

Document Technique d'Application

Référence Avis Technique **5/13-2326*V1**

Annule et remplace l'Avis Technique 5/13-2326

Panneaux en polyisocyanurate (PIR)

Isolant thermique non porteur support d'étanchéité
Non-loadbearing insulation as base for waterproofing
Nichttragender Wärmedämmstoff als Untergrund für Abdichtungen

Efigreen Duo +

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.efisol.fr
E-mail : headquarters@soprema.com

Usines : Saint-Julien-du-Sault (Yonne) - France
Cassà de la Selva - Espagne

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

(arrêté du 21 mars 2012)

Groupe Spécialisé n° 5

Toitures, couvertures, étanchéités

Vu pour enregistrement le 24 septembre 2014



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 - Fax : 01 60 05 70 37 - Internet : www.cstb.fr

Le Groupe Spécialisé n° 5 « Toitures, couvertures, étanchéités » de la Commission chargée de formuler les Avis Techniques et Documents Techniques d'Application, a examiné, le 11 février 2013, la demande relative à l'isolant thermique non porteur support d'étanchéité « Efigreen Duo + » présentée par la Société SOPREMA SAS. Le présent document Additif intégré au Document Technique d'Application 5/13-2326, auquel est annexé le Dossier Technique établi par le demandeur, transcrit l'Avis formulé par le Groupe Spécialisé n° 5 « Toitures, couvertures, étanchéités » 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 5/13-2326.

1. Définition succincte

1.1 Description succincte

Les panneaux EFIGREEN DUO + sont des panneaux d'isolant thermique en mousse rigide de polyisocyanurate non porteur support de revêtements d'étanchéité de toitures disposés en :

- Un lit d'épaisseur allant de 40 à 160 mm :
 - Épaisseur de 40 à 160 mm pour l'usine de France ;
 - Épaisseur de 80, 90, 100, 110 et 120 mm pour l'usine d'Espagne ;
- Deux lits d'isolation d'épaisseur totale maximale de 280 mm ;
- Un lit d'isolation en panneau EFIGREEN DUO + associé à un deuxième lit en perlite expansée (fibrée) ou du liège expansé support direct de revêtements d'étanchéité de toitures-terrasses.

Les revêtements d'étanchéité sont posés en indépendance sous protection lourde rapportée.

Cet isolant est admis en tant que support de revêtement d'étanchéité de toitures de pente inférieure ou égale à 5 %. 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). Les toitures visées sont les toitures :
 - terrasses inaccessibles (y compris celles destinées à la retenue temporaire des eaux pluviales),
 - terrasses techniques ou zones techniques (y compris les chemins de nacelles),
 - terrasses accessibles à la circulation piétonnière et au séjour y compris sous protection par dalles sur plots,
 - terrasses et toitures végétalisées selon l'Avis Technique du procédé de végétalisation,
 - terrasses jardins ;
- 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 :
 - terrasses inaccessibles,
 - terrasses techniques ou zones techniques,
 - terrasses et toitures végétalisées selon l'Avis Technique du procédé de végétalisation ;
- Bois et panneaux dérivés du bois conformes à la norme NF DTU 43.4 ou de supports non traditionnels bénéficiant d'un Avis Technique justifiant leur utilisation en tant que support d'étanchéité. Les toitures visées sont :
 - terrasses inaccessibles,
 - terrasses techniques ou zones techniques,
 - terrasses et toitures végétalisées selon l'Avis Technique du procédé de végétalisation.

En climat de plaine ou de montagne, en travaux neufs et en réfection selon la norme NF P 84-208 (réf DTU 43.5).

L'emploi en pose collée des panneaux isolants sous revêtement avec protection lourde est admis en tout site et toute zone de vent.

L'emploi en pose libre apporte des limitations de zone de vent (cf. § 5.21 et § 5.22 du Dossier Technique).

1.2 Mise sur le marché

Le produit Efigreen Duo + fait l'objet d'une déclaration des performances établie par le fabricant sur la base de la norme NF EN 13165 : 2012.

1.3 Identification

L'étiquetage des colis comporte le nom commercial, les dimensions et l'épaisseur, la surface totale et le nombre de panneaux, le numéro du certificat ACERMI, le numéro du Document Technique d'Application.

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

La mousse est de couleur crème.

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.

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.

La structure du bâtiment devra être conçue en s'assurant que la largeur des joints de dilatation reste inférieure ou égale à 60 mm.

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

Le procédé dispose d'une Fiche de Données de Sécurité (FDS). L'objet de la FDS 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 FDS sont disponibles sur le site www.efisol.fr/fiche-de-donnees-de-securite.

Isolation thermique

L'arrêté du 26 octobre 2010 (Réglementation Thermique 2012) n'impose pas d'exigence minimale 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 *paragraphe 2.25* du Dossier Technique donne les résistances thermiques du panneau isolant certifiées par l'ACERMI pour l'année 2013. Il appartiendra 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.

Pour les constructions neuves qui entrent dans le champ d'application de la Réglementation Thermique 2005, la paroi dans laquelle est incorporé l'isolant support d'étanchéité EFIGREEN DUO + devra satisfaire aux exigences du tableau VIII du fascicule 1/5 « Coefficient U_{bat} » des Règles Th-U, qui définit le coefficient (Up) surfacique maximum admissible pour la paroi-toiture.

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.

Les panneaux de faibles épaisseurs ne peuvent être mis en œuvre que sur les ouvrages où la réglementation thermique n'est pas applicable.

Accessibilité de la toiture

Voir le *paragraphe 1.1*.

Emploi en climat de montagne

Ce procédé peut être employé en partie courante, associé à un porte-neige, dans les conditions prévues par le chapitre IX de la norme NF P 84-204 : 1994 (référence DTU 43.1), et dans les conditions prévues par le « Guide des toitures-terrasses et toitures avec revêtements d'étanchéité en climat de montagne » (*Cahier du CSTB 2267-2* de septembre 1988).

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).

2.22 Durabilité – entretien

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

Entretien et réparation

cf. *les normes P 84 série 200 (réf. DTU série 43)*.

2.23 Fabrication

Effectuée en usine, elle comprend l'autocontrôle nécessaire.

2.24 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 apporte une assistance technique sur demande de l'entreprise de pose.

2.3 Cahier des Prescriptions Techniques

2.31 Supports en bois massif ou en panneaux dérivés du 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 V 65 avec le modificatif n° 4 de février 2009. 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.

2.32 Implantation des zones techniques

Pour les zones techniques, les Documents Particuliers du Marché 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 dérivés du bois, la surface unitaire de la zone technique ou de chaque partie constituant chaque zone technique ne sera jamais inférieure à 200 m².

2.33 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.

2.34 Conception

Il est rappelé que le dimensionnement des dallages recevant les chemins de nacelles est dimensionné conformément aux prescriptions du DTU 43.1. Les valeurs des Rcs et ds des panneaux Efigreen Duo + 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 28 février 2016.

Pour le Groupe Spécialisé n° 5
Le Président
François MICHEL

3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

Dans le cadre du présent Avis, la Société SOPREMA SAS a fait évoluer la formulation de la mousse isolante (PIR) par rapport à celle constitutive des panneaux Efigreen Duo (PUR) ayant pour n° Document Technique d'Application 5/09-2045*V1.

Cette version consolidée intègre comme nouvelle revendication les panneaux isolants thermiques d'épaisseurs comprises entre 80 et 120 mm de l'usine se trouvant en Espagne.

Le Rapporteur du Groupe Spécialisé n° 5
Stéphane GILLIOT

Dossier Technique

établi par le demandeur

A. Description

1. Principe

Les panneaux EFIGREEN DUO + sont des panneaux d'isolant thermique en mousse rigide de polyisocyanurate non porteur support de revêtements d'étanchéité de toitures disposés en :

- Un lit d'épaisseur allant de 40 à 160 mm :
 - Épaisseur de 40 à 160 mm pour l'usine de France ;
 - Épaisseur de 80, 90, 100, 110 et 120 mm pour l'usine d'Espagne.
- Deux lits d'isolation d'épaisseur totale maximale de 280 mm ;
- Un lit d'isolation en panneau EFIGREEN DUO + associé à un deuxième lit en perlite expansée (fibrée) ou du liège expansé ou d'Efigreen A (se référer au Document Technique d'Application en cours de validité du procédé Efigreen A) support direct de revêtements d'étanchéité de toitures-terrasses.

Les revêtements d'étanchéité sont posés en indépendance sous protection lourde rapportée.

Cet isolant est admis en tant que support de revêtement d'étanchéité de toitures de pente inférieure ou égale à 5 %. 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). Les toitures visées sont les toitures :
 - terrasses inaccessibles (y compris celles destinées à la retenue temporaire des eaux pluviales),
 - terrasses techniques ou zones techniques (y compris les chemins de nacelles),
 - terrasses accessibles à la circulation piétonnière et au séjour y compris sous protection par dalles sur plots,
 - terrasses et toitures végétalisées selon l'Avis Technique du procédé de végétalisation,
 - terrasses jardins ;
- 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 :
 - terrasses inaccessibles,
 - terrasses techniques ou zones techniques,
 - terrasses et toitures végétalisées selon l'Avis Technique du procédé de végétalisation ;
- Bois et panneaux dérivés du bois conformes à la norme NF DTU 43.4 ou de supports non traditionnels bénéficiant d'un Avis Technique justifiant leur utilisation en tant que support d'étanchéité. Les toitures visées sont :
 - terrasses inaccessibles,
 - terrasses techniques ou zones techniques,
 - terrasses et toitures végétalisées selon l'Avis Technique du procédé de végétalisation.

En climat de plaine ou de montagne, en travaux neufs et en réfection selon la norme NF P 84-208 (réf DTU 43.5).

L'emploi en pose collée des panneaux isolants sous revêtement avec protection lourde est admis en tout site et toute zone de vent.

L'emploi en pose libre apporte des limitations de zone de vent (cf. § 5.21 et § 5.22).

2. Description

2.1 Désignation commerciale

EFIGREEN DUO +.

2.2 Définition du matériau

2.2.1 Nature chimique

Mousse rigide de polyisocyanurate obtenu à partir de polyols et d'isocyanates expansé au pentane, conforme à la norme NF EN 13165.

Présentation

Âme en mousse de polyisocyanurate revêtue sur ses deux faces d'un parement composite multicouches ne contenant pas de bitume.

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 Autres caractéristiques

Voir *tableau 2*, en fin de Dossier Technique.

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

Le *tableau 3* en fin de Dossier Technique est utilisable jusqu'à un tassement de 2 mm, admis pour les revêtements d'étanchéité.

2.2.5 Résistance thermique

La résistance thermique utile à prendre en compte pour le calcul des coefficients de déperdition thermique, donné en *Tableau 4*, est celle du certificat ACERMI n° 12/006/761. 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 la résistance selon le fascicule 2/5 (version mars 2012) des Règles Th-U, soit en multipliant par 0,85 la résistance thermique déclarée (R_D), soit en utilisant les valeurs tabulées par défaut (λ_{DTU}).

2.3 Autres matériaux

2.3.1 Matériaux pour écran pare-vapeur

- Conformés à l'une des normes suivantes : NF P 84-204-1 (réf. DTU 43.1), NF DTU 43.4, NF P 84-208 (réf. DTU 43.5) ;
- Systèmes pare-vapeur décrits dans le Document Technique d'Application du revêtement d'étanchéité.

L'écran pare-vapeur et son jointoiement sont définis par la norme P 84 série 200 de référence (DTU série 43) ou par le Document Technique d'Application du revêtement.

2.3.2 Matériaux d'étanchéité

Conformes aux normes NF P 84 série 200 (DTU série 43) de type :

- Asphalte traditionnel, dans le cas de pose d'EFIGREEN DUO + comme première couche d'isolation, sous réserve que le matériau utilisé en lit supérieur (cf. § 5.22) soit compatible avec l'asphalte ;
- Revêtements d'étanchéité sous Documents Techniques d'Application lorsque ceux-ci visent les applications sur panneaux en mousse rigide de polyuréthane en indépendance sous protection lourde rapportée.

2.3.3 Colles

a) Bitume EAC exempt de bitume oxydé cité dans un Document Technique d'Application de revêtement d'étanchéité.

b) Colles à froid (pour le collage de l'isolant) :

Elles doivent être :

- Mentionnées dans le Document Technique d'Application du revêtement d'étanchéité ;
- Compatibles avec l'isolant. La compatibilité est mesurée par la cohésion transversale utile (selon NF T 56-130) de l'assemblage de deux plaques $100 \times 100 \times$ épaisseur de EFIGREEN DUO + assemblées par la colle. Après 7 jours de séchage sans pression, la rupture ne doit pas se produire dans le plan de collage.
 - Les colles bitumineuses :
 - SOPRACOLLE 300 N (Soprema),
 - PAR (Icopal France),
 - IKOpro colle bitume ISOMASTIC (Meple Iko),
 - MASTIC HYRÈNE (Axter),
 - DERBIMASTIC S et DERBISEAL (Derbigum),
 - MASTICOLL (Index),
 - Les colles polyuréthane :
 - INSTA-STIK (DOW France),
 - IKOpro Colle PU (Meple Iko),

- PUR GLUE (Icopal),
- DERBITECH FA (Derbigum),
- Les colles bitume-polyuréthane :
- COLTACK (Soprema)

ont été vérifiées compatibles.

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

2.34 Écran d'indépendance

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

3. Fabrication et contrôles

3.1 Centre de fabrication

Usine de Saint-Julien-du-Sault (FRANCE) : épaisseur de 40 à 160 mm.
Usine de Casa de la Selva (Espagne) : épaisseurs 80 – 90 – 100 – 110 et 120 mm.

Le système de management intégré Qualité (ISO 9001) et Environnement (ISO 14001) des usines sont certifiées.

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 adressé par le fournisseur pour chaque lot livré.

En cours de fabrication (après traitement thermique)

Sur chaîne : longueur, largeur (EN 822), épaisseur (EN 823), équerage (EN 824), masse volumique (EN 1602), planéité (EN 825), aspect et parement : 1 contrôle par fabrication.

Sur produits mûris

- Dimensions (EN 822, EN 823), masse volumique (EN 1602), résistance à la compression à 10 % (EN 826), variation dimensionnelle à 80 °C (Guide UEAtc), conductivité thermique initiale (EN 13165), planéité (EN 825), Rcs-ds (EN 826) : 1 contrôle / lot de fabrication ;
- Incurvation sous gradient thermique (guide UEAtc) : 1 / 2 lot ;
- Conductivité thermique après vieillissement (EN 13165) : 10 % de la population.

4. Identification - Conditionnement - Étiquetage - Stockage

4.1 Identification

L'impression suivante est effectuée de manière continue sur tous les panneaux : appellation commerciale, numéro de Certificat ACERMI et nombre repère de coulées.

4.2 Conditionnement

Il se fait sous film polyéthylène thermorétracté.

Les palettes de panneaux EFIGREEN DUO + sont de hauteur ≤ 2,65 m. Leur poids maxi est 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, 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, 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 peuvent être collés ou en pose libre sur le pare-vapeur, en 1 ou 2 lits, selon les conditions définies au § 5.21, § 5.22 et au tableau 5.

Le revêtement d'étanchéité est mis en œuvre en indépendance avec protection lourde rapportée ; dans le cas du revêtement en asphalte traditionnel, cette protection rapportée n'est pas de l'asphalte.

5.1 Composition et mise en œuvre du pare-vapeur

Soit :

- Conformément aux normes NF P 84-204 (DTU 43.1) ou NF DTU 43.4 ;
- Selon les dispositions décrites dans les Documents Techniques d'Application particuliers aux revêtements d'étanchéité ;

Cas particulier des dalles porteuses en béton cellulaire autoclavé

Se référer aux dispositions prévues dans les Avis Techniques des dalles.

Cas particulier de la réhabilitation thermique sur toiture existante (tableau 7)

Après révision de l'ancienne étanchéité selon les prescriptions de la norme NF P 84-208 (DTU 43.5), l'ancienne étanchéité conservée peut constituer, le cas échéant, le pare-vapeur.

5.2 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 5 et 7*.

5.2.1 Mise en œuvre des panneaux isolants en un seul lit

(cf. *tableau 5*)

Les panneaux sont posés en quinconce et jointifs.

a) Ils sont collés soit par :

- Une couche d'enduit d'application à chaud (EAC), conformément aux dispositions prévues du Document Technique d'Application du revêtement d'étanchéité ;
- Plots ou cordons de colle à froid (décrite au § 2.33), avec une répartition et une consommation conformes à celles indiquées dans le Document Technique d'Application du revêtement ;
- Auto-adhésivité sur le pare-vapeur autoadhésif STICKFLEX VV 50 d'Axter, dans le cadre du Document Technique d'Application du revêtement d'étanchéité spécifiant la mise en œuvre de l'isolant par auto-adhésivité.

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 sont posés libres sans limitation de surface si la pose du lestage se fait à l'avancement des travaux sous protection :

- Par dalles sur plots ;
- Meuble, et jusqu'à une dépression de vent extrême de 3 927 Pa (selon les Règles V 65 avec son modificatif n° 4 de février 2009) ;
- Dure et 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.

Les poses 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.

5.2.2 Mise en œuvre des panneaux isolants en lits superposés (cf. *tableau 5*)

Le deuxième lit est posé à joints décalés sur le premier lit. Les panneaux pour lit supérieur d'isolation sont les suivants :

- EFIGREEN DUO + ;
- Perlite expansée (fibrée), faisant l'objet d'un Document Technique d'Application comme support direct d'une étanchéité ;
- Liège expansé conforme aux normes NF EN 13170 et NF B 57-054 mis en œuvre conformément aux normes P 84 série 200 (DTU série 43) ;
- a) Si les panneaux du lit inférieur en EFIGREEN DUO + sont collés comme décrit au § 5.21, le lit supérieur peut être posé libre ou collé (colles décrites au § 2.33 du Dossier Technique) conformément au Document Technique d'Application du revêtement d'étanchéité s'il est constitué d'un des isolants suivants :

- EFIGREEN DUO +,
 - Perlite expansée (fibrée),
 - Liège expansé (uniquement pose libre).
- b) Si les panneaux du lit inférieur en EFIGREEN DUO + sont libres, le lit supérieur peut être constitué d'un des isolants suivants :

- EFIGREEN DUO + collé au premier lit (colles décrites au § 2.33 du Dossier Technique) conformément au Document Technique d'Application du revêtement d'étanchéité,
- Perlite expansée (fibrée) posée libre.

Dans le cas d'une pose libre, quel que soit le lit considéré, il n'y a pas de limitation de surface à condition que la mise en œuvre de la protection lourde soit réalisée à l'avancement sous protection :

- par dalles sur plots,
- meuble, et jusqu'à une dépression de vent extrême de 3 927 Pa (selon les Règles V 65 avec son modificatif n° 4 de février 2009),
- dure,

et 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.

Les poses 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.

5.23 Mise en œuvre des panneaux isolants en climat de montagne

Les panneaux EFIGREEN DUO + peuvent être employés en partie courante dans les conditions prévues par le *chapitre IX* de la norme NF P 84-204 : 1994 (DTU 43.1) et par le « Guide des toitures en climat de montagne » *Cahier du CSTB 2267-2* de septembre 1988.

5.3 Mise en œuvre de l'étanchéité sous une protection lourde rapportée

La mise en œuvre de l'étanchéité est conforme au Document Technique d'Application particulier et aux conditions du *tableau 6*.

5.31 Systèmes indépendants d'étanchéité en asphalte

Les systèmes indépendants d'étanchéité en asphalte, et les relevés, sont ceux décrits dans les normes NF P 84 série 200 (DTU série 43) ou dans un Avis Technique. Le revêtement asphalte n'est pas en pose directe sur l'EFIGREEN DUO + (cf. *tableau 6 et tableau 7*).

5.32 Systèmes indépendants sous Document Technique d'Application

Les systèmes indépendants sous Documents Techniques d'Application, et les relevés, sont conformes aux Documents Techniques d'Application des revêtements.

Dans le cas où la première couche du revêtement d'étanchéité comporte une sous-face anti-adhérente (par exemple un non-tissé synthétique, un film macro-perforé ou film plastique) et un galon de recouvrement spécifique (par exemple un galon autocollant), 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.

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.

5.33 Protection lourde rapportée

Les protections lourdes rapportées sont celles décrites dans les normes P 84 série 200 (DTU série 43).

L'exécution d'un revêtement d'étanchéité protégé par dalles sur plots est possible selon le Document Technique d'Application du revêtement. La pression admissible sur EFIGREEN DUO + en un lit est de 60 kPa pour le panneau d'épaisseur 100 mm et 22,2 kPa en épaisseur maximum 280 mm, sous chaque plot. Le revêtement d'étanchéité peut imposer une limite plus basse.

Dans le cas des chemins de nacelles, les valeurs des Rcs et ds figurant dans le *tableau 1* permettent de dimensionner l'ouvrage en béton.

6. Détermination de la résistance thermique

Les modalités de calcul de « U bât » 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 valeur R du panneau donnée au *tableau 4*.

Exemple d'un calcul thermique

Hypothèse de la construction de la toiture : bâtiment fermé et chauffé à Brignoles (83) (zone climatique H3)	Résistances thermiques avec $U_p = \frac{1}{\sum R}$
- toiture plane avec résistances superficielles ($R_{si} + R_{se} = 0,14 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$)	$\Rightarrow 0,140 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$
- élément porteur en panneaux de contreplaqué de densité sèche comprise entre 600 et 750 kg/m^3 et d'épaisseur 35 mm ($R_{bois} = 0,167 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$)	} 12,37 $\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$
- panneau EFIGREEN DUO + d'épaisseur 280 mm (140 mm + 140 mm) ($R_{UTILE} = 6,10 + 6,10 = 12,2 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$)	
- étanchéité bicouche bitumineuse d'épaisseur 5 mm + pare-vapeur	
Le coefficient de transmission surfacique global de la toiture : $U_p = 0,08$ avec EFIGREEN DUO +	

7. Prescriptions particulières relatives aux supports, au regard du risque d'incendie venant de l'intérieur

7.1 Toitures des bâtiments relevant de l'article R 235-4-13, c'est-à-dire dont le plancher bas du dernier niveau est à plus de 8 mètres du sol extérieur

Les supports maçonnerie - béton cellulaire autoclavé armé - bois et panneaux dérivés du 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.

7.2 Toitures 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 dérivés du 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.

7.3 Cas particulier des établissements recevant du public (ERP) au regard du risque d'incendie venant de l'intérieur

Pour les établissements recevant du public, les supports maçonnerie - béton cellulaire autoclavé armé - bois et panneaux dérivés du bois revendiqués au Dossier Technique doivent assurer l'écran thermique dans les conditions prévues dans le « Guide d'emploi des isolants combustibles dans les établissements recevant du public ».

B. Résultats expérimentaux

- Rapport d'essais du laboratoire du CSTB :
 - Essai de comportement de l'isolant sous charge maintenue en température sur panneau d'épaisseur 160 mm, n° CLC-ETA-13-26042114/1,
 - Mesure de la contrainte en compression à 10 %, épaisseur 160 mm, n° R2EM-ETA-12-26037835,
 - Essai de comportement sous charges statiques réparties et températures élevées, épaisseur 160 mm, n° R2EM-ETA-12-26038442,
 - Essai de comportement sous charges statiques réparties et température élevée, épaisseur supérieure à 280 mm, n° CLC-ETA-13-26042114/1 ;
- Rapport d'essais du Bureau Veritas :
 - Classe de compressibilité 40 kPa sous 60 °C, épaisseur 40 mm, n° 2424242/1C du 27.01.2012,
 - Classe de compressibilité 40 kPa sous 60 °C, épaisseur 160 mm, n° 2424242/1D du 27.01.2012,
 - Mesure des variations dimensionnelles à l'état libre de déformation sur l'épaisseur 40 mm, n° 2424242/1G du 27.01.2012,

- Mesure des variations dimensionnelles à l'état libre de déformation sur panneau d'épaisseur 160 mm, n° 2424242/1H du 27.01.2012,
- Incurvation sous gradient thermique sur panneau d'épaisseur 40 mm, n° 2424242/1B du 14.02.2012 ;
- Rapport d'essais du LNE :
 - Mesure de Rcs- ds en 2 lits à 23 °C et à 50 °C, épaisseurs 80 mm et 120 mm de l'usine espagnole, mesure du comportement sous charge maintenue à 50 °C sous 120 kPa, épaisseur 120 mm, n° P113647 du 28.10.2013,
 - Incurvation sous gradient thermique sur panneau d'épaisseur 160 mm, n° 2424242/1A du 14.02.2012,
 - Incurvation sous gradient thermique sur panneau formant une épaisseur supérieure à 280 mm, n° 2424242/1Ar du 14.02.2012,
 - Rcs-ds à 23 et 50 °C n° 2424242/1E sur épaisseur 40 mm,
 - Rcs-ds à 23 et 50 °C n° 2424242/F sur épaisseur 160 mm.

C. Références

C1. Données Environnementales et Sanitaires ⁽¹⁾

Les panneaux EFIGREEN DUO + provenant de l'usine française font l'objet d'une Fiche de Déclaration Environnementale et Sanitaire (FDES) pour les épaisseurs 80, 100 et 160 mm, conforme à la norme NF P 01-010.

Le demandeur déclare que ces fiches sont individuelles, elles ont été établies en décembre 2012 par la Société SOPREMA SAS et n'ont pas fait l'objet d'une vérification par une tierce partie. Elles sont disponibles sur le site internet www.inies.fr et www.efisol.fr.

Les données issues des FDES ont pour objet de servir au calcul des impacts environnementaux des ouvrages dans lesquels les produits (ou procédés) visés sont susceptibles d'être intégrés.

C2. Références de chantiers

Depuis 2012 près de 150 000 m² de toitures ont été isolées avec les panneaux Efigreen Duo + en France.

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

Tableaux du Dossier Technique

Tableau 1 – Caractéristiques spécifiées

		Valeur spécifiée	Unité	Références
Pondérales	Masse volumique de la mousse	32,5 ± 2,5	kg/m ³	EN 1602
	Masse du parement multicouche	≥ 170 ± 20	g/m ²	
Dimensions	Longueur × Largeur	600 × 600 ± 3	mm	EN 822
	Épaisseur	40 à 160 ± 2 (1)	mm	EN 823
	Équerrage	≤ 3	mm	EN 824
Mécaniques	Contrainte de compression pour un écrasement à 10 %	≥ 200	kPa	EN 826
	Classe de compressibilité (40 kPa sous 60 °C, 7 jours)	Classe C		Guide UEAtc - § 4.51
	Résistance critique de service (2) Déformation de service (2)	Rcs _{mini} = 0,10 (1 lit) Rcs _{mini} = 0,09 (2 lits) ds _{mini} 1,0% - ds _{max} 1,8% (1 lit) ds _{mini} 1,0% - ds _{max} 1,9% (2 lits)	MPa %	NF P 10-203 (DTU 20.12) et e-Cahier du CSTB 3230_V2 de novembre 2007
Stabilité dimensionnelle	Variation dimensionnelle résiduelle à 23 °C après stabilisation à 60 °C	≤ 0,3	%	Durée : 3 jours à 80 °C + 24 h à 23 °C
	Incurvation sous un gradient de température 80/20 °C	≤ 3	mm	Guide UEAtc - § 4.32
Thermique	Conductivité thermique utile	ACERMI n° 12/006/761		
	Résistance thermique utile			

(1) L'usine d'Espagne fabrique uniquement les épaisseurs 80, 90, 100, 110 et 120 mm.

(2) La connaissance de la 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.

Tableau 2 – Caractéristiques indicatives

		Valeurs indicatives	Unité	Conditions d'essai
Réaction au feu	(Euroclasse)	F		

Tableau 3 – Tassement absolu (mm) sur support maçonnerie sous charges maintenues pour une déformation de 2 mm maxi

Charge	Épaisseur (en mm)												
	40	46	50	55	60	65	70	75	80	85	90	92	100
4,5 kPa	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
20 kPa	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6
22,2 kPa	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7
30 kPa	0,4	0,45	0,5	0,5	0,6	0,7	0,7	0,7	0,8	0,9	0,9	0,9	1,0
40 kPa	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9	0,9	1,0	1,1	1,1	1,2	1,3
60 kPa	0,8	0,9	1,0	1,0	1,1	1,3	1,3	1,4	1,5	1,7	1,7	1,8	1,9
Charge	Épaisseur (en mm)												
	104	110	115	120	126	130	135	138	140	145	148	150	155
4,5 kPa	< 0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
20 kPa	0,7	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9	1,0	1,0	1,0
22,2 kPa	0,7	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0	1,1	1,1	1,1
30 kPa	1,0	1,0	1,1	1,1	1,2	1,2	1,3	1,3	1,3	1,4	1,4	1,4	1,5
40 kPa	1,3	1,4	1,5	1,5	1,6	1,7	1,7	1,8	1,8	1,8	1,9	1,9	2,0
60 kPa													
Charge	Épaisseur (en mm)												
	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250	260	270	280
4,5 kPa	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4
20 kPa	1,0	1,1	1,1	1,2	1,3	1,3	1,4	1,5	1,5	1,6	1,7	1,7	1,8
22,2 kPa	1,1	1,2	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6	1,7	1,7	1,8	1,9	1,9	2,0
30 kPa	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0							
40 kPa	2,0												
60 kPa													

Tableau 4 – Résistance thermique

Épaisseur (mm)	40	46	50	55	60	65	70	75	80	85	90	92	95	100
R _D ((m ² .K)/W)	1,70	2,00	2,15	2,40	2,60	2,80	3,05	3,25	3,45	3,70	3,90	4,00	4,10	4,35
Épaisseur (mm)	104	110	115	120	126	130	135	138	140	145	150	155	160	
R _D ((m ² .K)/W)	4,50	4,80	5,00	5,20	5,50	5,65	5,85	6,00	6,10	6,30	6,55	6,75	6,95	

Tableau 5 – Pose des panneaux isolants

		Revêtement d'étanchéité indépendant sous protection lourde rapportée		
Lit unique ou 1^{er} lit	EFIGREEN DUO + (1)	EAC (4) (6)	Libre (2)	Colle à froid ou autoadhésif (5)
2^{ème} lit	EFIGREEN DUO + (1)	EAC (4) ou colle à froid (3) ou libre (3)	Colle à froid (3)	Colle à froid ou libre (3)
	perlite expansée (fibrée)	EAC (4) (6) ou libre (3)	Libre (3)	Colle à froid ou libre (3)
	liège expansé (NF B 57-054)	EAC (4) (6)		libre (3)

Les cases grisées correspondent à des exclusions d'emploi.

- (1) Le revêtement asphalte n'est pas admis en pose directe sur EFIGREEN DUO +.
 (2) Limitations voir § 5.21 du Dossier Technique.
 (3) Conditions voir § 5.22 du Dossier Technique.
 (4) Collage à l'EAC exempt de bitume oxydé cité dans un Document Technique d'Application de revêtement d'étanchéité en zones régulièrement réparties selon les dispositions du DTA du revêtement d'étanchéité.
 (5) Sur pare-vapeur autoadhésif, selon le Document Technique d'Application du revêtement d'étanchéité.
 (6) Faisant l'objet d'un DTA.

Tableau 6 – Domaine d'emploi du revêtement d'étanchéité

Pose de l'isolant	Revêtement d'étanchéité sous protection lourde rapportée
Collé par EAC (sous DTA)	Pente maximum 5 % Toutes zones et sites de vent
Collé par colle à froid	Pente maximum 5 % Toutes zones et sites de vent
Libre	Pente maximum 5 % Voir § 5.21 et 5.22 du Dossier Technique pour limitations
Semi-indépendant par autoadhésivité	Pente maximum 5 % Se référer aux dispositions du DTA du revêtement d'étanchéité

Tableau 7 – Mode de liaison des panneaux EFIGREEN DUO + en travaux de réfection sous protection lourde rapportée

Anciens revêtements (1)	Mise en œuvre des panneaux isolants (§ 5.2)		
	Pose libre	Collage à l'EAC (2) (6)	Collage à froid (3)
Asphalte	OUI	OUI	OUI
Bitumineux indépendants	OUI	OUI (4)	OUI (4)
Bitumineux semi-indépendants	OUI	OUI (4)	OUI (4)
Bitumineux adhérents	OUI	OUI (4)	OUI (4)
Enduit pâteux, ciment volcanique	OUI (5)		
Membrane synthétique	OUI (5)		

(1) Anciens revêtements conservés selon norme NF P 84-208 (DTU 43.5) (§ 5.1).

(2) Sauf en présence d'un isolant existant en polystyrène expansé.

(3) Le Document Technique d'Application du revêtement indique les possibilités de collage à froid sur un ancien revêtement.

(4) L'autoprotection minérale est broyée selon la norme NF P 84-208 (réf. DTU 43.5). Autoprotection métallique (ou mixte) délardée.

(5) Nouveau pare-vapeur obligatoire indépendant (ou cloué sur bois et panneaux dérivés du bois).

(6) Faisant l'objet d'un DTA.