

Document Technique d'Application

Référence Avis Technique **5.2/21-2715_V1**

Annule et remplace l'Avis Technique 5/16-2611

*Panneaux en polyuréthane
ou polyisocyanurate
(PUR/PIR) parementé
support d'étanchéité*

*Polyurethane or
polyisocyanurate (PUR/PIR)
faced panels for
waterproofing support*

Efigreen Alu +

Relevant de la norme

NF EN 13165

**Titulaire
et
Distributeur :** SOPREMA SAS
14 rue de Saint Nazaire
CS 60121
FR-67025 Strasbourg Cedex

Tél. : 03 88 79 84 00
Fax : 03 88 79 84 01
Internet : www.soprema.fr
E-mail : headquarters@soprema.com

Groupe Spécialisé n° 5.2

Produits et procédés d'étanchéité de toitures-terrasses, de parois enterrées et cuvelage

Publié le 21 juin 2021



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

(arrêté du 21 mars 2012)

Secrétariat de la commission des Avis Techniques et des Documents Techniques d'Application
CSTB, 84 avenue Jean Jaurès, Champs sur Marne, FR-77447 Marne la Vallée Cedex 2
Tél. : 01 64 68 82 82 - Internet : www.ccfat.fr

Le Groupe Spécialisé n° 5.2 « Produits et procédés d'étanchéité de toitures, parois enterrées et cuvelage » de la Commission chargée de formuler les Avis Techniques a examiné, le 19/04/2021, le procédé Efigreen Alu + présenté par la Société Soprema SAS. Il a formulé, sur ce procédé, le Document Technique d'Application ci-après. L'Avis a été formulé pour les utilisations en France européenne (hors DROM). Ce document annule et remplace l'Avis Technique 5/16-2611.

1. Définition succincte

1.1 Description succincte du procédé

Le panneau « Efigreen Alu + » est un panneau isolant thermique en mousse rigide de polyisocyanurate non porteur support direct de revêtements d'étanchéité de toitures.

Les dimensions utiles sont :

- L x l : 600 x 600 mm ;
- d'épaisseur allant de 40 à 160 mm.

Ils peuvent être posés en :

- en un lit d'épaisseur maximale de 160 mm ;

ou

- deux lits de panneau isolant Efigreen Alu + pour une épaisseur totale maximale de 240 mm ;

ou

- en un ou deux lits de panneau isolant Efigreen Alu + sous un lit supérieur de perlite expansée fibrée (épaisseur totale maximale de 260 mm).

1.2 Mise sur le marché

En application au Règlement UE n° 305/2011 (RPC), le produit Efigreen Alu + fait l'objet d'une Déclaration des Performances (DdP) établie par la Société Soprema SAS sur la base de la norme NF EN 13165 :2012+A2 :2016.

Les produits conformes à cette DdP sont identifiés par le marquage CE.

1.3 Identification

L'étiquetage des colis comporte :

- La marque commerciale ;
- Les dimensions et l'épaisseur ;
- La surface totale et le nombre de panneaux ;
- La conductivité thermique et la résistance thermique déclarées ;
- Le numéro de la Déclaration de Performance (DdP) ;
- Le numéro du certificat ACERMI ;
- Le numéro du Document Technique d'Application ;
- L'usine de fabrication.

Le numéro du certificat ACERMI et le code de fabrication sont imprimés sur un panneau sur deux.

Les produits mis sur le marché portent le marquage CE accompagné des informations visées par l'annexe ZA de la norme NF EN 13165 :2012+A2 :2016.

2. AVIS

2.1 Domaine d'emploi accepté

Ces panneaux s'emploient comme support de revêtements d'étanchéité posés en :

- Indépendance sous protection lourde ;
- Semi-indépendance par auto-adhésivité ou par fixations mécaniques sous protection lourde ;
- Semi-indépendance et apparents par auto-adhésivité, ou par fixations mécaniques ;
- Adhérence totale et apparent dans le cas d'un lit supérieur en perlite expansée fibrée.

Les éléments porteurs visés sont en :

- Maçonnerie conforme à la norme NF DTU 20.12 et la norme NF DTU 43.1 des toitures-terrasses :
 - Inaccessibles (y compris rétention temporaire des eaux pluviales), y compris les chemins de circulation ;
 - techniques et zones techniques, y compris les chemins de nacelles. La pression admissible sur Efigreen Alu + est de :
 - 60 kPa : en un ou deux lits d'épaisseur totale maximale de 130 mm ;
 - 49,5 kPa : en un ou deux lits d'épaisseur totale maximale de 160 mm ;
 - 43,9 kPa : en deux lits d'épaisseur totale maximale de 240 mm.

- accessibles à la circulation piétonnière et au séjour, avec protection dure ou protection par dalles sur plots. La pression admissible sur Efigreen Alu + est donnée ci-dessus ;
- terrasses et toitures végétalisées, selon Avis Technique du procédé de végétalisation. La pression admissible sur Efigreen Alu + est donnée ci-dessus ;
- terrasses jardins. La pression admissible sur Efigreen Alu + est donnée ci-dessus.
- Bois et panneaux à base de bois conformes à la norme NF DTU 43.4 ou en éléments porteurs non traditionnels bénéficiant d'un Avis Technique justifiant leur utilisation en tant que support d'isolation et d'étanchéité. Les toitures visées sont :
 - inaccessibles, y compris les chemins de circulations (hors rétention temporaire des eaux pluviales),
 - techniques et zones techniques (sans chemins de nacelles). Les charges admissibles sont indiquées ci-avant
 - terrasses et toitures végétalisées, selon Avis Technique du procédé de végétalisation, (pente $\geq 3\%$). Les charges admissibles sont indiquées ci-avant
- Panneau de bois CLT bénéficiant d'un Avis Technique visant la destination en toiture-terrasse. La pente minimum sera conforme à l'Avis Technique de l'élément porteur. Les toitures visées sont :
 - inaccessibles, y compris les chemins de circulation (hors rétention temporaire des eaux pluviales),
 - techniques et zones techniques (sans chemins de nacelles). Les charges admissibles sont indiquées ci-avant
 - terrasses et toitures végétalisées, selon Avis Technique du procédé de végétalisation, (pente $\geq 3\%$). Les charges admissibles sont indiquées ci-avant
 - accessibles à la circulation piétonnière et au séjour, avec protection par dalles sur plots lorsque le Document Technique d'Application de l'élément porteur l'admet. Les charges admissibles sont indiquées ci-avant.
- Béton cellulaire autoclavé, faisant l'objet d'un Avis Technique pour l'emploi en élément porteur d'isolation et d'étanchéité. Les toitures visées sont :
 - inaccessibles, y compris les chemins de circulation (hors rétention temporaire des eaux pluviales),
 - techniques et zones techniques (sans chemins de nacelles). Les charges admissibles sont indiquées ci-avant
 - terrasses et toitures végétalisées, selon Avis Technique du procédé de végétalisation. Les charges admissibles sont indiquées ci-avant

Ils sont utilisables en :

- Climat de plaine ou de montagne ;
- Travaux neufs et de réfection selon la norme NF DTU 43.5.

L'asphalte en pose directe sur Efigreen Alu + n'est pas visé, dans ce cas il est nécessaire d'interposer un lit de perlite expansée fibrée (cf. § 6.31).

L'emploi en pose collée des panneaux isolants sous revêtement d'étanchéité avec protection dure est admis en tout site et toute zone de vent. Toutefois, l'emploi en pose libre des panneaux sous protection meuble peut apporter des limitations des zones de vent (cf. § 6.3).

En cas de protection par végétalisation sur élément porteur en maçonnerie, la limite de dépression en vent extrême est fixée par le DTA du procédé de végétalisation. Dans le cas d'un élément porteur en bois et panneaux à base de bois, c'est l'Avis Technique du procédé complet « revêtement d'étanchéité + végétalisation » admettant la pose en indépendance sur des panneaux en PIR qui doit donner la limite de dépression en vent extrême.

En système apparent, les *tableaux 4.3 à 4.6* en fin de Dossier Technique donnent les pressions de vent extrêmes maximales admises, au sens des Règles NV 65 modifiées.

Emploi en climat de montagne

Ce procédé d'isolation peut être employé en partie courante dans les conditions prévues par la norme NF DTU 43.11 (avril 2014) sur les élé-

ments porteurs en maçonnerie, et dans les conditions prévues par le « Guide des toitures en climat de montagne » (*Cahier du CSTB 2267-2* de septembre 1988) pour les éléments porteurs en bois ou panneaux à base de bois.

Emploi dans les régions ultrapériphériques

Ce procédé d'isolation n'est pas revendiqué pour une utilisation dans les Départements et Régions d'Outre-Mer (DROM).

2.2 Appréciation sur le procédé

2.2.1 Aptitude à l'emploi

Sécurité en cas d'incendie

Dans les lois et règlements en vigueur, les dispositions à considérer pour les toitures proposées ont trait à la tenue au feu venant de l'extérieur et de l'intérieur.

Vis-à-vis du feu venant de l'extérieur

Le comportement au feu des toitures mises en œuvre sous une protection lourde conformes à celles de l'arrêté du 14 février 2003 satisfait aux exigences vis-à-vis du feu extérieur (art. 5 de l'arrêté du 14 février 2003). Le procédé avec d'autres protections rapportées n'est pas classé.

Vis-à-vis du feu intérieur

Les dispositions réglementaires à considérer sont fonction de la destination des locaux, de la nature et du classement de réaction au feu de l'isolant et de son support.

Pose en zones sismiques

Selon la réglementation sismique définie par :

- Le décret n° 2010-1254 relatif à la prévention du risque sismique ;
- Le décret n° 2010-1255 portant sur la délimitation des zones de sismicité du territoire français ;
- L'arrêté du 22 octobre 2010 modifié relatif à la classification et aux règles de construction parasismique applicables aux bâtiments de la classe dite « à risque normal ».

Le procédé peut être mis en œuvre, en respectant les prescriptions du Dossier Technique sur des bâtiments de catégorie d'importance I, II, III et IV, situés en zone de sismicité 1 (très faible), 2 (faible), 3 (modérée) et 4 (moyenne), sur des sols de classe A, B, C, D et E.

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

Le procédé dispose d'une Fiche Volontaire de Données de Sécurité (FVDS). L'objet de la FVDS est d'informer l'utilisateur de ce procédé sur les dangers liés à son utilisation et sur les mesures préventives à adopter pour les éviter, notamment par le port d'équipements de Protection Individuelle (EPI).

Les FVDS sont disponibles sur le site : www.soprema.fr/produits.

Isolation thermique

L'arrêté du 26 octobre 2010 (*Règlementation Thermique 2012*) n'impose pas d'exigences minimales sur la transmission thermique surfacique des parois. La transmission thermique surfacique des parois intervient comme donnée d'entrée dans le calcul du besoin bioclimatique (Bbio) et de la consommation globale du bâtiment pour lesquels l'arrêté fixe une exigence réglementaire. La vérification du respect de la réglementation thermique s'effectue au cas par cas en utilisant les règles de calculs réglementaires (*Th-BCE et Th-bât*).

Le *tableau 2* du Dossier Technique donne les résistances thermiques du panneau isolant certifiées par l'ACERMI pour l'année 2019. Il appartient cependant à l'utilisateur de vérifier que le certificat ACERMI est toujours valide ; faute de quoi, il y aurait lieu de se reporter aux Règles Th-U pour déterminer la résistance thermique utile de l'isolant.

Les constructions existantes sont soumises aux dispositions de l'arrêté du 3 mai 2007, relatif aux caractéristiques thermiques et à la performance énergétique des bâtiments existants, qui définit la résistance thermique totale minimum que la paroi doit respecter lorsqu'il est applicable.

Données environnementales

Le produit Efigreen Alu + dispose d'une Déclaration Environnementale (DE), vérifiée par tierce partie indépendante. Il est rappelé que les DE n'entrent pas dans le champ d'examen d'aptitude à l'emploi du procédé.

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 dé-

livrées 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.

2.2.2 Durabilité – Entretien

Dans le domaine d'emploi accepté, la durabilité du procédé isolant Efigreen Alu + est satisfaisante.

Entretien

cf. normes NF DTU série 43.

2.2.3 Fabrication et contrôle

Cet avis est formulé en prenant en compte les contrôles et modes de vérification de fabrication décrits dans le Dossier Technique Établi par le Demandeur (DTED).

2.2.4 Mise en œuvre

La mise en œuvre est faite par les entreprises d'étanchéité qualifiées. Sous cette condition, elle ne présente pas de difficulté particulière.

La Société SOPREMA SAS est tenue d'apporter une assistance technique sur demande de l'entreprise de pose.

2.3 Prescriptions Techniques

2.3.1 Conditions de conception

Attelages de fixation mécanique des panneaux isolants et/ou du revêtement

a) L'emploi d'attelages de fixation mécanique pour la liaison des panneaux isolants, et/ou celle du revêtement d'étanchéité, doit être précédé d'une vérification systématique des valeurs d'ancrage des fixations envisagées dans le cas de supports en :

- Béton de granulats courants ;
- Béton cellulaire autoclavé armé ;
- Bois et panneaux à base de bois ;

Conformément au CPT Commun de l'e-Cahier du CSTB 3564 de juin 2006.

b) L'usage de fixation mécanique est exclu au-dessus de locaux à très

$$\text{forte hygrométrie } \left(\frac{W}{n} > 7,5 \text{ g/m}^3 \right).$$

Limites d'emploi

a) Fixations mécaniques des panneaux sous un revêtement adhésif auto-adhésif et apparent

Lorsque les panneaux EFIGREEN ALU + sont fixés mécaniquement à un élément porteur en bois - panneaux à base de bois, le procédé est destiné aux toitures établies à une hauteur de 20 m au plus, conformément au NF DTU 43.4 P1-1.

b) Tenue au vent des panneaux sous un revêtement d'étanchéité apparent

- Dans le cas de la pose d'un revêtement d'étanchéité de type auto-adhésif sur les panneaux Efigreen Alu +, la dépression de vent maximale admissible est de 6 333 Pa ;
- Dans le cas de la pose d'un revêtement d'étanchéité en adhérence totale, un panneau de perlite expansée fibrée sera posé au-dessus des panneaux d'EFIGREEN ALU + et la dépression de vent maximale admissible est de 4 333 Pa.

Implantation des zones techniques

Pour les zones techniques, les Documents Particuliers du Marché (DPM) précisent, lorsqu'il y a en toiture des équipements qui justifient le traitement de la toiture en zone(s) technique(s), l'implantation et la surface de ces zones. Dans le cas de toitures sur éléments porteurs en bois ou panneaux à base de bois, la surface unitaire de la zone technique ou de chaque partie constituant chaque zone technique ne sera jamais inférieure à 200 m².

Cas de la réfection

Il est rappelé qu'il appartient au maître d'ouvrage ou à son représentant de faire vérifier au préalable la stabilité de l'ouvrage dans les conditions de la norme NF DTU 43.5 vis à vis des risques d'accumulation d'eau.

Cas des chemins de nacelles

Il est rappelé que le dimensionnement des dallages recevant les chemins de nacelles est réalisé conformément aux prescriptions du NF DTU 43.1. Les valeurs des Rcs et ds des panneaux Efigreen Alu + sont indiquées dans le tableau 1 en fin de Dossier Technique.

2.32 Conditions de mise en œuvre

Éléments porteurs en bois massif ou en panneaux à base de bois

La mise en œuvre du procédé sur un élément porteur en bois, de panneaux de contreplaqué, de panneaux de particules est possible, si le support est constitué d'un matériau conforme au NF DTU 43.4 P1-2.

Pour les autres cas, le Document Technique d'Application de l'élément porteur à base de bois doit indiquer les conditions de mise en œuvre du procédé d'étanchéité : mode(s) de liaisonnement du revêtement sur le support, choix des attelages de fixation mécanique des panneaux isolants, limite au vent extrême du système selon les Règles NV 65 modifiées. En outre, dans le cas d'un support en panneaux sandwichs, le Document Technique d'Application précisera si l'ancrage doit se faire dans le parement supérieur ou inférieur du système.

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

A compter de la date de publication présente en première page et jusqu'au 31 mai 2023.

*Pour le Groupe Spécialisé n° 5.2
Le Président*

3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

La nature chimique de la mousse des panneaux isolants Efigreen Alu + (PIR) est différente de celle des panneaux isolants Efigreen Alu (PUR). Seuls les parements sont identiques.

La présente révision intègre les modifications suivantes :

- Augmentation de l'épaisseur des panneaux de 120 à 160 mm ;
- Mise à jour des références de colles à froid compatibles ;
- Modification des tableaux de tassement (tableaux 3.1 et 3.2 du dossier technique), suite à un nouvel essai de comportement sous charge maintenue en température ;
- Ajout des résistances thermiques pour les épaisseurs de 125 à 160 mm (cf. tableau 2 du Dossier Technique) ;

Comme pour tous les procédés isolants sous chemin de nacelle, le critère de détermination de l'épaisseur maximale définie par le NF DTU 13.3 n'est pas approprié. De ce fait, il y a lieu d'appliquer la méthode définie par le Dossier Technique (cf. § 6.41 à 6.43) permettant de s'assurer d'un tassement différentiel d'au plus 2 mm.

En date du 9 juin 2016, la CCFAT a décidé de sortir du domaine d'application de la procédure l'utilisation des panneaux en polyuréthane ou polyisocyanurate (PUR/PIR) parementés en support d'étanchéité sous protection lourde, mis en œuvre sur éléments porteurs maçonnés, en béton cellulaire, en bois et panneaux à base de bois, ou tôles d'acier nervurées, du fait du caractère traditionnel de cette utilisation.

Au 30 juin 2021, le domaine d'emploi concerné par la décision de ce Document Technique d'Application ne sera plus d'application.

Le Rapporteur du Groupe Spécialisé n° 5.2

Dossier Technique

établi par le demandeur

A. Description

1. Principe

Le panneau « Efigreen Alu + » est un panneau isolant thermique en mousse rigide de polyisocyanurate non porteur support direct de revêtements d'étanchéité de toitures.

Les dimensions utiles sont :

- L x l : 600 x 600 mm ;
- D'épaisseur allant de 40 à 160 mm.

Ils peuvent être posés en :

- Un lit d'épaisseur maximale de 160 mm ;
ou
- Deux lits de panneau isolant Efigreen Alu + pour une épaisseur totale maximale de 240 mm ;
ou
- Un ou deux lits de panneau isolant Efigreen Alu + sous un lit supérieur de perlite expansée fibrée (épaisseur totale maximale de 260 mm).

2. Domaine d'emploi

Ces panneaux s'emploient comme support de revêtements d'étanchéité posés en :

- Indépendance sous protection lourde ;
- Semi-indépendance par auto-adhésivité ou par fixations mécaniques sous protection lourde ;
- Semi-indépendance et apparents par auto-adhésivité ou par fixations mécaniques ;
- Adhérence totale et apparent dans le cas d'un lit supérieur en perlite expansée fibrée.

Les éléments porteurs visés sont en :

- Maçonnerie conforme à la norme NF DTU 20.12 et la norme NF DTU 43.1 des toitures-terrasses :
 - inaccessibles (y compris rétention temporaire des eaux pluviales), y compris les chemins de circulation ;
 - techniques et zones techniques (y compris les chemins de nacelles). La pression admissible maximale est indiquée dans les *tableaux 3.1 et 3.2* ;
 - accessibles à la circulation piétonnière et au séjour, avec protection dure ou protection par dalles sur plots. La pression admissible maximale est indiquée dans les *tableaux 3.1 et 3.2* ;
 - terrasses et toitures végétalisées, selon Avis Technique du procédé de végétalisation. La pression admissible maximale est indiquée dans les *tableaux 3.1 et 3.2* ;
 - terrasses jardins. La pression admissible maximale est indiquée dans les *tableaux 3.1 et 3.2* ;
- Bois et panneaux à base de bois conformes à la norme NF DTU 43.4 ou en éléments porteurs non traditionnels bénéficiant d'un Avis Technique justifiant leur utilisation en tant que support d'isolation et d'étanchéité. Les toitures visées sont :
 - inaccessibles, y compris les chemins de circulation (hors rétention temporaire des eaux pluviales) ;
 - techniques et zones techniques (sans chemins de nacelles) ;
 - terrasses et toitures végétalisées, selon Avis Technique du procédé de végétalisation (pente $\geq 3\%$).
- Panneau de bois CLT bénéficiant d'un Avis Technique visant la destination en toiture-terrasse. La pente minimum sera conforme à l'Avis Technique de l'élément porteur. Les toitures visées sont :
 - inaccessibles, y compris les chemins de circulation (hors rétention temporaire des eaux pluviales) ;
 - techniques et zones techniques (sans chemins de nacelles) ;
 - terrasses et toitures végétalisées, selon Avis Technique du procédé de végétalisation (pente $\geq 3\%$) ;
 - accessibles à la circulation piétonnière et au séjour, avec protection par dalles sur plots ;
- Béton cellulaire autoclavé, faisant l'objet d'un Avis Technique pour l'emploi en élément porteur d'isolation et d'étanchéité. Les toitures visées sont :

- inaccessibles, y compris les chemins de circulations (hors rétention temporaire des eaux pluviales) ;
- techniques et zones techniques (sans chemins de nacelles) ;
- terrasses et toitures végétalisées, selon Avis Technique du procédé de végétalisation.

Les panneaux sont utilisables en :

- Climat de plaine ou de montagne ;
- Travaux neufs et de réfection selon la norme NF DTU 43.5.

L'asphalte en pose directe sur Efigreen Alu + n'est pas visé. Dans ce cas, il est nécessaire d'interposer un lit de perlite expansée fibrée (cf. § 6.31).

Les *tableaux 4.3 à 4.6* en fin de Dossier Technique donnent les pressions de vent extrêmes maximales admises, au sens des Règles NV 65 modifiées.

3. Matériaux

3.1 Désignation commerciale

Efigreen Alu +.

3.2 Définition du matériau

Les panneaux Efigreen Alu + sont conformes à la norme NF EN 13165 :2012+A2 :2016.

3.2.1 Nature chimique

Mousse rigide à base de polyisocyanurate (PIR) expansée au pentane.

Présentation

Âme en mousse de polyisocyanurate revêtue sur ses deux faces d'un parement multicouche étanche ne contenant pas de bitume, de couleur beige.

La mousse est de couleur crème.

3.2.2 Spécifications

Elles sont décrites dans le *tableau 1*, en fin de Dossier Technique.

3.2.3 Tassement absolu (mm) sous charges d'utilisation maintenues

En toitures-terrasses techniques, accessibles à la circulation piétonnière, jardins et végétalisées, les *tableaux 3.1 et 3.2* en fin de Dossier Technique sont utilisables jusqu'à un tassement de 2 mm, admis pour les revêtements d'étanchéité.

En cas d'emploi en association avec de la perlite expansée fibrée, les tassements absolus de chaque produit s'additionnent. Cette somme doit rester limitée à 2 mm.

3.2.4 Résistance thermique

La résistance thermique utile à prendre en compte pour le calcul des coefficients de déperdition thermique, donnée dans le *tableau 2*, est celle du certificat ACERMI n° 15/006/1093 en cours de validité. Il appartiendra à l'utilisateur de se référer au certificat ACERMI en cours de validité.

À défaut d'un certificat valide, les résistances thermiques de l'isolant seront calculées en prenant, soit la valeur des Règles Th-U Réglementation Thermique 2012 fascicule 2/5 Matériaux, soit la résistance thermique déclarée (R_0) multipliée par 0,85.

3.3 Autres matériaux

3.3.1 Matériaux pour écran pare vapeur

- Conformes aux normes NF DTU 43.1, NF DTU 43.11, NF DTU 43.4 et NF DTU 43.5 ;
- Systèmes pare-vapeur décrits dans le Document Technique d'Application du revêtement d'étanchéité ;
- Dans le cas où l'élément porteur est constitué de dalles de béton cellulaire autoclavé, l'écran pare-vapeur doit être prescrit par l'Avis Technique des dalles de béton cellulaire autoclavé.

3.3.2 Matériaux d'étanchéité

- Asphalte ou asphalte mixte bénéficiant d'un Avis Technique, dans le cas de la pose d'Efigreen Alu + comme première couche d'isolation.

Le matériau utilisé en lit supérieur est en perlite expansée fibrée (cf. § 6.31 du Dossier Technique) ;

- Revêtements d'étanchéité sous Documents Techniques d'Application, lorsque ceux-ci visent les applications sur mousse rigide de polyuréthane parementée (PIR) ;

Les revêtements d'étanchéité doivent avoir un classement F.I.T. minimum :

- « I3 » en système bicouche apparent,
- « I3 » en système bicouche en terrasse inaccessible sous protection lourde meuble,
- « I4 » en terrasses sous protection par dalles sur plots,
- « I4 » en système monocouche,
- « I5 » en toitures-terrasses jardins,
- « I5 » en terrasses et toitures végétalisées.

3.33 Colles

3.331 Collage à froid des panneaux isolants sous revêtement indépendant sous protection lourde ou sous revêtement apparent fixé mécaniquement

Les colles doivent être mentionnées dans le Document Technique d'Application du revêtement d'étanchéité, précisant les prescriptions de mise en œuvre ainsi que la densité des colles.

Elles doivent également être compatibles avec l'isolant. La compatibilité est mesurée par la cohésion transversale utile (selon NF EN 1607) de l'assemblage de deux plaques 100 x 100 x e de Efigreen Alu + assemblées par la colle. Après 7 jours de séchage sans pression, la rupture ne doit pas se produire dans le plan de collage.

La compatibilité a été vérifiée pour :

- Les colles bitumineuses :
 - SOPRACOLLE 300N (Soprema),
 - MASTIC HYRENE (Axter),
 - DERBIMASTIC S et DERBISEAL (Derbigum),
 - MASTICOLL (Index),
- Les colles polyuréthane :
 - COLTACK EVOLUTION (Soprema),
 - SOPRACOLLE PU (Soprema),
 - PUR GLUE (Icopal),
 - IKOpro Colle PU (Mepile Iko),
 - INSTA-STIK (DOW France),
 - DERBITECH FA (Derbigum),
 - HYRA-STICK (Axter),
- Les colles bitume-polyuréthane :
 - COLTACK (Soprema).

D'autres colles pourront être utilisées si elles sont acceptées selon ce critère par le producteur de l'isolant.

3.332 Collage à froid des panneaux isolants sous revêtement d'étanchéité semi-indépendant sous protection lourde

Les colles et les prescriptions de mise en œuvre sont décrites dans le Document Technique d'Application du revêtement d'étanchéité auto-adhésif visant les panneaux polyuréthane à parement multicouche (PIR) ou les panneaux Efigreen Alu + comme support.

3.333 Collage à froid des panneaux isolants sous revêtement d'étanchéité semi-indépendant par auto-adhésivité et apparent

Les colles à froid, leurs prescriptions de mise en œuvre, leurs dépressions au vent maximales admissibles ainsi que les limites de pente sont décrites dans le Document Technique d'Application du revêtement d'étanchéité auto-adhésif visant les panneaux Efigreen Alu + comme support.

Dans le cas de la pose d'un revêtement d'étanchéité de type auto-adhésif sur les panneaux Efigreen Alu +, la dépression de vent extrême maximale admissible est définie dans le DTA du revêtement d'étanchéité avec un maximum de 6 333 Pa, au sens des Règles NV 65 modifiées.

3.334 Collage à froid de la perlite expansée fibrée sur Efigreen Alu + sous revêtement d'étanchéité en adhérence totale et apparent

La faisabilité d'emploi a été vérifiée pour la SOPRACOLLE 300N dans les conditions suivantes :

- Mise en œuvre de la colle par plots de Ø 15 cm - consommation de 550 à 600 g/m², avec un minimum de 9 plots par m², conformément au Document Technique d'Application de l'Elastophène Flam pour un effort Wadm = 4 333 Pa ;
- Mise en œuvre de la colle par bande de 4 cm de largeur - consommation ≥ 400 g/m² avec un minimum de 3 bandes par mètre, conformément au Document Technique d'Application de l'Elastophène Flam pour un effort Wadm = 4 333 Pa.

3.34 Écran d'indépendance

Conforme aux normes NF DTU 43.1 et NF DTU 43.4 ou Document Technique d'Application particulier du revêtement d'étanchéité.

3.35 Attelages de fixation mécanique de l'isolant

Les attelages sont conformes :

- Aux normes NF DTU 43.1 et NF DTU 43.4, et au *e-Cahier du CSTB* 3564 de juin 2006 et à l'Avis Technique Dalles de béton cellulaire autoclavé armé ;
- À ceux prescrits par le Document Technique d'Application des panneaux du lit supérieur en perlite expansée fibrée ;
- À ceux prescrits par le Document Technique d'Application du revêtement d'étanchéité fixé mécaniquement avec une plaquette de surface correspondant à une plaquette de Ø 70 mm selon l'*e-Cahier du CSTB* 3564 de juin 2006.

Sur les formes de pente en béton lourd ou léger, les voiles précontraints, les voiles minces préfabriqués, les corps creux avec ou sans chape de répartition, les planchers à chauffage intégré, les planchers comportant des distributions électriques noyées, les planchers de type *D* définis dans la norme NF DTU 20.12, les panneaux isolants ne peuvent être fixés mécaniquement.

En travaux de réfection, les attelages de fixation mécanique sont solides au pas, si la compression à 10 % de déformation du support isolant existant (norme NF EN 826) est inférieure à 100 kPa, ou si elle n'est pas connue.

Le terme « solide au pas » s'applique à un attelage composé d'un élément de liaison et d'une plaquette de répartition servant à assurer la fixation mécanique d'un isolant ou d'un revêtement d'étanchéité sur un support. Cet attelage est muni d'un dispositif permettant d'éviter, en service, le désaffleurement de la tête de l'élément de liaison (par exemple vis) de la partie supérieure de la plaquette de répartition. Les attelages conformes à la norme NF P 30-317 répondent à cette condition.

4. Fabrication et contrôles

4.1 Centre de fabrication

Les panneaux Efigreen Alu + sont produits par Soprema SAS, dans son usine de Saint-Julien-du-Sault (89).

Le système de management intégré Qualité (ISO 9001 :2015) Environnement (ISO 14001 :2015) et Santé - Sécurité (OHSAS 18001) de l'usine est certifié.

4.2 Fabrication

Moussage en continu entre parements, suivi d'un traitement thermique, d'une coupe aux dimensions, de l'emballage et du mûrissement des panneaux.

4.3 Contrôle de fabrication (nomenclature)

Sur matières premières

Elles sont certifiées conformes par la réception d'un certificat d'analyse ou de conformité, par le fournisseur, pour chaque lot livré.

Parement : nature et grammage

Sur chaîne de fabrication (après traitement thermique)

- Longueur, largeur (EN 822) : 1 contrôle par fabrication ;
- Épaisseur (EN 823) : 1 contrôle / lot de fabrication ;
- Équerrage (EN 824) : 1 contrôle / lot de fabrication ;
- Densité (EN 1602) : 1 contrôle / lot de fabrication ;
- Planéité (EN 825) : 1 contrôle / lot de fabrication ;
- Aspect et parement : 1 contrôle / lot de fabrication.

Sur produits finis

- Densité (EN 1602), Rcs/ds (*Cahier du CSTB 3230_V2*) ; Compression à 10 % (EN 826) : 1 contrôle par fabrication ;
- Variation dimensionnelle résiduelles sur éprouvette 150x150 mm $\leq 0,3$ % (Procédure interne : 72 h à 80 °C + 24 h à 23 °C) : 1 contrôle / lot de fabrication ;
- Conductivité thermique initiale (EN 13105) : 1 contrôle / lot de fabrication ;
- Incurvation sous gradient thermique (Guide UEAtc) : 1 contrôle par mois ;
- Variations dimensionnelles $\leq 0,5$ % sur panneau entier (Cahier du CSTB 3669-V2 : 7 j à 70 °C et 95 %HR) : 1 contrôle par mois ;
- Conductivité thermique après vieillissement (EN 13165) : sur 10 % de la population.

5. Identification - Conditionnement - Étiquetage - Stockage

5.1 Identification

La dénomination commerciale Efigreen Alu + est imprimée sur le parement de chaque panneau. De plus, l'impression suivante est effectuée sur 1 panneau sur 2 : numéro de certificat ACERMI et nombre repère de coulées.

5.2 Conditionnement

Il se fait sous film polyéthylène thermo-rétracté.

Les colis sont palettisés en piles sur cales de 2,70 m d'hauteur environ, leur poids maxi étant de 125 kg.

5.3 Étiquetage

Chaque colis porte une étiquette conforme à l'annexe ZA de la norme NF EN 13165 :2012+A2 :2016 indiquant :

- Le nom du produit ;
- Les dimensions et l'épaisseur ;
- La quantité de panneaux et la surface par colis ;
- La marque ACERMI ;
- Le numéro de Document Technique d'Application ;
- Le marquage CE comprenant le numéro de Déclaration de Performance (DdP), les caractéristiques déclarées obligatoires (résistance thermique et conductivité thermique déclarées), l'Euroclasse et l'adresse du site de fabrication.

5.4 Stockage

5.4.1 Stockage en usine

Le stockage des panneaux est effectué en usine dans des locaux fermés, à l'abri de l'eau et des intempéries. Il est d'au moins 1 jour par cm d'épaisseur, avant expédition.

5.4.2 Stockage sur chantier

Un stockage à l'abri des intempéries (pluie et ensoleillement) est demandé à tous les dépositaires ainsi qu'aux entrepreneurs sur les chantiers.

6. Description de la mise en œuvre

Les panneaux isolants sont fixés à la structure porteuse soit par l'intermédiaire du pare-vapeur dans le cas de collage, soit par des fixations mécaniques.

Les panneaux isolants du lit inférieur ou du lit supérieur peuvent ne pas être fixés (voir *tableaux 4.1 à 4.6* en fin de Dossier Technique).

Les revêtements d'étanchéité sont mis en œuvre en indépendance sous protection lourde, en semi-indépendance, soit par auto-adhésivité, soit par des attelages de fixations mécaniques, ou en adhérence totale et apparent dans le cas d'un lit supérieur en perlite expansée fibrée.

La société SOPREMA SAS peut fournir une assistance technique.

6.1 Prescriptions relatives aux supports constitués par d'anciens revêtements d'étanchéité

Ce sont d'anciennes étanchéités type asphalte, multicouche traditionnel ou à base de bitume modifié, enduit pâteux et ciment volcanique, membrane synthétique pouvant être sur différents éléments porteurs : maçonnerie, béton cellulaire autoclavé, bois ou panneaux à base de bois ou isolants sur les éléments porteurs précités (*cf. tableau 5*).

Les critères de conservation et de préparation de ces anciennes étanchéités sont définis dans la norme NF DTU 43.5.

6.2 Composition et mise en œuvre du pare-vapeur

- Soit conformément aux normes NF DTU 43.1, NF DTU 43.11, NF DTU 43.4 et NF DTU 43.5 ;
- Soit selon les dispositions décrites dans les Documents Techniques d'Application particuliers aux revêtements d'étanchéité, notamment dans le cas des revêtements autoadhésifs.

Cas particulier des structures porteuses en béton cellulaire autoclavé

Les Avis Techniques des dalles indiquent la constitution du pare-vapeur et le traitement des joints sur appuis des panneaux porteurs si une isolation thermique est prévue.

Cas particulier des locaux à forte et très forte hygrométrie et des planchers chauffants

Le pare-vapeur est renforcé et associé à une couche de diffusion (*cf. tableau 2* de la norme NF DTU 43.1).

6.3 Mise en œuvre des panneaux isolants

La mise en œuvre des panneaux se fait en relation avec le revêtement d'étanchéité dans les conditions des *tableaux 4.1 à 4.6* en fin de Dossier Technique. Les panneaux sont posés en quinconce et jointifs.

Aucun panneau ne doit être posé s'il est humidifié dans son épaisseur.

6.3.1 Mise en œuvre des panneaux isolants sous revêtement d'étanchéité indépendant sous protection lourde

Le type de protection lourde visée est :

- Protection par dalles sur plots ;
- Protection meuble, et jusqu'à une dépression de vent extrême de 3 927 Pa selon les Règles NV65 modifiées ;
- Sous protection dure ;
- Sous procédé de végétalisation, visé par un Avis Technique valide pour une pose d'un revêtement d'étanchéité en indépendance.

6.3.1.1 En un seul lit (*cf. tableau 4.1*)

a) Les panneaux peuvent être collés par plots ou cordons de colle à froid définie au § 3.33, avec une répartition et une consommation, conformes à celles indiquées dans le Document Technique d'Application du revêtement. La pose du pare-vapeur, de l'isolant, du revêtement d'étanchéité et du lestage sont coordonnées pour la mise hors d'eau et la pression pendant la prise de la colle.

b) Les panneaux peuvent être posés libres à condition qu'une organisation spécifique du chantier permette de prévenir à tout moment, et en particulier en fin de journée, l'humidification de l'isolant. Ces dispositions sont décrites dans le Document Technique d'Application du revêtement.

La pose libre est admise jusqu'à une dépression au vent extrême de 3 927 Pa selon les Règles NV 65 modifiées.

La pose du pare-vapeur, de l'isolant, du revêtement d'étanchéité et du lestage sont coordonnées pour assurer la mise hors d'eau et le lestage dans une même opération.

6.3.1.2 En deux lits (*cf. tableau 4.1*)

Le lit supérieur peut être réalisé avec les panneaux suivants :

- Efigreen Alu + : dans ce cas au moins un des deux lits est collé ;
- Perlite expansée fibrée, faisant l'objet d'un Document Technique d'Application comme support direct d'étanchéité

Cas de la pose en deux lits d'Efigreen Alu +

Lit supérieur posé libre :

Le lit inférieur est collé par plots ou cordons de colle à froid définie au § 3.331 du Dossier Technique avec une consommation et une répartition, conformes au Document Technique d'Application du revêtement.

Lit inférieur posé libre :

Le panneau en lit supérieur est collé par plots ou cordons de colle à froid définie au § 3.331 du Dossier Technique avec une consommation et une répartition, conformes au Document Technique d'Application du revêtement.

Les conditions d'organisation de chantier et de coordination de pose sont les mêmes qu'en § 6.311 du Dossier Technique.

Cas particulier du collage à la Coltack Evolution de deux lits d'Efigreen Alu +

Les panneaux sont collés par bandes de 2 cm de largeur, espacées tous les 30 cm avec un minimum de 2 bandes par panneau.

Cas de la pose du lit inférieur en Efigreen Alu + et du lit supérieur en perlite expansée fibrée

Les panneaux sont posés libres.

6.313 En trois lits (uniquement avec perlite expansée fibrée en lit supérieur) (cf. tableau 4.2)

Les deux premiers lits d'Efigreen Alu + sont mis en œuvre comme précédemment.

Le lit supérieur est obligatoirement composé d'un panneau de perlite expansée fibrée :

a) Collés : par plots ou cordons de colle à froid définie au § 3.331 du Dossier Technique, avec une consommation et une répartition, conformes au Document Technique d'Application du revêtement.

b) Libres.

Les conditions d'organisation de chantier et de coordination de pose sont les mêmes qu'en § 6.311 du Dossier Technique.

6.32 Mise en œuvre des panneaux isolants sous revêtement d'étanchéité semi-indépendant sous protection lourde

Le type de protection lourde visée est :

- Protection par dalles sur plots ;
- Protection meuble, et jusqu'à une dépression de vent extrême de 3 927 Pa selon les Règles NV65 modifiées ;
- Sous protection dure ;
- Sous procédé de végétalisation, visé par un Avis Technique valide pour une pose sur un revêtement d'étanchéité en semi-indépendance par auto-adhésivité ou par fixation mécanique.

6.321 En un seul lit (cf. tableau 4.1)

Les panneaux peuvent être :

- Collés à froid par plots ou par cordons conformément aux dispositions prévues par le Document Technique d'Application du revêtement d'étanchéité,
- Fixés mécaniquement par des attelages de fixation mécanique (cf. § 3.35), de répartition conforme à celle des normes NF DTU 43.1 et NF DTU 43.4, ou à l'Avis Technique particulier des dalles de béton cellulaire autoclavé armé.

6.322 En deux lits (cf. tableau 4.1)

Les panneaux du lit inférieur peuvent être :

- Collés à froid par plots ou par cordons conformément aux dispositions prévues par le Document Technique d'Application du revêtement d'étanchéité ;
- Posés libres ;
- Fixés mécaniquement, à raison d'un attelage de fixation central par panneau.

En présence d'un lit inférieur collé à froid, les panneaux du lit supérieur sont collés à froid par plots ou par cordons conformément aux dispositions prévues par le Document Technique d'Application du revêtement d'étanchéité.

En présence d'un lit inférieur fixé mécaniquement ou posé libre, les panneaux du lit supérieur sont fixés mécaniquement par des attelages de fixation mécanique (cf. § 3.35), de répartition conforme à celle des normes NF DTU 43.1 et NF DTU 43.4, ou à l'Avis Technique particulier des dalles de béton cellulaire autoclavé armé.

6.33 Mise en œuvre des panneaux isolants sous revêtement d'étanchéité apparent et en adhérence totale

Les panneaux Efigreen Alu + posés en un ou 2 lits sont obligatoirement associés à un lit supérieur de perlite expansée fibrée faisant l'objet d'un Document Technique d'Application comme support direct d'étanchéité.

6.331 En deux lits (cf. tableaux 4.5)

En lit inférieur, les panneaux Efigreen Alu + sont :

- Collés à froid à la colle SOPRACOLLE 300 N (cf. § 3.334) ;

ou

- Fixés mécaniquement par des attelages de fixation mécanique (cf. § 3.35), de répartition conforme à celle des normes NF DTU 43.1 et NF DTU 43.4, ou à l'Avis Technique particulier des dalles de béton cellulaire auto-clavé armé ;

ou

- Posés libres, si le lit supérieur en perlite expansée fibrée est fixé mécaniquement conformément aux dispositions du Document Technique d'Application du panneau en perlite expansée fibrée.

En présence d'un lit inférieur collé ou fixé mécaniquement, le lit supérieur de perlite expansée fibrée est fixé à la colle à froid SOPRACOLLE 300 N (consommation décrite au § 3.334).

Les conditions d'organisation de chantier et de coordination de pose sont les mêmes qu'en § 6.311 du Dossier Technique.

6.332 En trois lits (cf. tableaux 4.6)

En lit inférieur, les panneaux Efigreen Alu + sont :

- Collés à froid à la colle SOPRACOLLE 300 N (cf. § 3.334) ;
- Posés libres, si le lit intermédiaire est fixé mécaniquement.

En lit intermédiaire, les panneaux Efigreen Alu + sont :

- Collés à froid à la colle SOPRACOLLE 300 N (cf. § 3.334) pour le cas où le lit inférieur Efigreen Alu + a été collé ;
- Fixés mécaniquement lorsque le lit inférieur Efigreen Alu + a été posé libre.

Le lit supérieur de perlite expansée fibrée est collé à froid à la colle SOPRACOLLE 300 N sur le lit d'Efigreen Alu + (cf. § 3.334).

6.34 Mise en œuvre des panneaux isolants sous un revêtement apparent en semi-indépendance par auto-adhésivité

Les revêtements d'étanchéité auto-adhésifs sous Document Technique d'Application peuvent être mis en œuvre uniquement dans le cas d'un lit supérieur en Efigreen Alu +.

6.341 En un seul lit (cf. tableau 4.3)

Les panneaux sont fixés à l'élément porteur afin de résister aux efforts de dépression dus à l'effet du vent, soit :

- Par plots ou cordons de colle à froid (décrite au § 3.333 du Dossier Technique), avec une répartition et une consommation, conformes à celles indiquées dans le Document Technique d'Application du revêtement ;
- Fixés mécaniquement par des attelages de fixation mécanique (cf. § 3.35), de répartition conforme à celle des normes NF DTU 43.1 et NF DTU 43.4, ou à l'Avis Technique particulier des dalles de béton cellulaire auto-clavé armé.

6.342 En deux lits (cf. tableau 4.4)

En lit inférieur, les panneaux Efigreen Alu + sont mis en œuvre comme précédemment ou posés libres.

En lit supérieur, les panneaux Efigreen Alu + peuvent être, soit :

- Fixés mécaniquement par des attelages de fixation mécanique (cf. § 3.35), de répartition conforme à celle des normes NF DTU 43.1 et NF DTU 43.4, ou à l'Avis Technique particulier des dalles de béton cellulaire auto-clavé armé. Dans ce cas, le lit inférieur est libre ;
- Collés à froid avec une colle à froid, conforme au § 3.333, selon les dispositions de répartition et de consommation de colle prévues par le Document Technique d'Application du revêtement.

6.35 Mise en œuvre des panneaux isolants sous un revêtement apparent en semi-indépendance par fixations mécaniques

6.351 En un lit (cf. tableau 4.3)

Les panneaux sont préalablement fixés à l'élément porteur par des attelages de fixation mécanique préalables, définis au § 3.35 du Dossier Technique, à raison de 4 attelages par panneau (1 fixation à chaque angle du panneau).

6.352 En deux lits (cf. tableaux 4.4 et 4.5)

Dans ce cas, le lit inférieur est posé libre.

Les panneaux pour le lit supérieur sont les suivants :

- Efigreen Alu + ;
- Perlite expansée fibrée non surfacée bitume, faisant l'objet d'un Document Technique d'Application comme support direct d'étanchéité.

Les panneaux du lit supérieur sont préalablement fixés avec des attelages de fixations mécaniques, définis au § 3.35 du Dossier Technique, à raison de :

- 4 attelages par panneau dans le cas d'un lit en Efigreen Alu + ;

ou

- Conformément aux dispositions de son Document Technique d'Application dans le cas d'un lit de perlite expansée fibrée.

L'emploi sous revêtement fixé mécaniquement est admis en tout site et toute zone de vent selon le Document Technique d'Application du revêtement d'étanchéité.

6.353 En trois lits (uniquement avec perlite expansée fibrée en lit supérieur) (cf. *tableau 4.6*)

Les deux premiers lits seront mis en œuvre comme précédemment.

Le lit supérieur sera obligatoirement composé d'un panneau de perlite expansée fibrée non surfacée bitume.

Les panneaux de perlite expansée fibrée du lit supérieur sont préalablement fixés avec des attelages de fixations mécaniques, définis au § 3.35 du Dossier Technique, à raison de 4 attelages par panneau.

6.4 Mise en œuvre de l'étanchéité

La mise en œuvre de l'étanchéité est conforme au Document Technique d'Application particulier et aux conditions des *tableaux 4.1 à 4.6* en fin de Dossier Technique.

6.41 Systèmes d'étanchéité en asphalte en indépendance sous protection lourde

Les systèmes d'étanchéité en asphalte, les relevés et les protections lourdes rapportées sont ceux décrits dans les normes NF DTU 43.1 et NF DTU 43.4. Le revêtement d'étanchéité n'est pas en pose directe sur les panneaux Efigreen Alu +, le lit supérieur est en perlite expansée fibrée (cf. § 2).

Cas d'une protection lourde par dalles sur plots

La somme des tassements sous charge maintenue des panneaux du lit supérieur en perlite expansée fibrée et des panneaux Efigreen Alu + du lit inférieur doit être limitée à 2 mm. Se reporter au Document Technique d'Application des panneaux de perlite pour connaître la déformation sous charge et aux *tableaux 3.1 et 3.2* du présent document pour celle des panneaux Efigreen Alu +.

6.42 Systèmes d'étanchéité posés en indépendance sous protection lourde

Les systèmes d'étanchéité indépendants sous protection lourde, les relevés et les protections lourdes rapportées sont conformes à un :

- Avis Technique dans le cas d'un revêtement en asphalte ou mixte sous asphalte ;
- Document Technique d'Application pour les autres revêtements.

Dans le cas où la première couche du revêtement d'étanchéité comporte une sous-face munie d'un traitement anti-adhérent (sous-face filmée par exemple) et d'un galon de recouvrement spécifique, la mise en œuvre de l'écran d'indépendance en voile de verre peut être supprimée si cette solution est visée favorablement dans le Document Technique d'Application du revêtement ;

L'exécution d'un revêtement d'étanchéité protégé par dalles sur plots ou système de végétalisation (cf. § 6.31) est possible selon le Document Technique d'Application du revêtement. La pression admissible sur Efigreen Alu + :

- 60 kPa sous chaque plot : en un ou deux lits d'épaisseur totale maximale de 130 mm ;
- 49,5 kPa sous chaque plot : en un ou deux lits d'épaisseur totale maximale de 160 mm ;
- 43,9 kPa sous chaque plot : en deux lits d'épaisseur totale maximale de 240 mm.

Pour les épaisseurs intermédiaires, se référer aux *tableaux 3.1 et 3.2* en fin de Dossier Technique.

Le revêtement d'étanchéité peut imposer une limite plus basse.

Dans le cas de lits superposés d'isolants, le revêtement d'étanchéité sera exécuté comme indiqué dans le Document Technique d'Application particulier au matériau isolant utilisé en lit supérieur, l'étanchéité étant toujours posée en indépendance, avec protection lourde rapportée.

Dans le cas des toitures et terrasses végétalisés, se reporter à l'Avis Technique du procédé de végétalisation.

6.43 Systèmes d'étanchéité posés en semi-indépendance sous protection lourde

Le système d'étanchéité semi-indépendant par auto-adhésivité ou par fixations mécaniques, les relevés et la protection lourde rapportée sont mis en œuvre conformément aux dispositions prévues par le Document Technique d'Application du revêtement d'étanchéité ;

La protection du revêtement d'étanchéité semi-indépendant par des dalles sur plots ou système de végétalisation (cf. § 6.31) est possible si le Document Technique d'Application du revêtement le permet.

La pression admissible sur Efigreen Alu + :

- 60 kPa sous chaque plot : en un ou deux lits d'épaisseur totale maximale de 130 mm ;
- 49,5 kPa sous chaque plot : en un ou deux lits d'épaisseur totale maximale de 160 mm ;
- 43,9 kPa sous chaque plot : en deux lits d'épaisseur totale maximale de 240 mm.

Pour les épaisseurs intermédiaires, se référer aux *tableaux 3.1 et 3.2* en fin de Dossier Technique.

Le revêtement d'étanchéité peut imposer une limite plus basse.

6.44 Revêtement apparent et semi indépendant par fixations mécaniques

La mise en œuvre du revêtement d'étanchéité est conforme à son Document Technique d'Application particulier.

6.45 Revêtement apparent et semi indépendant par auto-adhésivité

La mise en œuvre du revêtement d'étanchéité est conforme à son Document Technique d'Application particulier et n'est possible que si ce dernier définit la mise en œuvre sur ce type particulier de panneau support.

6.46 Revêtement apparent en adhérence totale (uniquement dans le cas d'un lit supérieur en perlite expansée fibrée)

La mise en œuvre du revêtement d'étanchéité est conforme à son Document Technique d'Application particulier qui pourra imposer sa propre limite de dépression de vent.

7. Disposition particulière au climat de montagne

Ce procédé peut être employé en partie courante dans les conditions prévues :

- Sur les éléments porteurs en maçonnerie, par la norme NF DTU 43.11 ;
- Sur les éléments porteurs en bois ou à base de bois : le « Guide des toitures-terrasses et toitures avec revêtements d'étanchéité en climat de montagne » (*Cahier du CSTB 2267-2* de septembre 1988).

8. Détermination de la résistance thermique

Les modalités de calcul de « U_p » ou coefficient de déperdition par transmission à travers la paroi-toiture sont données dans les Règles Th-Bât / Th-U.

Pour le calcul, il faut prendre en compte la résistance thermique utile des panneaux isolants donnée au *tableau 2*.

Exemple d'un calcul thermique

Hypothèse de la construction de la toiture : bâtiment fermé et chauffé, au Grau d'Agde (34) (zone climatique H3) :	Résistances thermiques
- toiture plane avec résistances superficielles ($R_{si} + R_{se} = 0,14 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$)	} 0,140 $\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$
- élément porteur en panneaux de contreplaqué de densité sèche comprise entre 600 et 750 kg/m^3 et d'épaisseur 35 mm ($R_{bois} = 0,17 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$) - panneau Efigreen Alu + d'épaisseur 240 mm (2 lits de 120 mm) ($R_{utile} = 5,45 \times 2 = 10,9 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$) - étanchéité bicouche bitumineuse d'épaisseur 5 mm et pare-vapeur	} 11,07 $\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$
Le coefficient de transmission surfacique global de la toiture : $U_p = \frac{1}{\sum R} = 0,09 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	

- Classe de compressibilité 40 kPa sous 80°C sur panneaux d'épaisseur 160 mm, n° P184864 DE/14 du 20 février 2019 ;
- Essais de comportement de l'isolant sous charge maintenue en température sur panneaux d'épaisseurs 160 mm et 2 x 160 mm, n° P184864 DE/16 du 21 février 2019 ;
- Essai de stabilité dimensionnelle à 70°C / 95 % HR, n° P184864 DE/29 du 1er octobre 2019 ;
- Incurvation sous gradient thermique sur panneaux d'épaisseur 160 mm, n° P184864 DE/17 du 13 mars 2019 ;
- Rapport d'essai du LGAI :
 - Mesure des variations à l'état libre de déformation sur panneaux d'épaisseur 160 mm, n°20/21947-355 du 16 mars 2020 ;
 - Essai de vérification de l'influence de la température du Rcs-ds sur panneaux d'épaisseur 160 mm, n°20/22396-935 du 23 juillet 2020 ;
- Rapport d'essais internes
 - Résistance à l'arrachement à l'aide de différentes colles - référence ISO 08-003 / 4-15 du 31 mai 2011 ;
 - Essai de compatibilité de la colle SOPRACOLLE PU sur Efigreen Alu + du 30 janvier 2017 ;
- Rapport d'essai du CSTC :
 - Tenue au vent des revêtements d'étanchéités auto-adhésifs sur Efigreen Alu (PV d'essai CSTC N° 651XE 392 du 26 mai 2004).

B. Résultats expérimentaux

- Rapports d'essais du CSTB :
 - Essai de comportement sous charges statiques réparties et températures élevées sur l'épaisseur 240 mm, n°CLC-ETA-13-26042114/2 ;
- Rapports d'essais du Bureau Veritas :
 - Mesure des variations dimensionnelles à l'état libre de déformation, épaisseur 40 mm, n° 2434415/1E ;
 - Essai de comportement sous charges statiques et réparties sous 40 kPa, 80 °C, épaisseur 40 mm, n° 2434415/A ;
 - Incurvation sous gradient thermique, épaisseur 40 mm, n°2434415/1G ;
 - Incurvation sous gradient thermique en pose 2 lits collés, épaisseur 240 mm (120 x 2), n° 2434415/1H ;
 - Rcs - ds à 23 °C et à 50 °C, épaisseur 40 mm, n° 2344415/1C ;
- Rapports d'essais du LNE :

C. Références

C1. Données Environnementales ⁽¹⁾

Le produit Efigreen Alu + fait l'objet d'une Déclaration Environnementale (DE) individuelle, vérifiée par tierce partie indépendante, et publiée sur le site INIES.

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. Références de chantiers

L'usine de Saint Julien du Sault fabrique le produit Efigreen Alu + depuis octobre 2011.

À ce jour, près de 160 000 m^2 de toitures ont été isolés avec des panneaux isolants Efigreen Alu + en France.

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

Tableaux du Dossier Technique

Tableau 1 – Caractéristiques spécifiées du panneau Efigreen Alu +

	Caractéristiques	Valeur spécifiée	Unité	Norme de référence
Pondérales	Masse volumique nette à cœur	32,5 ± 2,5	kg/m ³	NF EN 1602
	Masse du parement	≥ 180	g/m ²	
Dimensions	Longueur × largeur	600 × 600 ± 3	mm	NF EN 822
	Épaisseur	40 à 160 ± 2	mm	NF EN 823
	Équerrage	≤ 3	mm/m	NF EN 824
	Planéité sortie d'usine	≤ 3	mm	NF EN 825
Mécaniques	Contrainte de compression pour un écrasement à 10 %	≥ 200 ⁽²⁾	kPa	NF EN 826
	Contrainte de rupture en traction perpendiculaire	≥ 150 ⁽²⁾	kPa	NF EN 1607
	Classe de compressibilité, 40 kPa à 80 °C	Classe C	/	Guide UEAtc - § 4.51
	Rcs : résistance de service à la compression dans le domaine des toitures-terrasses, en 1 lit ou 2 lits (1)	Rcs _{mini} = 0,10	MPa	NF DTU 20.12 et Cahier du CSTB 3230_V2 de novembre 2007
	ds : déformation conventionnelle correspondante, en 1 et 2 lits (1)	ds _{mini} 1,3 ds _{max} 2,0	%	
Stabilité dimensionnelle	Variation dimensionnelle résiduelle à l'état libre de déformation à 23°C après cycles de stabilisation à 80 °C	≤ 0,3	%	Guide UEAtc - § 4.31 Sur éprouvette 250 x 250 mm
	Variation dimensionnelle résiduelle (3 j à 80 °C + 24 h à 23°C)	≤ 0,3	%	Procédure interne Sur éprouvette 150 x 150 mm
	Variation dimensionnelle résiduelle (7 j à 70 °C / 95 %HR + 24 h à 23 °C)	≤ 0,5	%	Cahier du CSTB 3669_V2 Sur panneau entier 600 x 600 mm
	Incurvation sous un gradient de température 80/20 °C	≤ 3	mm	Guide UEAtc - § 4.32
Hygrothermiques	Coefficient de transmission de vapeur d'eau du parement	≤ 5	g/m ² .24h	ISO 2528 38 °C / 90 %HR
Thermique	Conductivité thermique utile	0,023/0,022 ⁽²⁾	W/m.K	EN 12667
	Résistance thermique utile	Cf. tableau 2 ⁽²⁾	m ² .K/W	
Feu	Réaction au feu	NPD	/	/

(1) La connaissance de résistance critique de service et de la déformation de service permet au maître d'œuvre de dimensionner l'ouvrage en béton pour la circulation des chemins de nacelle de nettoyage des façades, en tenant compte du revêtement d'étanchéité et de l'épaisseur des panneaux conformément aux prescriptions du NF DTU 20.12.

(2) Certificat ACERMI n° 15/006/1093

Tableau 2 – Résistance thermique utile des panneaux Efigreen Alu + selon le certificat ACERMI n° 15/006/1093

Épaisseur (mm)	40	45	50	55	60	66	70	75	80
R _D (m ² .K/W)	1,80	2,05	2,25	2,50	2,75	3,00	3,20	3,40	3,65
Épaisseur (mm)	85	90	95	99	100	105	110	115	120
R _D (m ² .K/W)	3,85	4,10	4,35	4,50	4,55	4,80	5,00	5,25	5,50
Épaisseur (mm)	125	130	133	135	140	145	150	155	160
R _D (m ² .K/W)	5,70	5,95	6,10	6,15	6,40	6,65	6,85	7,10	7,30

Il est rappelé qu'il appartiendra à l'utilisateur de vérifier que le certificat ACERMI est toujours valide et que les valeurs indiquées dans ce tableau sont conformes à celles du certificat ACERMI n° 15/006/1093

Tableau 3.1 – Tassement absolu (en mm) sous charge maintenue en un ou deux lits d'FIGREEN ALU +, pour une déformation du revêtement d'étanchéité de 2 mm au plus

Charge ⁽¹⁾ (kPa)	Épaisseurs												
	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160
4,5	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
20	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	0,8	0,9
40	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7
49,5	0,5	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2	1,3	1,4	1,5	1,7	1,8	1,9	2,0
60	0,7	0,8	1,0	1,1	1,3	1,4	1,6	1,7	1,9	2,0			

Les cases grisées correspondent à des exclusions d'emploi.

(1) La charge maintenue appliquée sur les panneaux Efigreen Alu + par l'intermédiaire du revêtement d'étanchéité est le cumul des charges descendantes défini par la norme NF DTU 43.1 pour le climat de plaine et par la norme NF DTU 43.11 pour le climat de montagne.

Nota :

Ce tableau a été établi à partir des résultats de « l'essai de charge maintenue en température » selon l'e-Cahier du CSTB 3669 de juillet 2010.

En cas d'emploi avec la perlite expansée fibrée, le tassement absolu des panneaux EFIGREEN ALU+ de chaque lit s'additionne à celui de la perlite expansée en se limitant au plus à 2 mm. On se référera au Document Technique d'Application en cours de validité du panneau de perlite expansée fibrée pour connaître son tassement absolu.

Ce tableau est utilisable jusqu'à un tassement de 2 mm, admis pour les revêtements d'étanchéité.

Tableau 3.2 – Tassement absolu (en mm) sous charge maintenue en deux lits d'FIGREEN ALU +, pour une déformation du revêtement d'étanchéité de 2 mm au plus

Charge ⁽¹⁾ (kPa)	Épaisseurs (mm)							
	170	180	190	200	210	220	230	240
4,5	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3
20	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	1,0
40	1,7	1,7	1,7	1,8	1,8	1,8	1,8	1,9
43,9	1,8	1,9	1,9	1,9	2,0	2,0	2,0	2,0
48,7	2,0							
60								

Les cases grisées correspondent à des exclusions d'emploi.

(1) La charge maintenue appliquée sur les panneaux Efigreen Alu + par l'intermédiaire du revêtement d'étanchéité est le cumul des charges descendantes défini par la norme NF DTU 43.1 pour le climat de plaine et par la norme NF DTU 43.11 pour le climat de montagne.

Nota :

Ce tableau a été établi à partir des résultats de « l'essai de charge maintenue en température » selon l'e-Cahier du CSTB 3669 de juillet 2010.

En cas d'emploi avec la perlite expansée fibrée, le tassement absolu des panneaux EFIGREEN ALU+ de chaque lit s'additionne à celui de la perlite expansée en se limitant au plus à 2 mm. On se référera au Document Technique d'Application en cours de validité du panneau de perlite expansée fibrée pour connaître son tassement absolu.

Ce tableau est utilisable jusqu'à un tassement de 2 mm, admis pour les revêtements d'étanchéité.

Tableau 4.1 – Mise en œuvre des panneaux isolants en lit unique ou en deux lits superposés - Cas de revêtements d'étanchéité sous protection lourde

		Revêtement d'étanchéité indépendant		Revêtement d'étanchéité semi-indépendant	
		Libre	Colle à froid (2)	Colle à froid (3)	fixations mécaniques (5)
Lit unique	Efigreen Alu + (1)	Libre	Colle à froid (2)	Colle à froid (3)	fixations mécaniques (5)
2 lits : lit inférieur	Efigreen Alu + (1)	Libre	Colle à froid (2)	Colle à froid (3)	Libre ou 1 fixation mécanique préalable (5)
2 lits : lit supérieur	Efigreen Alu + (1)	Colle à froid (2)	Libre ou Colle à froid (2)	Colle à froid (3)	fixations mécaniques (5)
	Perlite expansée fibrée	Libre	Libre ou Colle à froid (4)		

Les cases grisées correspondent à des exclusions d'emploi.

(1) Le revêtement asphalte n'est pas admis en pose directe sur Efigreen Alu +.

(2) Colles à froid décrites au § 3.331 du Dossier Technique.

(3) Colles à froid décrites au § 3.332 du Dossier Technique.

(4) Colle à froid vérifiée compatible avec les panneaux de perlite expansée fibrée selon DTA valide.

(5) Densité de fixations conforme aux normes série DTU 43 ou à l'Avis Technique particulier du béton cellulaire autoclavé armé.

Nota : Dans le cas du collage, il ne s'agit que d'un maintien des panneaux qui peut être effectué par un plot de colle central par panneau.

Tableau 4.2 – Mise en œuvre des panneaux isolants en trois lits superposés - Cas de revêtements d'étanchéité sous protection lourde

		Revêtement d'étanchéité indépendant sous protection lourde	
Lit inférieur	Efigreen Alu +	Libre	Colle à froid (1)
Lit intermédiaire	Efigreen Alu +	Colle à froid (1)	Libre ou colle à froid (1)
Lit supérieur	Perlite expansée fibrée	Libre ou colle à froid (2)	Libre ou colle à froid (2)

(1) Colles à froid décrites au § 3.331 du Dossier Technique.
(2) Colle à froid vérifiée compatible avec les panneaux de perlite expansée fibrée selon DTA valide.
Nota : Dans le cas du collage, il ne s'agit que d'un maintien des panneaux qui peut être effectué par un plot de colle central par panneau.

Tableau 4.3 – Mise en œuvre des panneaux isolants Efigreen Alu + en lit unique, en système apparent

Mode de fixation de l'EFIGREEN ALU +	Revêtement d'étanchéité apparent	Dépression de vent maximale admissible
Colle à froid (1)	Semi-indépendant par auto-adhésivité	Se reporter au DTA du revêtement pour la limite de vent et de pente.
Colle à froid (2)	Semi-indépendant par fixations mécaniques	Se reporter au DTA du revêtement pour la limite de vent et de pente.
Fixations mécaniques (3)	Semi-indépendant par auto-adhésivité	Se reporter au DTA du revêtement pour la limite de vent et de pente.
4 fixations mécaniques préalables par panneau	Semi-indépendant par fixations mécaniques	Se reporter au DTA du revêtement pour la limite de vent et de pente.

(1) Colles décrites au § 3.333 du Dossier Technique. Valeur de la dépression maximale au vent extrême de 6 333 Pa au sens des Règles NV 65 modifiées.
(2) Colles décrites au § 3.331 du Dossier Technique
(3) Densité de fixations conforme aux normes série DTU 43 ou à l'Avis Technique particulier du béton cellulaire autoclavé armé.
Valeur de la dépression maximale au vent extrême de 6 333 Pa au sens des Règles NV 65 modifiées.

Tableau 4.4 – Mise en œuvre des panneaux isolants Efigreen Alu + en deux lits superposés, en système apparent

Mode de fixation du lit inférieur EFIGREEN ALU +	Mode de fixation du lit supérieur Efigreen Alu +	Revêtement d'étanchéité apparent	Dépression de vent maximale admissible
Colle à froid (1)	Colle à froid (1)	Semi-indépendant par auto-adhésivité	Se reporter au DTA du revêtement pour la limite de vent et de pente.
1 fixation préalable / panneau	Fixations mécaniques (2)	Semi-indépendant par auto-adhésivité	Se reporter au DTA du revêtement pour la limite de vent et de pente.
Libre	Fixations mécaniques (2)	Semi-indépendant par auto-adhésivité	Se reporter au DTA du revêtement pour la limite de vent et de pente.
	4 fixations mécaniques préalables par panneau	Semi-indépendant par fixations mécaniques	Se reporter au DTA du revêtement pour la limite de vent et de pente.

(1) La colle utilisée pour le collage du lit inférieur et du lit supérieur est identique et est mise en œuvre conformément aux dispositions prévues par le Document Technique d'Application du revêtement d'étanchéité.
(2) Densité de fixations conforme aux normes série DTU 43 ou à l'Avis Technique particulier du béton cellulaire autoclavé armé. Valeur de la dépression maximale au vent extrême de 6 333 Pa au sens des règles NV 65 modifiées.

Tableau 4.5 – Mise en œuvre des panneaux isolants en deux lits superposés, avec des panneaux Efigreen Alu + en lit inférieur et des panneaux de perlite expansée fibrée en lit supérieur, en système apparent

Mode de fixation du lit inférieur Efigreen Alu +	Mode de fixation du lit supérieur perlite expansée fibrée (1)	Revêtement d'étanchéité apparent	Dépression de vent maximale admissible
Colle à froid Sopracolle 300 N (2)	Colle à froid Sopracolle 300 N (2)	Adhérence totale (3)	4 333 Pa
Fixations mécaniques (4)	Colle à froid Sopracolle 300 N (2)	Adhérence totale (3)	4 333 Pa
Libre	Fixations mécaniques (5)	Adhérence totale (3)	Se reporter au DTA des panneaux de perlite expansée fibrée pour la limite de vent.
		Semi-indépendant par fixations mécaniques (6)	Se reporter au DTA du revêtement pour la limite de vent et de pente.

(1) Perlite expansée fibrée faisant l'objet d'un Document Technique d'Application comme support direct d'étanchéité.
(2) Consommation décrite au § 3.334.
(3) Le revêtement pourra être soudé en plein directement sur le panneau de perlite expansée fibrée si celui-ci est apte à recevoir un revêtement soudé.
(4) Densité de fixations conforme aux normes série DTU 43 ou à l'Avis Technique particulier du béton cellulaire autoclavé armé.
(5) Densité de fixations conforme au Document Technique d'Application du panneau de perlite expansée fibrée.
(6) Sur panneau de perlite expansée fibrée non surfacée bitume uniquement.

Tableau 4.6 – Mise en œuvre des panneaux isolants en trois lits superposés (épaisseur totale maxi 260 mm), avec des panneaux de perlite expansée fibrée en lit supérieur, en système apparent

Mode de fixation du lit inférieur Efigreen Alu +	Mode de fixation du lit intermédiaire Efigreen Alu +	Mode de fixation du lit supérieur Perlite expansée fibrée (1)	Revêtement d'étanchéité apparent	Dépression de vent maximale admissible
Colle à froid Sopracolle 300 N (2)	Colle à froid Sopracolle 300 N (2)	Colle à froid Sopracolle 300 N (2)	Adhérence totale (3)	4 333 Pa
Libre	Fixations mécaniques (4)	Colle à froid Sopracolle 300 N (2)	Adhérence totale (3)	4 333 Pa
	1 fixation mécanique préalable par panneau	1 fixation mécanique préalable par panneau	Semi-indépendant par fixations mécaniques (5)	Se reporter au DTA du revêtement pour la limite de vent et de pente.

(1) Perlite expansée fibrée faisant l'objet d'un Document Technique d'Application comme support direct d'étanchéité.
(2) Consommation décrite au § 3.334.
(3) Le revêtement pourra être soudé en plein directement sur le panneau de perlite expansée fibrée si celui-ci est apte à recevoir un revêtement soudé.
(4) Densité de fixations conforme aux normes série DTU 43 ou à l'Avis Technique particulier du béton cellulaire autoclavé armé.
(5) Sur panneau de Perlite expansée fibrée non surfacée bitume uniquement.

Tableau 5 – Mode de liaison des panneaux Efigreen Alu + en travaux de réfection

Anciens revêtements (1)	Revêtement sous protection lourde			Revêtement apparent	
	Mise en œuvre des panneaux isolants (cf. § 6.3)				
	Libre	Fix. méca. préalables (6)	Colle à froid (2)	Colle à froid (2)	Fix. méca.(6)
Asphalte	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI
Bitumineux indépendants					
Bitumineux semi-indépendants	OUI	OUI	OUI (4)	OUI (3) (4)	OUI
Bitumineux adhérents	OUI	OUI	OUI	OUI (4)	OUI
Enduit pâteux, ciment volcanique (5)	OUI	OUI			OUI
Membrane synthétique (5)	OUI	OUI			OUI

La case grisée correspond à des cas de non-emploi.

(1) Anciens revêtements conservés selon norme NF DTU 43.5.
(2) Le DTA du revêtement d'étanchéité indique les possibilités de collage à froid sur un ancien revêtement.
(3) Lorsque le revêtement existant est fixé mécaniquement, les lignes de fixation doivent être à moins de 50 cm les unes des autres.
(4) L'autoprotection minérale est broyée selon la norme NF DTU 43.5. Autoprotection métallique (ou mixte) délardée.
(5) Nouveau pare-vapeur obligatoire indépendant (ou cloué sur bois et panneaux à base de bois).
(6) Avec des attelages de fixations mécaniques solides au pas si la compression à 10 % de déformation du support isolant existant (norme NF EN 826) est inférieure à 100 kPa, ou si elle n'est pas connue (cf. § 3.35).