville Ejotherm STR U 2G est utilisable.

La mise en œuvre des bandes filantes doit être réalisée conformément au § 3 du *Cahier du CSTB* 3714_V2 de février 2017).

La hauteur des bandes filantes ne doit pas excéder 200 mm et l'épaisseur doit être conforme à la réglementation en vigueur, sans toutefois excéder 200 mm.

2.4.4. Traitements des points singuliers

Le traitement des points singuliers (départs, arrêts, angles, etc.) est illustré aux figures 5 à 10.

2.4.4.1. Joints de fractionnement

Un joint vertical doit être réalisé tous les 10 mètres et un joint horizontal doit être réalisé tous les 6 mètres, ou moins, en fonction des contraintes architecturales.

Il s'agit d'un espace entièrement réservé, rempli lors des travaux de finition d'un mastic polyuréthane bénéficiant d'un label SNJF Façade de classe 25 E, ne tachant pas les éléments de revêtement. Un profilé métallique ou un profilé PVC à garniture compressible peuvent également être utilisés.

2.4.4.2. Angles sortants et rentrants

Angles sortants :

Des éléments d'angles spécifiques développés en deux parties pour donner la tridimensionnalité sont disponibles pour couvrir les angles sortants (cf. figure 6).

Les éléments d'angle entraînent un risque possible de fissuration, sans remettre en cause la durabilité de l'ouvrage. Un joint de fractionnement vertical du revêtement doit être réalisé à moins d'un mètre des angles du bâtiment.

Angles rentrants :

Pour une pose à joint sec, un espace de même épaisseur que la pierre est laissée (cf. figure 6a).

Pour une pose à joint garni avec le produit de jointoiement GEOBI, les éléments sont croisés l'un sur l'autre (cf. figure 6b).

2.4.4.3. Encadrement de baies

Le traitement des baies sera réalisé avec :

- un appui de fenêtre avec goutte d'eau (cf. figure 7a),
- un contour de fenêtre avec revêtement de l'intrados (cf. figure 7b).

2.4.4.4. Arêtes supérieures – dessus d'acrotère

Les arêtes supérieures doivent être protégées par une corniche, bandeaux ou bavettes (cf. figure 8).

Le dessus d'acrotère doit être protégé par une couvertine formant une goutte d'eau (cf. figure 9).

2.4.4.5. Jonction avec le système « FASSATHERM CLASSIC / Couche de base A96 »

Jonction des systèmes « MASTROSISTEMA » et « FASSATHERM CLASSIC / Couche de base A96 » avec épaisseur d'isolant différente :

La désolidarisation entre l'isolant derrière le système MASTROSISTEMA et le profilé de départ est réalisé avec un mastic sur fond de joint ou une bande de mousse imprégnée pré-comprimée.

- Solution 1A : L'espace entre la dernière rangée de pierre reconstituée et le profilé est comblé par le mortier de jointoiement **GEOBI**.
- Solution 1B : Le profilé de départ est posé au contact de la dernière rangée de pierre reconstituée (cf. Figure 10a).

Jonction des systèmes « MASTROSISTEMA » et « FASSATHERM CLASSIC / Couche de base A96 » avec épaisseur d'isolant identique :

Un profilé de protection « goutte d'eau » est positionné au-dessus de la dernière rangée de pierres reconstituées, il s'insère entre la couche de base **A 96** et la couche de colle **GEOCOLL®** (cf. Figure 10b).

La désolidarisation entre le profilé de protection « goutte d'eau » et la finition de l'ETICS « FASSATHERM CLASSIC / Couche de base A96 » est réalisée avec un mastic sur fond de joint ou une bande de mousse imprégnée pré-comprimée.

2.5. Maintien en service du produit ou procédé

L'entretien, la rénovation et la réfection des dégradations doivent être effectuées conformément aux § 6.1 et 6.2 du « CPT enduit sur PSE ».

2.6. Traitement en fin de vie

Pas d'information apportée.

2.7. Assistance technique

La Société GEOPIETRA 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 procédé. Une fiche chantier (cf. Annexe A) est fournie systématiquement par le demandeur et doit être complétée par l'entreprise de pose.

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.

2.8. Fabrication et de contrôle

2.8.1. Fabrication

La fabrication du produit de base, des armatures normales et de la cheville de fixation et l'attestation de leur conformité sont définies dans l'ETA-07/0280 - « FASSATHERM CLASSIC ».

Les produits A96, GEOCOLL®, et GEOBI sont fabriqués à l'usine de la société FASSA BORTOLO à Spresiano (Italie).

Le treillis GEORETE est fabriqué à l'usine de la société Günther Kast GmbH à Sonthofen (Allemagne).

Les pièces de pierre reconstituées GEOPIETRA® sont fabriquées dans l'usine située à Greencastle, Pennsylvanie, États-Unis.

2.8.2. Contrôles

2.8.2.1. Contrôles sur le produit A96

Les contrôles ou les 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-07/0280 - « FASSATHERM CLASSIC ».

2.8.2.2. Contrôles sur le produit GEOCOLL®

- Contrôle sur le produit en poudre : Granulométrie (une fois/jour)
- Contrôles sur produit préparé :
  - Masse volumique (une fois/jour)
  - Rétention d'eau (une fois/jour)
  - Temps de prise (une fois/semestre)
  - Flow test (une fois/trimestre)
  - Résistance à la compression (EN 1015-11) (une fois/trimestre)
  - Résistance à la flexion (EN 1015-11) (une fois/trimestre)
  - Absorption d'eau (une fois/an)

2.8.2.3. Contrôles sur le produit GEOBI

Le mortier de jointoiement GEOBI est fabriqué dans une usine certifiée ISO 9001 à Spresiano (Italie).

- Contrôles sur le produit GEOBI A :
  - Granulométrie (une fois/jour)
  - Couleur (une fois/lot).
- Contrôles sur produit préparé :
  - Rétention d'eau (une fois/jour)
  - Temps de prise (une fois/semestre)
  - Flow test (une fois/trimestre)
  - Résistance à la compression (EN 1015-11) (une fois/trimestre)
  - Résistance à la flexion (EN 1015-11) (une fois/trimestre)
  - Absorption d'eau (une fois/an)

2.8.2.4. Contrôles sur les éléments en pierre reconstituées GEOPIETRA®

- Contrôles sur les produits finis :
  - Aspect / couleur (une fois/jour)
  - Dimensionnel (une fois/jour)
  - Cisaillement après action de la chaleur (une fois/semestre)
  - Adhérence après action du gel/dégel (une fois/semestre).

2.9. Conditionnement, manutention et stockage

2.9.1. Conditionnement

Produit	Conditionnement
A96	sac en papier de 25 kg
GEOCOLL®	sac en papier de 25 kg
GEOBI A	sac en papier de 25 kg
GEOBI B	sac en papier de 7 kg

2.9.2. Stockage

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

Les produits en poudre doivent être conservés comme indiqué dans les fiches techniques.

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

Les panneaux isolants humides, endommagés, déformés ou souillés ne doivent pas être posés.

2.10. Mention des justificatifs

2.10.1. Résultats Expérimentaux

- cf. ETA-07/0280 : système « FASSATHERM CLASSIC »
- Rapport de classement CSTB no. RA 16-0255 : réaction au feu du système.
- Appréciation de laboratoire CSTB no. AL 18-243 en date du 05/02/2019.
- Rapport d'expertise DEB/RE2B-2021-122-KZ/NZ : Etude d'évaluation des écarts max de températures atteintes dans le procédé MASTROSISTEMA.
- Rapport d'expertise DEB/R2EB-2021-087-KZ/LB : Etude des transferts hygrothermiques dans le procédé MASTROSISTEMA.

2.10.2. Références chantiers

- Date des premières applications : 1995.
- Importance des réalisations européennes actuelles : plus de 700 000 m².

2.11. Annexe du Dossier Technique – Schémas de mise en œuvre

Tableau 1 : Résistances de calcul à l'action du vent en dépression, indiquées en Pa (e : épaisseur d'isolant en mm) – montage « à fleur »

	Nombre de chevilles par m²	
	6	**12**
60 mm ≤ e < 80 mm	1185	2370
80 mm ≤ e < 100 mm	1525	3055
100 mm ≤ e ≤ 200 mm	1635	3270

Tableau 2 : Chevilles de fixation pour isolant

La classe minimale de la cheville dans le support considéré doit être de 8, ce qui correspond à une résistance caractéristique de 300 N.

Toutes les chevilles du tableau ci-dessous sont utilisables pour fixer des panneaux isolants en PSE en partie courante.

Référence	**Type de cheville**		**Usage**	**Type de pose**		**Catégorie de support**	**Caractéristiques selon ETA**
	à frapper	**à visser**	**Bande de recoupement**	**à fleur**	**à cœur**		
Ejotherm STR U 2G		x	x	x		A, B, C, D, E	04/0023

A : béton de granulats courants

B : maçonnerie d'éléments pleins

C : maçonnerie d'éléments creux

D : béton de granulats légers

E : béton cellulaire autoclavé

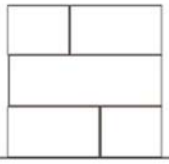
Il est impératif de consulter l'ETA de la cheville de fixation pour avoir toutes les informations liées à son usage.

Tableau 3 : Caractéristiques des éléments en pierres reconstituées GEOPIETRA®

Tableau 3a : Désignations commerciales

Réf.	Nom commercial	Type de pierre	Epaisseur (cm)	Poids secs des élément (kg/m²)
P90	Devero	Ecaille	3/5	36
P29	Vesio	Ecaille	3/5	42
P86	Versillia	Ecaille	3/7	33
P78	Moderno	Ecaille	3/7	37
P76	Valdostano	Ecaille	3/7	39
P02	Blumone	Ecaille	3/7	37
P19	Toce	Ecaille	4/5	39
P39	Picedo	Ecaille	4/6	31
P32	Iseo	Opus incertum	3/6	37
P83	Maso	Opus incertum	3/6	40
P03	Botticino	Opus incertum	4/6	41
P04	Lavone	Opus incertum	3/5	39
P17	Turano	Opus incertum	3/6	36
P37	Morsone	Opus incertum	3/5	33
P33	Borgo	Pierre de taille	3/7	48
P80	Virle	Pierre de taille	3/6	45
P81	Garda	Pierre de taille	3/5	46
P84	Badia	Pierre de taille	3/6	40
P01	Bergamo	Pierre de taille	3/5	41
P18	Vallese	Pierre de taille	3/4	34
P23	Stino	Pierre de taille	3/5	42
P72	Toscano	Pierre de taille	3/5	37
P88	Alberese	Pierre de taille	3/7	44
P38	Conero	Pierre de taille	3/4	36
P89	Chianti	Spontane	3/7	45
P87	Rivarolo	Spontane	3/7	47
P31	Moniga	Spontane	3/6	41
P82	Liguria	Spontane	3/7	40
P05	Camuna	Spontane	3/7	35
P06	Cascata	Spontane	4/7	39
P70	Contadino	Spontane	3/7	41
P71	Collinare	Spontane	3/6	44
P73	Rurale	Spontane	3/7	43
P74	Morenico	Spontane	3/5	47
P75	Ono Degno	Spontane	3/7	46
P77	Alpe	Spontane	3/7	37
P79	Burago	Spontane	3/6	37
P85	Valeggio	Spontane	3/5	38
P14	Sasso fiume	Spontane	3/5	27
P15	Sasso lago	Spontane	3/5	34
P20	Sasso lungo	Spontane	6/7	42
P91	Briano	Spontane	3/6	45
P92	Sesia	Spontane	4/6	42
P35	Graffio	Château	3/4	35
P34 SM	Creativo small	Château	3/4	45
P34 LA	Creativo large	Château	3/4	43
P26	Mediterraneo	Château	3/4	41
P07	Scozzese	Chateau	3/4	39
P41	Arcadio	Chateau	3	33
P36	Rigo	Panneau	2/5	30
P16	Scaglia	Panneau	2/5	39
P12	Montepanel	Panneau	4/6	32
PMR	Melange à la demande plates	-	3/7	-

Tableau 3b : Profils et couleurs de base des éléments en pierres reconstituées GEOPIETRA® et des produits de jointoiement

Profils		
Profil : ÉCAILLE	Profil : OPUS INCERTUM	Profil : PIERRES DE TAILLE
Profil : SPONTANE	Profil : CHÂTEAU	Profil : PANNEAU 
Profil : TERRAKOTTA		

Couleurs de bases			
BLANC MARBRE (BM) αenh=60	BLANC TERRE (BT) αenh=64	GRIS TERRE (GT) αenh=70	GRIS PERLE (GP) αenh=89
BLANC RÉEL (BR) αenh=59	LIONE (LI) αenh=67	MARRON TERRE (MT) αenh=80	MARRON COSTA (MC) αenh=81
MARON RÉEL (MR) αenh=81	LIMO (LM) αenh=73	FIORDO (FI) αenh=77	SAVANA (SA)) αenh=71

Couleurs des joints			

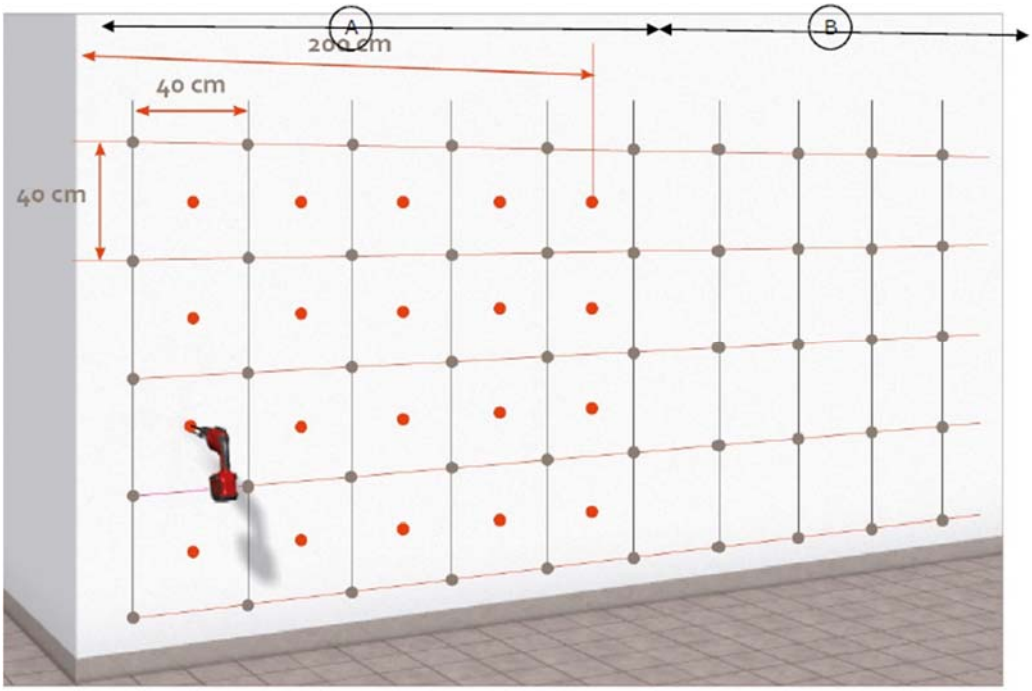
MA MARCHE	MARCHE (MA) ρenh=52 αenh=48	GR GRIGIO	GRIGIO (GR) ρenh=40 αenh=60

Tableau 3c : Exemple de calcul du coefficient d'absorption solaire

Exemple le PP78 MODERNO GC

	teintes de base	Facteur de réflexion et facteur d'absorption	% (occupée en surface)	
	Blanc Terre (BT)	$\rho e^{nh}=36$	54%	$\rho e^{nh}=34.24$ $\alpha e^{nh}=65.76$
		$\alpha e^{nh}=64$		
	Gris Terre (GT)	$\rho e^{nh}=30$	36 %	
		$\alpha e^{nh}=70$		
	Joint Grigio (GR)	penh=40	10 %	
		$\alpha e^{nh}=60$		

Figure 1 : Plans de chevillage



A – Chevillage correspondant à une densité de 12 chevilles / m²

B – Chevillage correspondant à une densité de 6 chevilles / m².

Figure 2 : Pas à pas de mise en œuvre du procédé MASTROSISTEMA

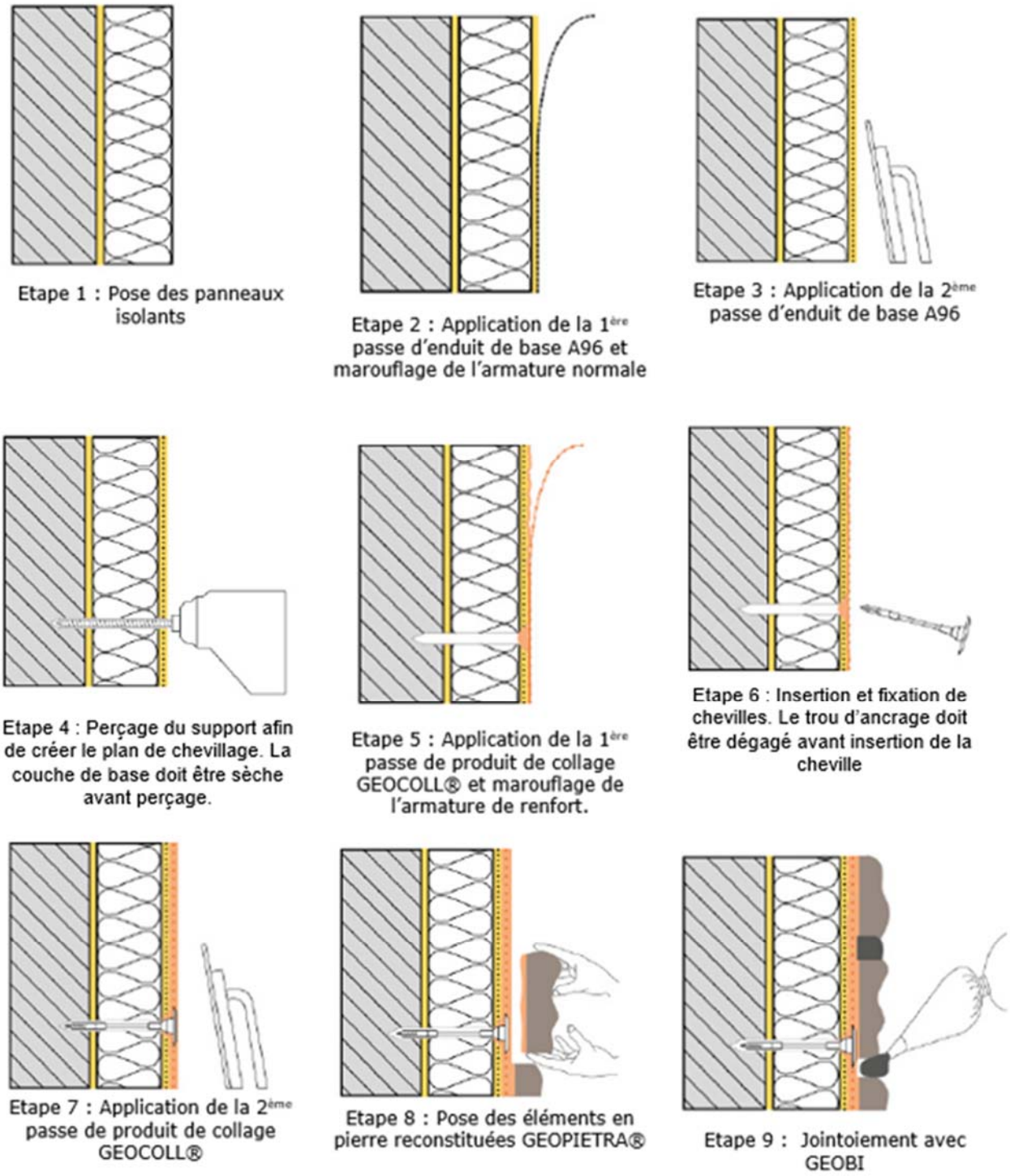
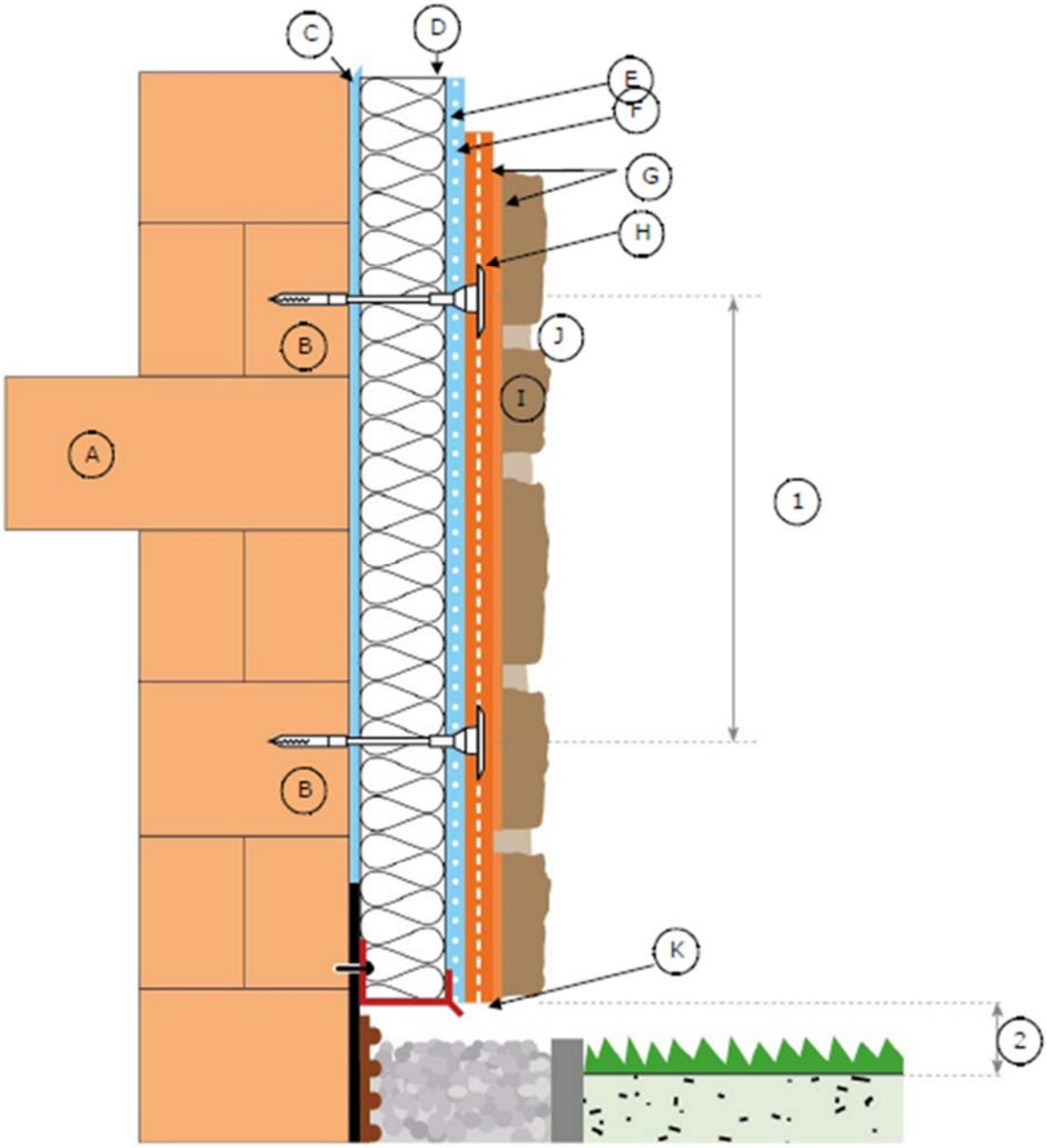


Figure 3 : Principe générale du procédé MASTROSISTEMA



A – Mur support
B – Chevilles de fixation Ejotherm STR 2G
C – Produit de collage et de calage A 96
D – Panneaux isolants
E – Couche de base A 96
F – Treillis FASSANET 160
G – Enduit GEOCOLL
H – Treillis de support GEORETE
I – Revêtement GEOPIETRA®
J – Mortier de jointoiement bi-composant GEOBI
K – Profilé de départ
1 – 40 cm maximum entre chevilles
2 – ≥ 150 mm

Figure 4 : Gestion des jointoiements lors de la pose des éléments en pierre reconstituées GEOPIETRA

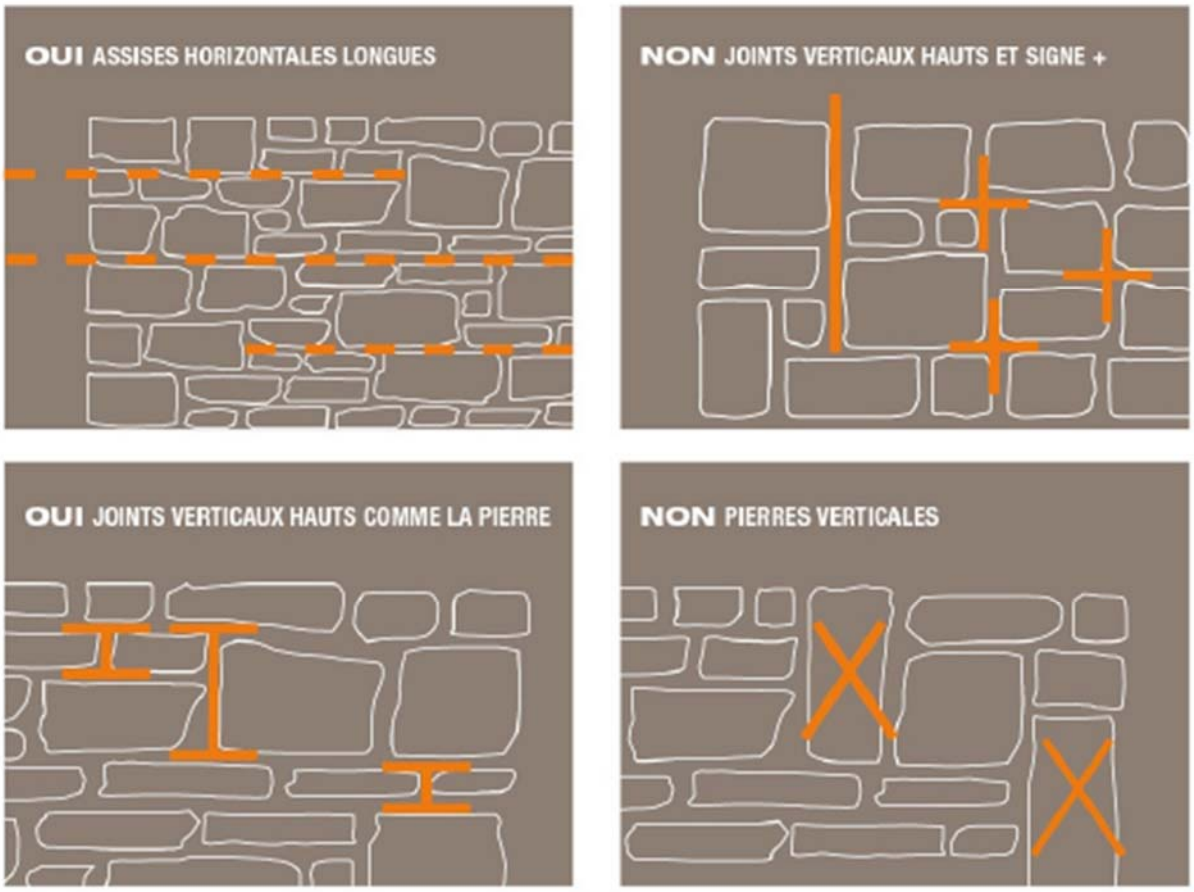
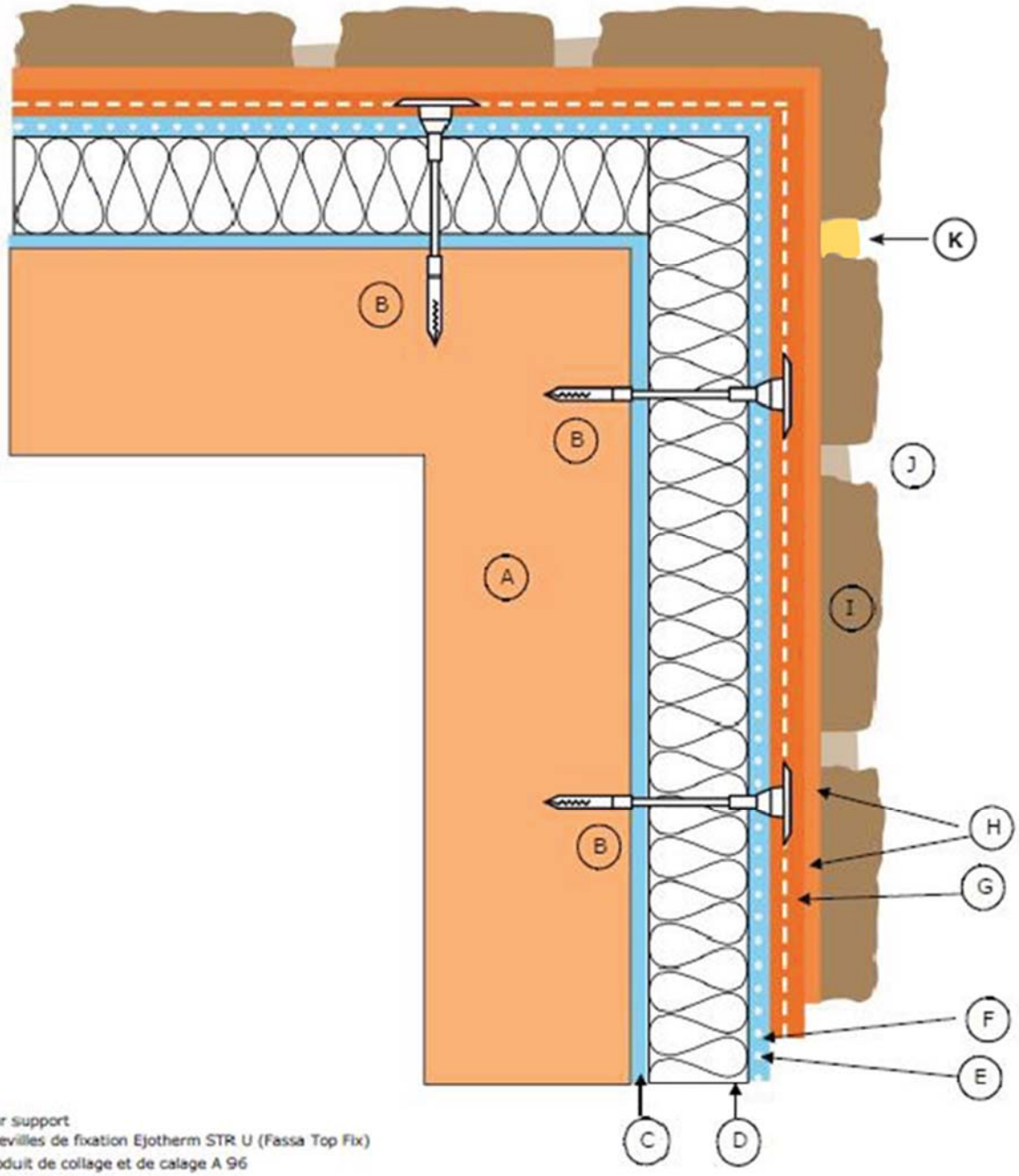


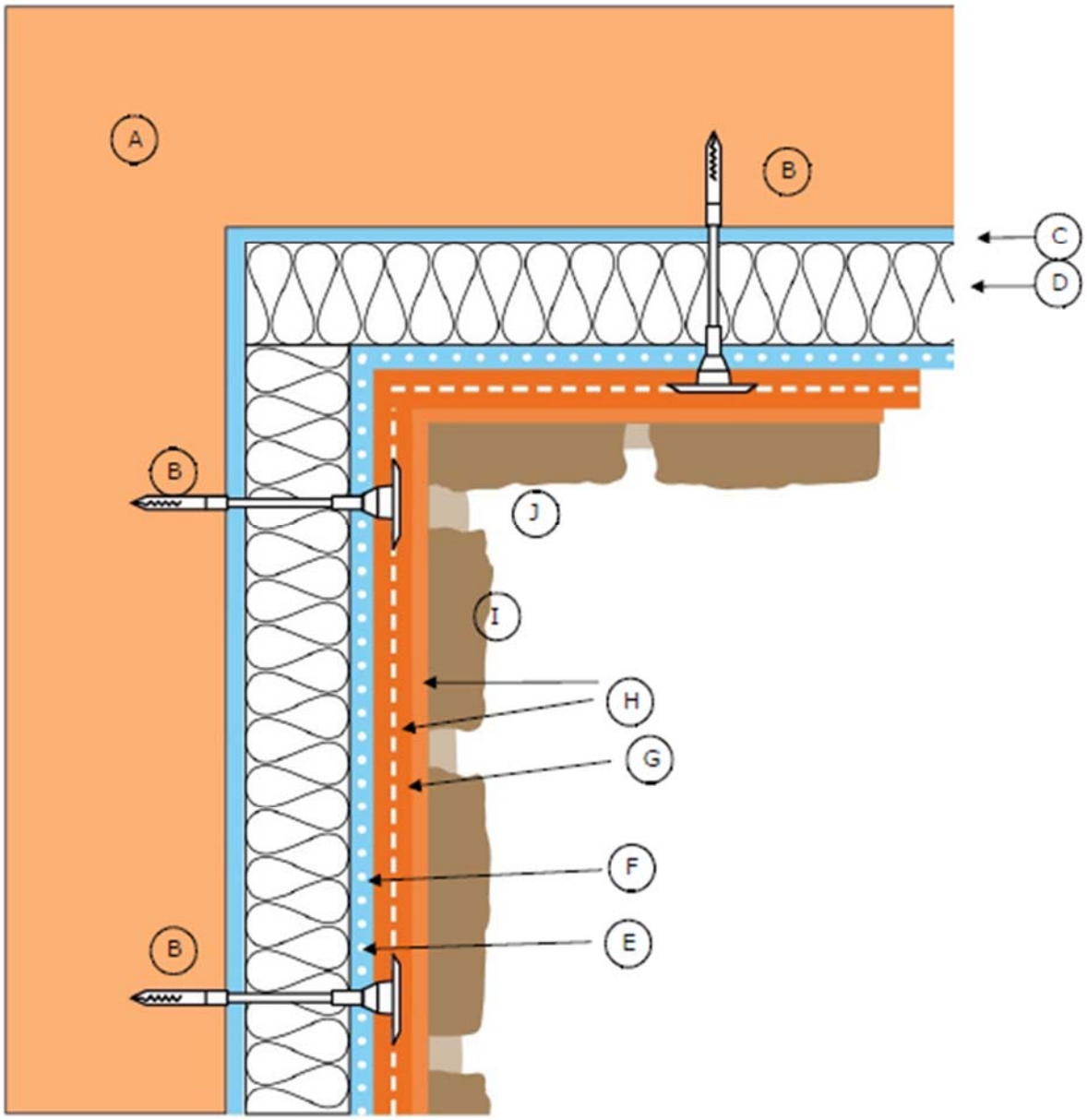
Figure 5 : Traitement des angles sortants



A – Mur support
B – Chevilles de fixation Ejotherm STR U (Fassa Top Fix)
C – Produit de collage et de calage A 96
D – Panneaux isolants
E – Couche de base A 96
F – Treillis FASSANET 160
G – Treillis de support GEORETE
H – Enduit GEOCOLL
I – Revêtement GEOPIETRA®
J – Mortier de jointoiement bi-composant GEOBI
K - **Joint de fractionnement** (en correspondance d'un joint)

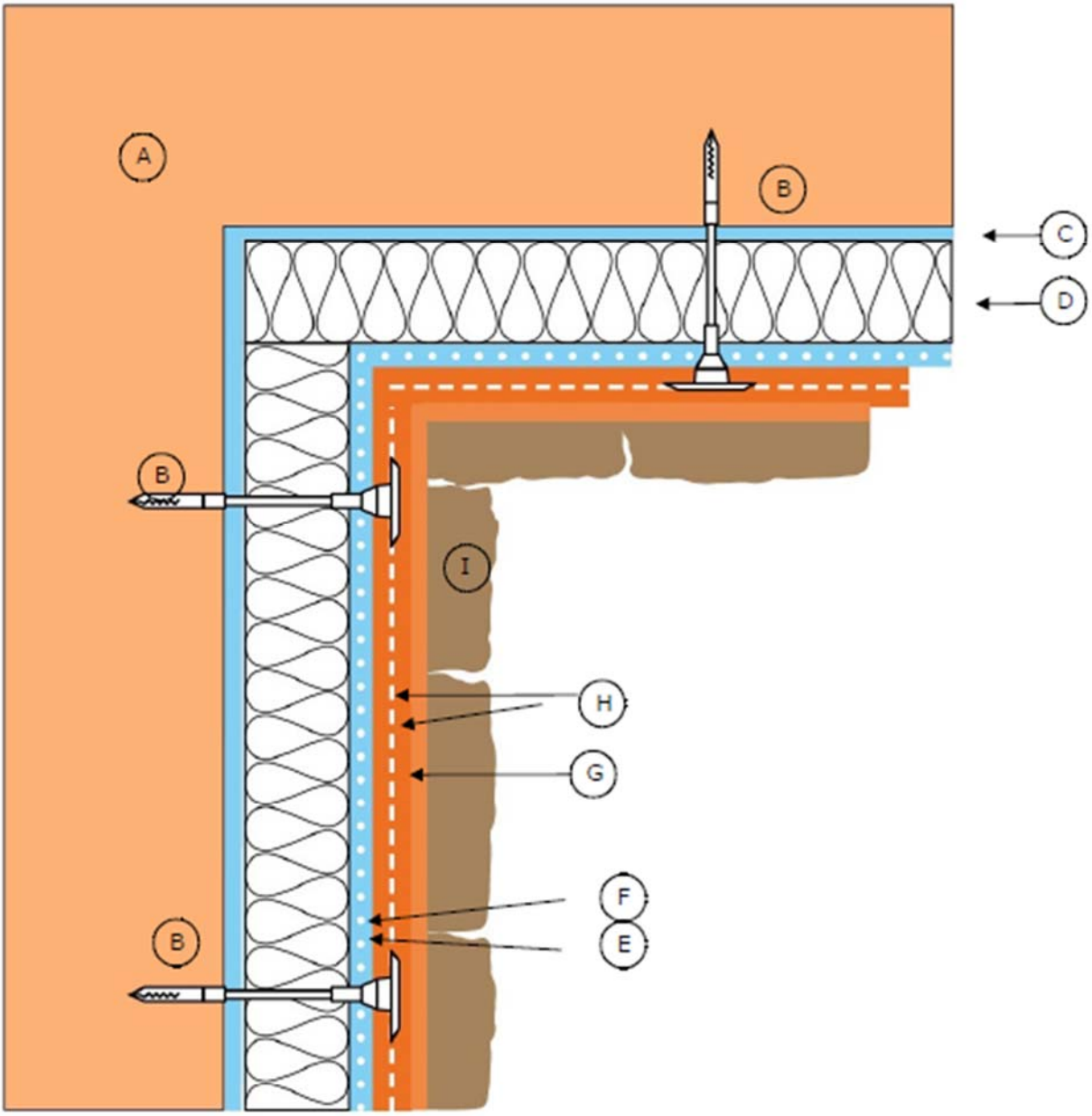
Figure 6 : Traitement des angles rentrants :

Figure 6a : Pose avec joint



A – Mur support
B – Chevilles de fixation Ejotherm STR U (Fassa Top Fix)
C – Produit de collage et de calage A 96
D – Panneaux isolants
E – Couche de base A 96
F – Treillis FASSANET 160
G – Treillis de support GEORETE
H – Enduit GEOCOLL
I – Revêtement GEOPIETRA®
J – Mortier de jointoiement bi-composant GEOBI

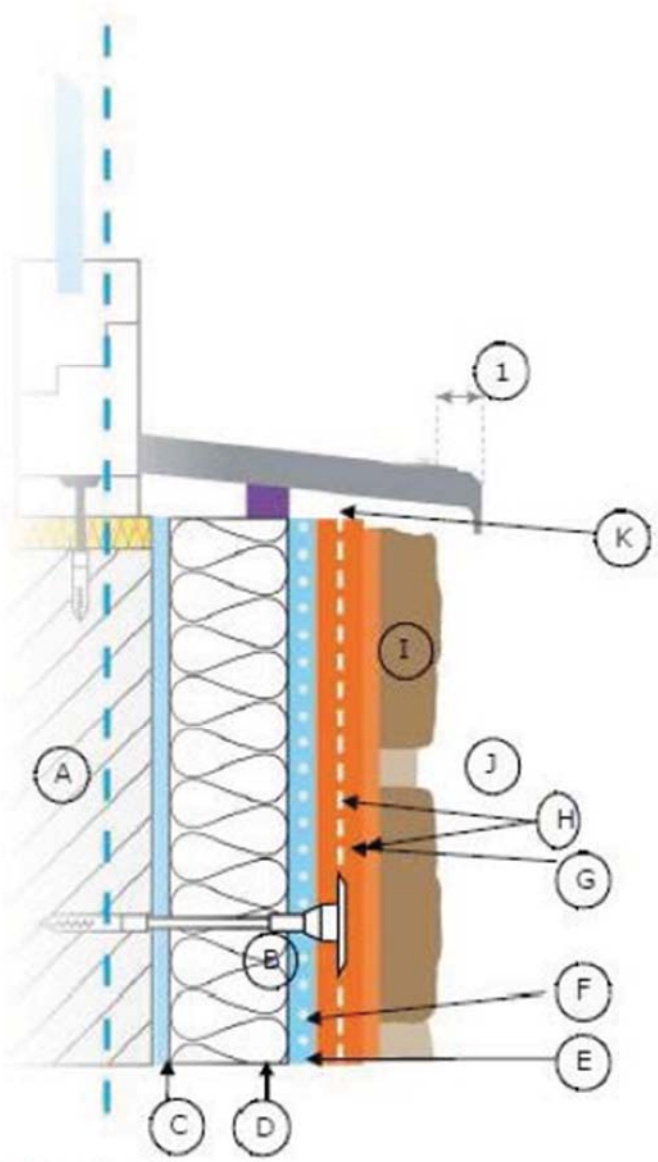
Figure 6b : Pose sans joint



A – Mur support
B – Chevilles de fixation Ejotherm STR U (Fassa Top Fix)
C – Produit de collage et de calage A 96
D – Panneaux isolants
E – Couche de base A 96
F – Treillis FASSANET 160
G – Treillis de support GEORETE
H – Enduit GEOCOLL
I – Revêtement GEOPIETRA®

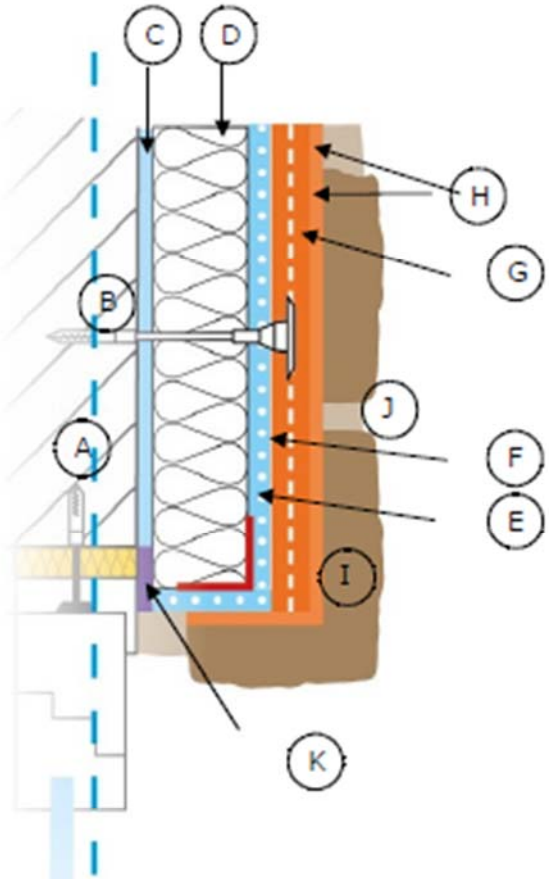
Figure 7 : Traitement de l'encadrement de baie :

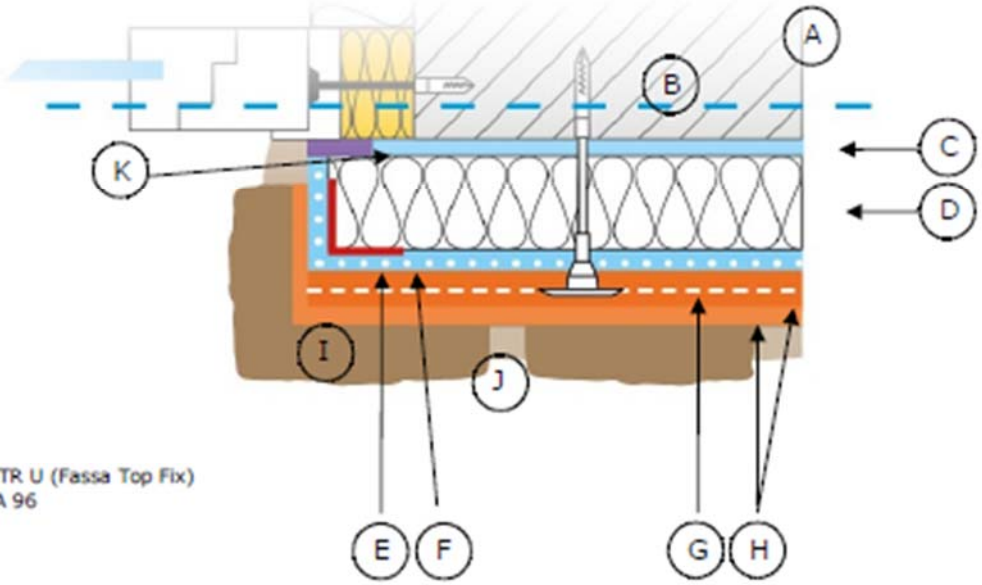
Figure 7a : Appui de fenêtre avec goutte d'eau



A – Mur support
B – Chevilles de fixation Ejotherm STR U (Fassa Top Fix)
C – Produit de collage et de calage A 96
D – Panneaux isolants
E – Couche de base A 96
F – Treillis FASSANET 160
G – Treillis de support GEORETE
H – Enduit GEOCOLL
I – Revêtement GEOPIETRA®
J – Mortier de jointoiement bi-composant GEOBI
K – Mastic sur fond de joint ou bande de mousse imprégnée pré-comprimée
1 – ≥ 25 mm

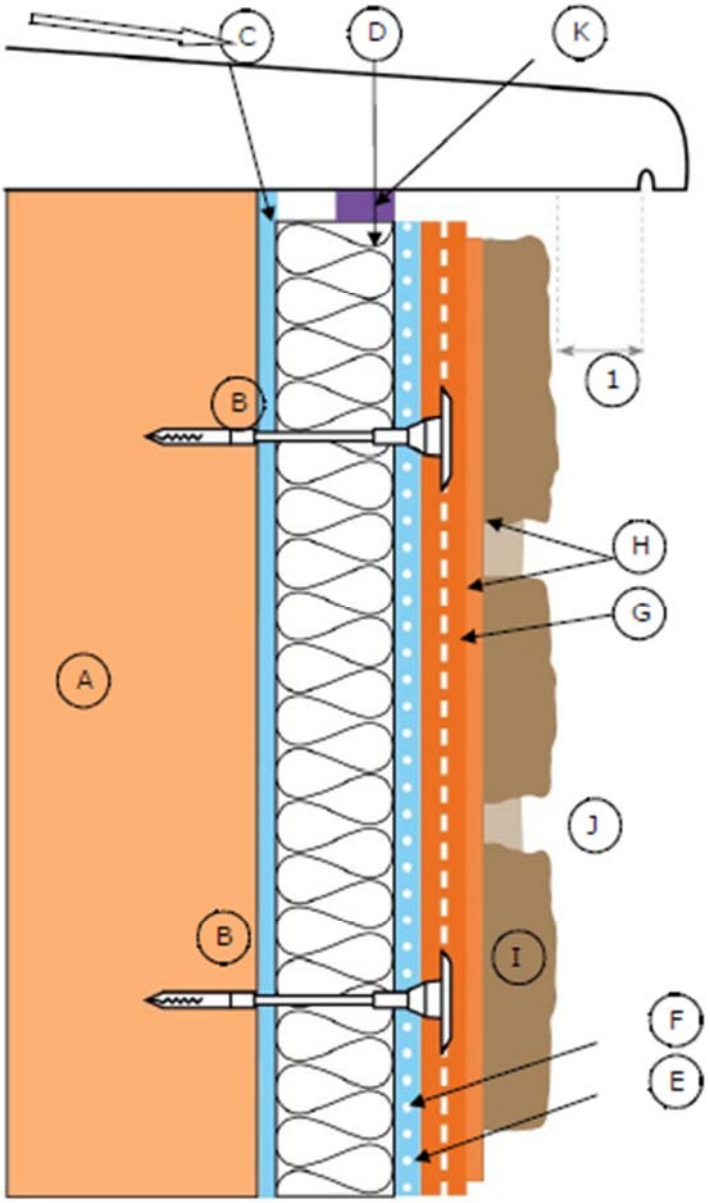
Figure 7b : Contour de fenêtre avec revêtement de l'intrados





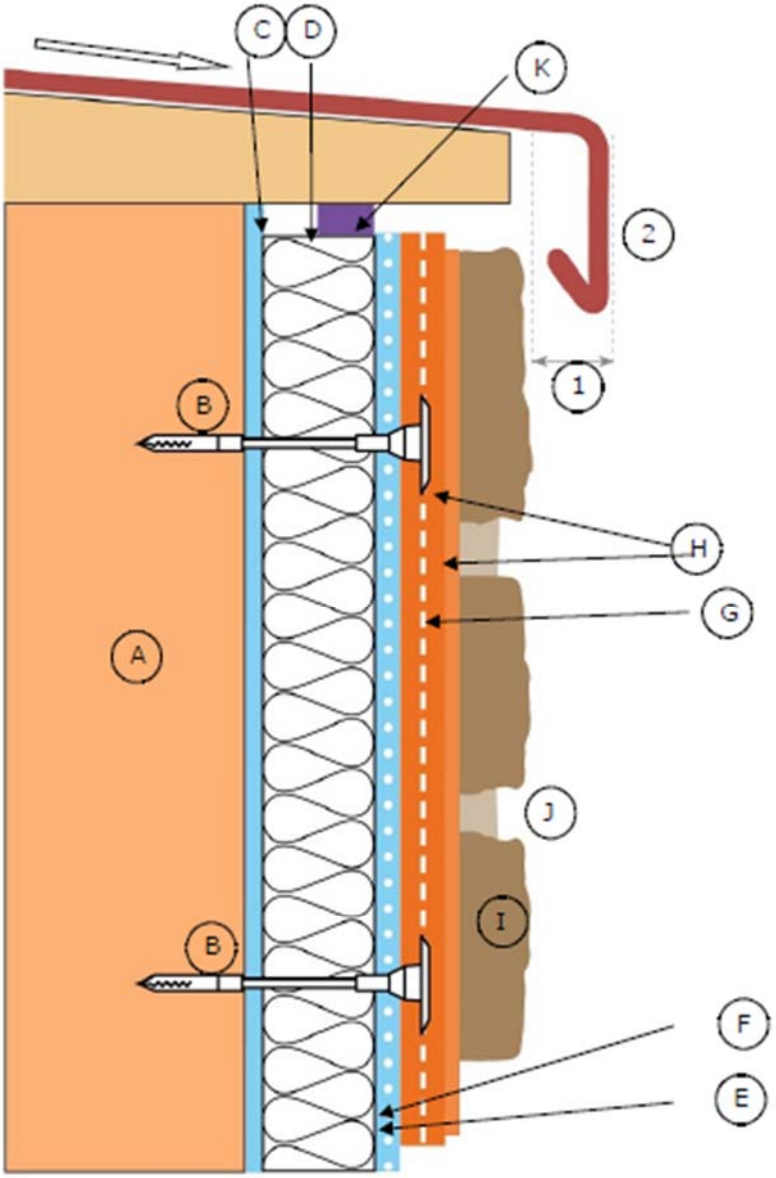
A – Mur support
B – Chevilles de fixation Ejotherm STR U (Fassa Top Fix)
C – Produit de collage et de calage A 96
D – Panneaux isolants
E – Couche de base A 96
F – Treillis FASSANET 160
G – Treillis de support GEORETE
H – Enduit GEOCOLL
I – Revêtement GEOPIETRA®
J – Mortier de jointoiement bi-composant GEOBI
K – Mastic sur fond de joint ou bande de mousse imprégnée pré-comprimée

Figure 8 : Traitement des arêtes supérieures



A – Mur support
B – Chevilles de fixation Ejotherm STR U (Fassa Top Fix)
C – Produit de collage et de calage A 96
D – Panneaux isolants
E – Couche de base A 96
F – Treillis FASSANET 160
G – Treillis de support GEORETE
H – Enduit GEOCOLL
I – Revêtement GEOPIETRA®
J – Mortier de jointoiement bi-composant GEOBI
K – Mastic sur fond de joint ou bande de mousse imprégnée pré-comprimée
1 – ≥ 25 mm

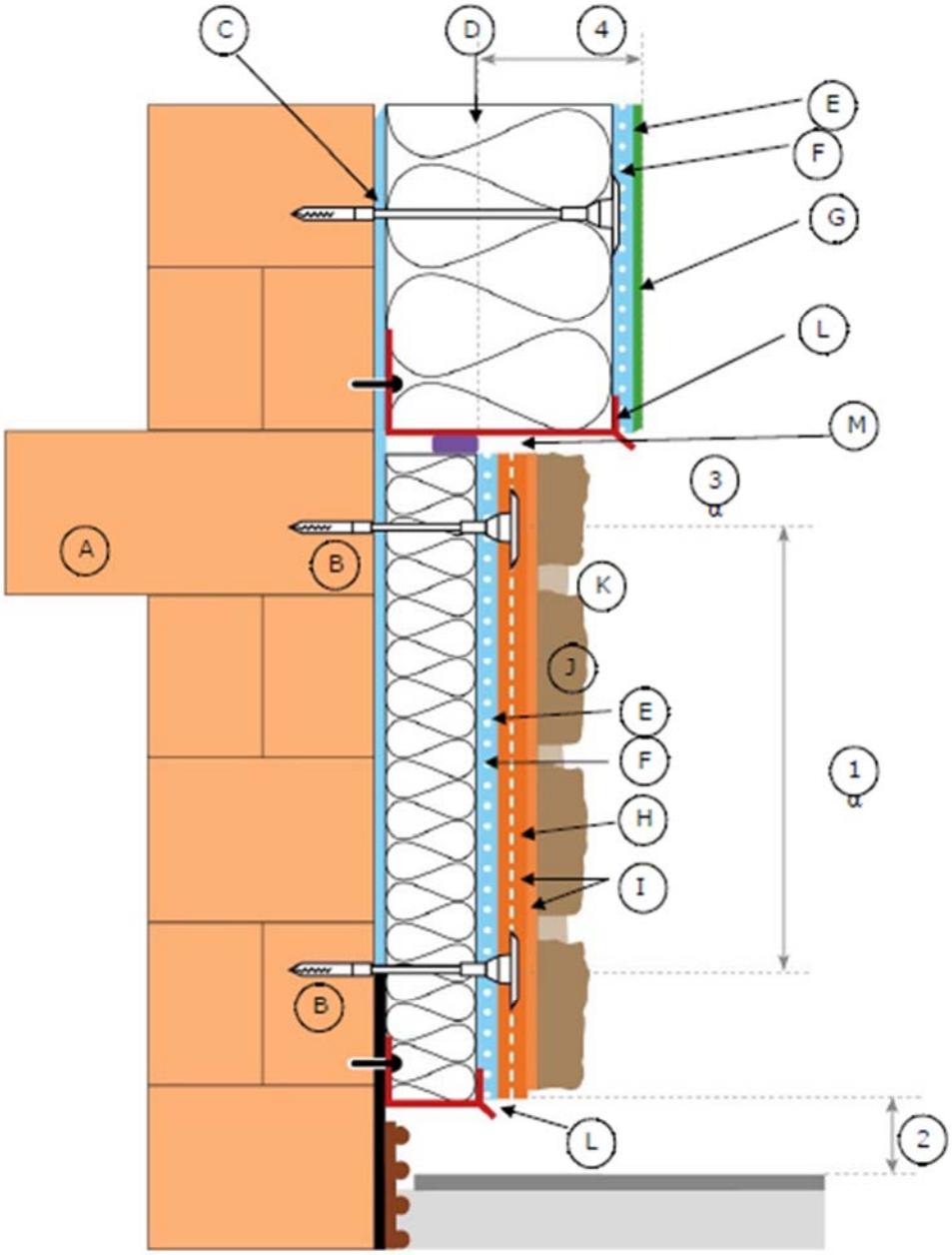
Figure 9 : Traitement du dessus d'acrotère



A – Mur support
B – Chevilles de fixation Ejotherm STR U (Fassa Top Fix)
C – Produits de collage et de calage A 96
D – Panneaux isolants
E – Couche de base A 96
F – Treillis FASSANET 160
G – Treillis de support GEORETE
H – Enduit GEOCOLL
I – Revêtement GEOPIETRA®
J – Mortier de jointoiement bi-composant GEOBI
K – Mastic sur fond de joint ou bande de mousse imprégnée pré-comprimée
1 – ≥ 25 mm
2 – ≥ 50 mm ou ≥ 100 mm si front de mer

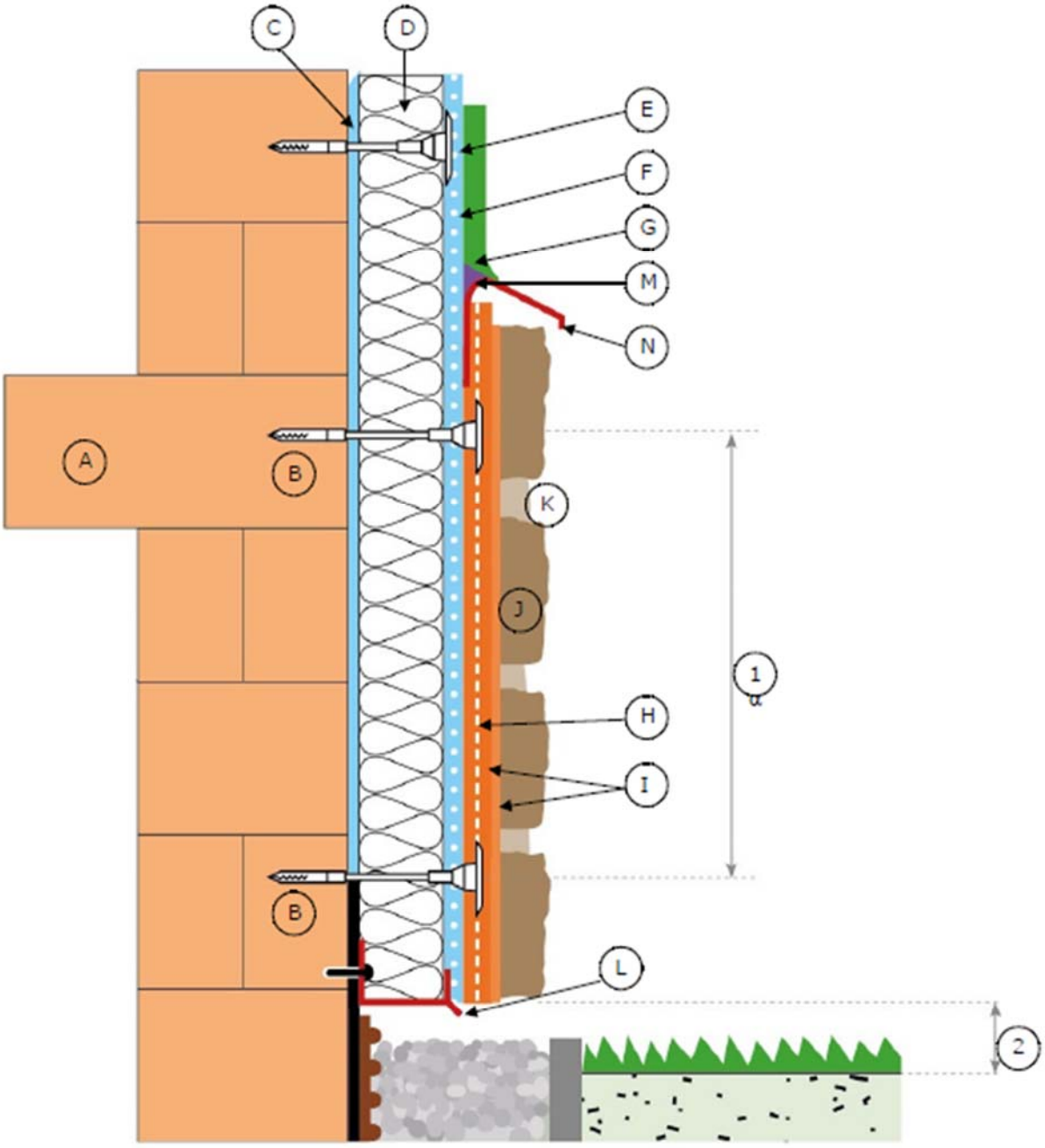
Figure 10 : Jonction du procédé MASTROSISTEMA avec le système « FASSATHERM CLASSIC / Couche de base A96 »

Figure 10a : Epaisseur d'isolant différente – Solution 1B



A – Mur support
B – Chevilles de fixation Ejotherm STR U (Fassa Top Fix)
C – Produit de collage et de calage A 96
D – Panneaux isolants
E – Couche de base A 96
F – Treillis FASSANET 160
G – Finition ETICS
H – Treillis de support GEORETE
I – Enduit GEOCOLL
j – Revêtement GEOPIETRA®
k – Mortier de jointoiement bi-composant GEOBI
L – Profilé de départ
M – Mastic sur fond de joint ou une bande de mousse imprégnée pré-comprimée
1 – 40 cm maximum entre chevilles
2 – ≥ 150 mm
3 – ≥ 5 mm
4 – épaisseur d'isolant suplémentaire pour aligner le système ETICS au procédé Mastrosistema

Figure 10b : Epaisseur d'isolant identique



A – Mur support
B – Chevilles de fixation Ejotherm STR U (Fassa Top Fix)
C – Produit de collage et de calage A 96
D – Panneaux isolants
E – Couche de base A 96
F – Treillis FASSANET 160
G – Finition ETICS
H – Treillis de support GEORETE
I – Enduit GEOCOLL
j – Revêtement GEOPIETRA®
k – Mortier de jointoiement bi-composant GEOBI
L – Profilé de départ
M – Mastic
N – Profilé de protection «goutte d'eau » en aluminium perforé et fixé par collage
1 – 40 cm maximum entre chevilles
2 – ≥ 150 mm

ANNEXE A : Fiche chantier fournie par la société GEOPIETRA pour le système MASTROSISTEMA

Information générale concernant le chantier

Localisation	Coordonnées exactes (rue, code postal, Ville)
Donneur d'ordre	Propriétaire, maitre d'ouvrage, etc…
Maitre d'œuvre	
Bureau de contrôle	
Période des travaux	Date de début des travaux : Date de fin des travaux :
Autre(s) informations relative(s) au chantier	

Caractéristiques du bâtiment et des façades

Type de bâtiment	Maison individuelle, immeuble collectif (indiquer si le bâtiment est isolé, jumelé ou en bande,..)	
Destination du bâtiment	Résidentiel (indiquer s'il s'agit d'un logement social ou privé), ERP (indiquer le type d'activité) tertiaire, etc…	
Nature des travaux	Travaux neufs (indiquer la date d'achèvement du gros œuvre) ou rénovation (indiquer si possible la période de construction).	
Hauteur du bâtiment	Hauteur (en m) : Nombre d'étage : R+	
Surface à traiter	ITE (m²) ITE + Geopietra (m²)	
Nature du support	Béton banché, béton préfabriqué, maçonnerie d'éléments (indiquer la nature des éléments), support mixte béton/maçonnerie, revêtu ou non revêtu (indiquer la nature du revêtement)	
Repérage des points singuliers		Estimation en nombre, en ml, ou en m²
	Soubassements	
	Baies	
	Balcons	
	Joints de dilatation	
	Angles sortants	
	Angles rentrants	
	Arrêts latéraux	
	Acrotères	
Autre(s) informations relative(s) au bâtiment		

État et préparation du support

État du support avant travaux	Salissures, efflorescences, écaillage, fissuration, etc…
Nécessité de nettoyer et de traiter le support ?	OUI /NON Si oui : nature du traitement, responsable du traitement et date du traitement.
Planéité du support	**Planéité globale** : flèche sous la règle de 2 m : **Planéité locale** : flèche sous le réglet de 20 cm :
Nécessité d'un ragréage localisé du support	OUI /NON
Nécessité d'un dressage général du support	OUI /NON
Essais d'adhérence du calage sur le support ?	OUI /NON Si oui : responsable des essais, date des essais, et résultats
Essais de traction de la cheville dans le support ?	OUI /NON Si oui : responsable des essais, date des essais, et résultats
Autre(s) informations relative(s) au support	

Mise en œuvre du procédé MASTROSISTEMA

Fixation de l'isolant (calage)	**Produit de calage** : **A96 de FASSA BORTOLO** (poudre à mélanger avec de l'eau) Consommation minimale : 6,0 kg/m² de produit en poudre. Collage en plein uniquement, à la taloche crantée. (arrondie 15 mm)
Isolant Thermique	**Dénomination :** **Fabricant :** **Dimensions :** **Épaisseur :** **Certificat ACERMI :** **Classement ISOLE minimum :** (I≥ 2 S≥ 4 O= 3 L≥ 3(120) E≥ 2)
Armature Normale	**FASSANET 160 de FASSA BORTOLO** **ou** Certificat QB en cours de validité T ≥ 1 Ra ≥ 1 M = 2 E ≥ 2
Armature de renfort	**GEORETE 315 de GEOPIETRA**
Chevilles	**Ejotherm STR U 2G** ETA 04/0023
Couche de base	**Enduit**: **A96 de FASSA BORTOLO** (poudre à mélanger avec de l'eau) Consommation minimale : 6,3 kg/m² de produit en poudre.
Couche intermédiaire	**Enduit**: **GEOCOLL de GEOPIETRA** (poudre à mélanger avec de l'eau) Consommation minimale : 4 kg/m² de produit en poudre.
Enduit de finition ITE	Nature, dénomination et fabricant
Fixation du revêtement	**Enduit**: **GEOCOLL de GEOPIETRA** (poudre à mélanger avec de l'eau)

	Consommation minimale : 12,1 kg/m² de produit en poudre.
Revêtement **GEOPIETRA**	Référence :
Joint **GEOBI**	
Autre(s) informations relative(s) au procédé	

Contrôles sur la mise en œuvre de l'isolant thermique

Pose des panneaux isolants		Indiquer la date du contrôle
	Bout à bout	
	Joints décalés	
	Découpe des panneaux en L autours des baies	
Traitement des éventuels joints ouverts entre panneaux isolant	OUI /NON Si oui : indiquer le mode de remplissage des joints (lamelles PSE ou mousse expansive).	
Ponçage éventuel de l'isolant	OUI/NON	
Planéité globale de l'isolant	flèche sous la règle de 2 m :	
Nombre et emplacement des chevilles	Indiquer le nombre de chevilles par m² ainsi que le maillage.	
Renfort des points singuliers	Vérifier que les éléments suivants ont été posés : mouchoirs aux angles des baies, cornières d'angle profilés pour joints de dilatation …	
Autre(s) contrôle(s) effectué(s)		

Contrôle sur la mise en œuvre du système

Quantité de produit de calage **A96**	Quantité (en kg) : Surface appliquée (en m²) :	Consommation (en kg/m²) :
Délai entre la pose de l'isolant et l'application de l'enduit de base		
Contrôle de la mise en place du treillis dans l'enduit de base (enrobage, recouvrements)	Indiquer la date du contrôle.	
Quantité d'enduit de base **A 96**	Quantité (en kg) : Surface appliquée (en m²) :	Consommation (en kg/m²) :
Délai d'attente avant intervention ultérieure		
Contrôle du recouvrement des têtes de chevilles	Indiquer la date du contrôle.	
Contrôle de la mise en place du treillis dans la couche intermédiaire (enrobage, recouvrements)		
Quantité d'enduit intermédiaire **GEOCOLL**	Quantité (en kg) : Surface appliquée (en m²) :	Consommation (en kg/m²) :
Délai d'attente avant collage des parements		
Quantité de produit d'impression (le cas échéant)	Quantité (en kg) : Surface appliquée (en m²) :	Consommation (en kg/m²) :
Quantité d'enduit de finition (le cas échéant)	Quantité (en kg) : Surface appliquée (en m²) :	Consommation (en kg/m²) :

Quantité de produit de collage **GEOCOLL**	Quantité (en kg) : Surface appliquée (en m²) :	Consommation (en kg/m²) :
Quantité de produit de jointoiement **GEOBI**	Quantité (en kg) : Surface appliquée (en m²) :	Consommation (en kg/m²) :
Autre(s) contrôle(s) effectué(s)		