

# Document Technique d'Application

Référence Avis Technique **5/16-2611**

Annule et remplace l'Avis Technique 5/13-2332

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

Tél. : 03 88 79 84 00  
Fax : 03 88 79 84 01  
Internet : [www.soprema.fr](http://www.soprema.fr)  
E-mail : [headquarters@soprema.com](mailto:headquarters@soprema.com)

### Groupe Spécialisé n° 5.2

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

Publié le 2 septembre 2016



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](http://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 09 mai 2016, le procédé Efigreen Alu + présenté par la Société Soprema SAS. Le présent document, auquel est annexé le Dossier Technique établi par le demandeur, transcrit l'Avis formulé par le Groupe Spécialisé n° 5.2 « Produits et procédés d'étanchéité de toitures, parois enterrées et cuvelage » sur les dispositions de mise en œuvre proposées pour l'utilisation du procédé dans le domaine d'emploi visé et dans les conditions de la France Européenne. Ce document annule et remplace l'Avis Technique 5/13-2332.**

## 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 120 mm.

Ils peuvent être posés en :

- En un lit d'épaisseur maximale de 120 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).

Les éléments porteurs visés sont en :

- Maçonnerie conforme à la norme NF P 10-203 (DTU 20.12) et la norme NF P 84-204-1-1 (réf. DTU 43.1) des toitures-terrasses :

- inaccessibles, 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 lit d'épaisseur maximale de 60 mm ;
  - 40 kPa : en un ou deux lits d'épaisseur totale maximale de 100 mm ;
  - 33,6 kPa : en un ou deux lits d'épaisseur totale maximale de 120 mm ;
  - 20 kPa : en deux lits d'épaisseur totale maximale de 200 mm ;
  - 16,7 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 d'eau),
  - 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 d'eau),
  - 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 circulation (hors rétention d'eau),
- techniques et zones techniques (sans chemins de nacelles),
- terrasses et toitures végétalisées, selon Avis Technique du procédé de végétalisation.

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).

Ils sont utilisables en :

- Climat de plaine ou de montagne ;
- Travaux neufs et de réfection selon la norme NF P 84-208 (réf. 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. § 5.37).

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.

### 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+A1:2015.

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 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.

## 2. AVIS

### 2.1 Domaine d'emploi accepté

Identique au domaine proposé par le Dossier Technique.

## 2.2 Appréciation sur le procédé

### 2.2.1 Aptitude à l'emploi

#### Sécurité au feu

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.

En toitures des bâtiments relevant de l'article R 4216-24, c'est-à-dire dont le plancher bas du dernier niveau est situé à plus de 8 mètres du sol extérieur, et des bâtiments d'habitation soumis à l'article 16 de l'arrêté du 31 janvier 1986 modifié, les supports maçonnerie - béton cellulaire autoclavé armé - bois et panneaux à base de bois revendiqués au Dossier Technique doivent être établis en conformité avec les exemples de solutions prévus par le « Guide de l'isolation thermique par l'intérieur des bâtiments d'habitation du point de vue des risques en cas d'incendie » *Cahier du CSTB 3231* de juin 2000.

Dans le cas particulier des Établissements Recevant du Public (ERP), les éléments porteurs revendiqués doivent assurer l'écran thermique dans les conditions prévues dans le « Guide d'emploi des isolants combustibles dans les Établissements Recevant du Public ».

#### Sécurité en cas de séisme

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 et maîtrise des risques 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](http://www.soprema.fr/produits).

#### Données environnementales

Il existe une Déclaration Environnementale (DE) pour ce produit Efigreen Alu + mentionnée au *paragraphe C1* du Dossier Technique Établi par le demandeur. Il est rappelé que cette DE n'entre pas dans le champ d'examen d'aptitude à l'emploi du produit (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 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.

#### Isolation thermique

L'arrêté du 26 octobre 2010 (*Réglementation 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 2016. 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.

#### Accessibilité de la toiture

Se reporter au *paragraphe 1.1* de la partie AVIS.

#### 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 éléments 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).

### 2.2.2 Durabilité – Entretien

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

#### Entretien

cf. normes P 84 série 200 (référence 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.

### 2.2.5 Assistance technique

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 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.

### 2.3.2 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

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

### 2.33 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 m<sup>2</sup>.

### 2.34 Limites d'emploi

#### *Fixations mécaniques des panneaux sous un revêtement adhérent 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.

#### *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 fibré sera posé au-dessus des panneaux d'EFIGREEN ALU + et la dépression de vent maximale admissible est de 4 333 Pa.

### 2.35 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 P 84-208 (réf. DTU 43.5) vis à vis des risques d'accumulation d'eau.

### 2.36 Conception

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

## Conclusions

### Appréciation globale

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

### Validité

Jusqu'au 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.

Les valeurs de Rcs et ds des panneaux Efigreen Alu + limitent la pose en un seul lit d'épaisseur maximale de 70 mm pour les ouvrages pouvant être des chemins de nacelles.

*Le Rapporteur du Groupe Spécialisé n° 5.2*

# Dossier Technique

## établi par le demandeur

## A. Description

### 1. Destination du produit

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 120 mm.

Ils peuvent être posés en :

- En un lit d'épaisseur maximale de 120 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).

Les éléments porteurs visés sont en :

- Maçonnerie conforme à la norme NF P 10-203 (DTU 20.12) et la norme NF P 84-204-1-1 (réf. DTU 43.1) des toitures-terrasses :
  - inaccessibles, 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 d'eau pluviale) ;
  - 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 d'eau pluviale) ;
  - 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 d'eau pluviale) ;
  - techniques et zones techniques (sans chemins de nacelles) ;
  - terrasses et toitures végétalisées, selon Avis Technique du procédé de végétalisation.

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).

Ils sont utilisables en :

- Climat de plaine ou de montagne ;
- Travaux neufs et de réfection selon la norme NF P 84-208 (réf. 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. § 5.37).

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.

### 2. Description

#### 2.1 Désignation commerciale

Efigreen Alu +.

#### 2.2 Définition du matériau

##### 2.2.1 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.

##### 2.2.2 Spécifications

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

##### 2.2.3 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 dont la somme doit rester limitée à 2 mm.

##### 2.2.4 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 ( $R_D$ ) multipliée par 0,85.

#### 2.3 Autres matériaux

##### 2.3.1 Matériaux pour écran pare vapeur

- Conformes aux normes NF P 84-204-1 (réf. DTU 43.1 P1), NF DTU 43.11, NF DTU 43.4 et NF P 84-208 (réf. 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.

##### 2.3.2 Matériaux d'étanchéité

- Asphalte conforme aux normes NF P 84-204 (réf. DTU 43.1) et NF DTU 43.4, 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. § 5.31 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 protections par dalles sur plots, « I4 » en système monocouche, « I5 » en toitures-terrasses jardins et « I5 » en terrasses et toitures végétalisées.

## 2.33 Colles

### 2.331 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),
  - IKOpro Colle Bitume Isomastic (Meple Iko),
  - MASTIC HYRENE (Axter),
  - DERBIMASTIC S et DERBISEAL (Derbigum),
  - MASTICOLL (Index) ;
- Les colles polyuréthane :
  - COLTACK EVOLUTION (Soprema),
  - PUR GLUE (Icopal),
  - IKOpro Colle PU (Meple Iko),
  - INSTA-STIK (DOW France),
  - DERBITECH FA (Derbigum)
  - HYRA-STICK (Axter) ;

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

#### Cas particulier de la Coltack Evolution

Colle liquide polyuréthane mono-composante sans solvant prête à l'emploi.

- Viscosité à 20 °C : 6 000 mPa.s ;
- Masse volumique à 20 °C avant expansion : 1 120 kg/m<sup>3</sup> ;
- Teneur en extrait sec : > 99 % ;
- Résistance à la traction perpendiculaire aux faces minimale, sur la base d'une consommation moyenne de colle de 200 à 300 g/m<sup>2</sup> sur éprouvette 100 x 100 mm, obtenue après 7 jours : ≥ 150 kPa ;
- Conditionnement : en bidon de 12 kg ;
- Durée de stockage : 6 mois dans son emballage d'origine, à l'abri de l'humidité et de la chaleur.

### 2.332 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.

### 2.333 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 de 6 333 Pa, au sens des Règles NV 65 modifiées.

### 2.334 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/m<sup>2</sup>, avec un minimum de 9 plots par m<sup>2</sup>, 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/m<sup>2</sup> 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.

## 2.34 Écran d'indépendance

Conforme aux normes NF P 84-204 (réf. DTU 43.1) et NF DTU 43.4 ou Document Technique d'Application particulier du revêtement d'étanchéité.

## 2.35 Attelages de fixation mécanique de l'isolant

Les attelages sont conformes :

- Aux normes NF P 84-204-1 (réf. 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 P 10-203 (réf. DTU 20.12), les panneaux isolants ne peuvent être fixés mécaniquement.

En travaux de réfections, 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.

## 3. Fabrication et contrôles

### 3.1 Centre de fabrication

Soprema SAS, usine de Saint-Julien-du-Sault (89).

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

### 3.2 Fabrication

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

### 3.3 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.

#### 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 250x250 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.

## 4. Identification - Conditionnement - Étiquetage - Stockage

### 4.1 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.

### 4.2 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.

### 4.3 Étiquetage

Chaque colis porte une étiquette conforme à l'annexe ZA de la norme NF EN 13165 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.

### 4.4 Stockage

#### 4.4.1 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.

#### 4.4.2 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.

## 5. 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).

### 5.1 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 P 84-208 (réf. DTU 43.5).

### 5.2 Composition et mise en œuvre du pare-vapeur

- Soit Conformément aux normes NF P 84-204-1 (réf. DTU 43.1), NF DTU 43.11, NF DTU 43.4 et NF P 84-208 (réf. 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 P 84-204-1-1, réf. DTU 43.1).

### 5.3 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.

#### 5.3.1 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 définis dans la norme NF P 84-204-1 (réf. DTU 43.1) ;
- Sous protection dure ;
- Sous procédé de végétalisation, visé par un Avis Technique valide pour une pose d'un revêtement d'étanchéité en indépendance.

##### 5.3.1.1 En un seul lit (*cf. tableau 4.1*)

a) Les panneaux peuvent être collés par plots ou cordons de colle à froid définie au § 2.33, 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.

##### 5.3.1.2 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 § 2.332 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 § 2.332 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 § 5.311 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.

#### **5.313 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 § 2.332 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 § 5.311 du Dossier Technique.

#### **5.32 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 définis dans la norme NF P 84-204-1 (réf. DTU 43.1) ;
- 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.

#### **5.321 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. § 2.35), de répartition conforme à celle des normes NF P 84 204-1 (réf. DTU 43.1) et NF DTU 43.4, ou à l'Avis Technique particulier des dalles de béton cellulaire autoclavé armé.

#### **5.322 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. § 2.35), de répartition conforme à celle des normes NF P 84-204-1 (réf. DTU 43.1) et NF DTU 43.4, ou à l'Avis Technique particulier des dalles de béton cellulaire autoclavé armé.

#### **5.33 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.

#### **5.331 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. § 2.334) ;

ou

- Fixés mécaniquement par des attelages de fixation mécanique (cf. § 2.35), de répartition conforme à celle des normes NF P 84 204-1 (réf. 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 décrites au § 2.334).

Les conditions d'organisation de chantier et de coordination de pose sont les mêmes qu'en § 5.311 du Dossier Technique.

#### **5.332 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. § 2.334) ;
- Posés libres.

En lit intermédiaire, les panneaux Efigreen Alu + sont :

- Collés à froid à la colle SOPRACOLLE 300 N (cf. § 2.334) 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. § 2.334).

#### **5.34 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 +.

#### **5.341 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 § 2.333 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. § 2.35), de répartition conforme à celle des normes NF P 84 204-1 (réf. DTU 43.1) et NF DTU 43.4, ou à l'Avis Technique particulier des dalles de béton cellulaire auto-clavé armé.

#### **5.342 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. § 2.35), de répartition conforme à celle des normes NF P 84 204-1 (réf. 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 § 2.333, selon les dispositions de répartition et de consommation de colle prévues par le Document Technique d'Application du revêtement.

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

#### **5.351 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 § 2.35 du Dossier Technique, à raison de 4 attelages par panneau (1 fixation à chaque angle du panneau).

#### **5.352 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 § 2.35 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.

### 5.353 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 § 2.35 du Dossier Technique, à raison de 4 attelages par panneau.

## 5.4 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.

### 5.41 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 P 84-204 (réf. 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. § 7).

#### *Cas d'une protection lourde par dalle 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 +.

### 5.42 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. § 5.37) est possible selon le Document Technique d'Application du revêtement. La pression admissible sur Efigreen Alu + :

- 60 kPa sous chaque plot : en un lit d'épaisseur maximale de 60 mm ;
- 40 kPa sous chaque plot : en un ou deux lits d'épaisseur totale maximale de 100 mm ;
- 33,6 kPa sous chaque plot : en un ou deux lits d'épaisseur totale maximale de 120 mm ;
- 20 kPa sous chaque plot : en deux lits d'épaisseur totale maximale de 200 mm ;
- 16,7 kPa sous chaque plot : en deux lits d'épaisseur totale maximale de 240 mm.

Pour les autres épaisseurs, 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.

### 5.43 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. § 5.37) 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 lit d'épaisseur maximale de 60 mm ;
- 40 kPa sous chaque plot : en un ou deux lits d'épaisseur totale maximale de 100 mm ;
- 33,6 kPa sous chaque plot : en un ou deux lits d'épaisseur totale maximale de 120 mm ;
- 20 kPa sous chaque plot : en deux lits d'épaisseur totale maximale de 200 mm ;
- 16,7 kPa sous chaque plot : en deux lits d'épaisseur totale maximale de 240 mm.

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

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

### 5.44 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.

### 5.45 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.

### 5.46 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.

---

## 6. 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).

---

## 7. 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 $\text{kg/m}^3$ 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 :	
$U_p = \frac{1}{\sum R} = 0,09 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	

## B. Résultats expérimentaux

- Rapports d'essais du CSTB :
  - Essai de comportement sous charge maintenue sur l'épaisseur 120 mm, n° R2EM-ETA-12-26037835 ;
  - Essai de comportement sous charges statiques réparties et températures élevées sur l'épaisseur 120 mm, n° R2EM-ETA-12-26038442 ;
  - Essai de comportement sous charges statiques réparties et températures élevées sur l'épaisseur 240 mm, n° CLC-ETA-13-26042114/2 ;
  - Contrainte en compression à 10 % de déformation, épaisseur 120 mm, n° R2EM-ETA-12-26038442 ;
  - Essai de tenue au vent (Rapport d'essais CSTB n° RSET 09-26018815-1 du 18 mai 2009) ;
  - Incurvation sous gradient thermique, épaisseur 120 mm, n° R2EM-ETA-12-26040000.

- Rapports d'essais du Bureau Veritas :
  - Mesure des variations dimensionnelles à l'état libre de déformation, épaisseur 40 mm, n° 2434415/1E ;
  - Mesure des variations dimensionnelles à l'état libre de déformation, épaisseur 120 mm, n° 2434415/1F ;
  - Essai de comportement sous charges statiques et réparties sous 40 kPa, 80 °C, épaisseur 40 mm, n° 2434415/A ;
  - Essai de comportement sous charges statiques et réparties sous 40 kPa, 80 °C, épaisseur 120 mm, n° 2434415/B ;
  - 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 ;
- Rapport d'essais interne de résistance à l'arrachement à l'aide de différentes colles - référence ISO 08-003 / 4-15 du 31 mai 2011 ;
- Essai de tenue au vent des revêtements d'étanchéités auto-adhésifs sur Efigreen Alu (PV d'essai CSTC N° 651XE 392 du 26 mai 2004).

## C. Références

### C1. Données Environnementales <sup>(1)</sup>

Le produit Efigreen Alu + fait l'objet d'une Déclaration Environnementale (DE) individuelle.

Cette DE a été établie en janvier 2013. Elle n'a pas fait l'objet d'une vérification par tierce partie. Elle est déposée sur le site : [www.declaration-environnementale.gouv.fr](http://www.declaration-environnementale.gouv.fr).

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 80 000  $\text{m}^2$  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
<b>Pondérales</b>	Masse volumique nette à cœur	32,5 ± 2,5		kg/m <sup>3</sup>	NF EN 1602
	Masse du parement	≥ 180		g/m <sup>2</sup>	
<b>Dimensions</b>	Longueur × largeur	600 × 600 ± 3		mm	NF EN 822
	Épaisseur	40 à 120 ± 2		mm	NF EN 823
	Équerrage	≤ 3		mm/m	NF EN 824
	Planéité sortie d'usine	≤ 3		mm	NF EN 825
<b>Mécaniques</b>	Contrainte de compression pour un écrasement à 10 %	≥ 200		kPa	NF EN 826
	Contrainte de rupture en traction perpendiculaire	≥ 150		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 (1)	En 1 lit ou 2 lits	Rcs <sub>mini</sub> = 0,10	MPa	NF P 10-203 (DTU 20.12) et
	ds : déformation conventionnelle correspondante (1)	En 1 et 2 lits :	ds <sub>mini</sub> 1,3 ds <sub>max</sub> 2,0	%	Cahier du CSTB 3230_V2 de novembre 2007
<b>Stabilité dimensionnelle</b>	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 250 x 250 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
<b>Hygrothermiques</b>	Coefficient de transmission de vapeur d'eau du parement	≤ 5		g/m <sup>2</sup> .24h	ISO 2528 38 °C / 90 %HR
<b>Thermique</b>	Conductivité thermique utile Résistance thermique utile	Certificat ACERMI n° 15/006/1093			
<b>Feu</b>	Réaction au feu	NPD	Euroclasse	/	

(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 DTU 20.12.

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 <sub>D</sub> (W/(m <sup>2</sup> .K))	1,80	2,00	2,25	2,50	2,70	3,00	3,15	3,40	3,60
Épaisseur (mm)	85	90	95	100	105	110	115	120	
R <sub>D</sub> (W/(m <sup>2</sup> .K))	3,85	4,05	4,30	4,50	4,75	5,00	5,20	5,45	

Les cases grisées correspondent à des exclusions d'emploi.

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 (kPa)	Épaisseurs								
	40	50	60	70	80	90	100	110	120
4,5	<0,2	<0,2	<0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3
16,7	0,4	0,5	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,0
20	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2
33,6	0,7	0,9	1,0	1,2	1,4	1,5	1,7	1,9	2,0
40	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0		
60	1,2	1,5	1,8						

Les cases grisées correspondent à des exclusions d'emploi.

**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 (kPa)	Épaisseurs (mm)									
	130	140	150	160	170	180	190	200	220	240
4,5	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5
16,7	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,5	1,6	1,7	1,9	2,0
20	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0		
33,6										
40										
60										

Les cases grisées correspondent à des exclusions d'emploi.

**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	
<b>Lit unique</b>	Efigreen Alu + (1)	Libre	Colle à froid (2)	Colle à froid (2)	fixations mécaniques (4)
<b>2 lits : lit inférieur</b>	Efigreen Alu + (1)	Libre	Colle à froid (2)	Colle à froid (2)	Libre ou 1 fixation mécanique préalable (4)
<b>2 lits : lit supérieur</b>	Efigreen Alu + (1)	Colle à froid (2)	Libre ou Colle à froid (2)	Colle à froid (2)	fixations mécaniques (4)
	Perlite Expansée (fibrée)	Libre	Libre ou Colle à froid (3)		

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 § 2.332 du Dossier Technique.

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

(4) 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	
<b>Lit inférieur</b>	Efigreen Alu +	Libre	Colle à froid (1)
<b>Lit intermédiaire</b>	Efigreen Alu +	Colle à froid (1)	Libre ou colle à froid (1)
<b>Lit supérieur</b>	Perlite Expansée (fibrée)	Libre ou colle à froid (2)	Libre ou colle à froid (2)

(1) Colles à froid décrites au § 2.332 du Dossier Technique.  
(2) Colle à froid vérifiée compatible avec les panneaux de perlite (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 § 2.333 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 § 2.337 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 § 2.334.  
(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 § 2.334.

(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. § 5.3)				
	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 P 84-208 (réf. 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 P 84-208 (réf. DTU 43.5). Autoprotection métallique (ou mixte) déladée.

(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. § 2.35).