

Sur le procédé

Panel PIR 5C

Famille de produit/Procédé : Panneau en polyuréthane ou polyisocyanurate (PUR/PIR) parementé support d'étanchéité

Titulaire(s) : **Société Kingspan Insulation S.A.U**

AVANT-PROPOS

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

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

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

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

Groupe Spécialisé n° 5.2 - Produits et procédés d'étanchéité de toitures-terrasses, de parois enterrées et cuvelage

Versions du document

Version	Description	Rapporteur	Président
V2	Cette version comporte : <ul style="list-style-type: none"> • Changement du nom de titulaire • Mise à jour des résistances thermique. 	MINON Anouk	DRIAT Philippe
V1	Révision d'office.	MINON Anouk	DRIAT Philippe

Descripteur :

Panneaux isolants non porteurs en mousse de polyuréthane rigide à base de polyisocyanurate expansée au pentane, revêtue sur des deux faces d'un parement composite multicouche aluminium-kraft. Ils sont utilisés comme support direct de revêtements d'étanchéité, de dimensions utiles:

- L x l : 600 x 600 mm ;
- D'épaisseur allant de 30 à 120 mm ;

Les panneaux peuvent être posés en:

- Un lit d'isolant d'épaisseur maximale de 120 mm ;
- Deux lits d'épaisseurs totale maximale 240 mm ;
- en premier lit sous des panneaux de perlite expansée (fibrée) selon Document Technique d'Application des panneaux de perlite.

Le procédé isolant « Panel PIR 5C » est employé en France métropolitaine, en climat de plaine.

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

Les panneaux sont utilisés comme support direct de revêtements d'étanchéité fixés mécaniquement et revêtement auto adhésifs apparents sur des toitures-terrasses:

- Plates et inclinées ;
- Inaccessibles, y compris les chemins de circulation ;
- Techniques ou à zones techniques (sans chemin de nacelle).

Ils s'emploient sur des éléments porteurs en:

- maçonnerie conformes aux normes NF DTU 20.12 et NF DTU 43.1;
- Bois et panneaux à base de bois conforme au NF DTU 43.4 ou en éléments porteurs non traditionnels d'un Document Technique d'Application.

La tenue au vent est donnée au § 2.4.1.

Table des matières

1.	Avis du Groupe Spécialisé.....	4
1.1.	Domaine d'emploi accepté	4
1.1.1.	Zone géographique	4
1.1.2.	Ouvrages visés.....	4
1.2.	Appréciation.....	4
1.2.1.	Aptitude à l'emploi du procédé	4
1.2.2.	Durabilité et entretien.....	5
1.2.3.	Impacts environnementaux	5
1.3.	Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé	5
2.	Dossier Technique.....	6
2.1.	Mode de commercialisation	6
2.1.1.	Coordonnées.....	6
2.1.2.	Mise sur le marché.....	6
2.1.3.	Identification.....	6
2.1.4.	Conditionnement	6
2.1.5.	Stockage.....	6
2.2.	Description.....	7
2.2.1.	Principe.....	7
2.2.2.	Caractéristiques des composants.....	7
2.3.	Dispositions de conception	8
2.3.1.	Prescriptions relatives aux éléments porteurs	8
2.3.2.	Prescriptions relatives aux supports constitués par d'anciens revêtements d'étanchéité.....	8
2.3.3.	Implantation des zones techniques	8
2.3.4.	Attelages des fixations mécaniques.....	8
2.4.	Dispositions de mise en œuvre	8
2.4.1.	Généralités.....	8
2.4.2.	Cas de la mise en œuvre du procédé en travaux de réfection.....	9
2.4.3.	Mise en œuvre de l'écran pare-vapeur	9
2.4.4.	Mise en œuvre des panneaux isolants.....	9
2.5.	Assistance technique.....	10
2.6.	Principes de fabrication et de contrôle de cette fabrication.....	11
2.6.1.	Fabrication	11
2.6.2.	Contrôles de fabrication	11
2.7.	Détermination de la résistance thermique de la toiture étanchée	11
2.7.1.	Détermination de la résistance thermique utile.....	11
2.7.2.	Exemple d'un calcul thermique.....	12
2.8.	Mention des justificatifs.....	12
2.8.1.	Résultats expérimentaux.....	12
2.8.2.	Références chantiers	12
2.9.	Annexe du Dossier Technique – Schémas de mise en œuvre	13

1. Avis du Groupe Spécialisé

Le procédé décrit au chapitre 2 « Dossier Technique » ci-après a été examiné le 29 juin 2023 par le Groupe Spécialisé 5.2 qui a conclu favorablement à son aptitude à l'emploi dans les conditions définies ci-après :

1.1. Domaine d'emploi accepté

1.1.1. Zone géographique

Le procédé « Panel PIR 5C » est employé en France métropolitaine, en climat de plaine.

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

1.1.2. Ouvrages visés

Les panneaux isolants non porteurs en mousse de polyuréthane rigide à base de polyisocyanurate expansée au pentane, revêtue sur ses deux faces d'un parement composite multicouche aluminium-kraft. Ils sont utilisés comme support direct de revêtements d'étanchéité.

Ces panneaux s'emploient comme support de revêtement apparent d'étanchéité de toiture. Les éléments porteurs visés sont :

- En maçonnerie conformes aux normes NF DTU 20.12 et NF DTU 43.1, avec les toitures :
 - terrasses inaccessibles y compris les chemins de circulation ;
 - terrasses techniques ou à zones techniques (sans chemins de nacelle) ;
- En bois et panneaux à base de bois conformes à la norme NF DTU 43.4 ou en éléments porteurs non traditionnels bénéficiant d'un Document Technique d'Application justifiant leur utilisation en tant que support d'isolation et d'étanchéité, avec les toitures :
 - inaccessibles, y compris les chemins de circulation ;
 - techniques et zones techniques ;
- En dalles de béton cellulaire autoclavé, uniquement en réfection.
- Pour des travaux neufs et de réfection selon la norme NF DTU 43.5, en climat de plaine.

L'emploi est possible :

- Sous revêtement fixé mécaniquement, en pose collée des panneaux isolants, ou préalablement fixée mécaniquement admis en tous sites et toutes zones de vent suivant les conditions du DTA du revêtement.
- Sous revêtement en semi-indépendance par autoadhésivité, l'emploi est limité aux zones de dépression de vent extrême définies dans le Document Technique d'Application du revêtement d'étanchéité et dans les conditions du DTA du revêtement.

La pose directe sous revêtement d'étanchéité en asphalte, ou bi-couche mixte en asphalte modifié et feuille en bitume élastomère armée, n'est pas visée.

1.2. Appréciation

1.2.1. Aptitude à l'emploi du procédé

Stabilité

Elle peut être normalement assurée.

Sécurité en cas d'incendie

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

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

Le classement au feu de l'isolant est donné dans les rapports d'essais cités au paragraphe 2.8.1. Lorsqu'il est exigé un classement de tenue au feu Broof(t3), des systèmes d'étanchéité (revêtement + isolant) présentent un classement de tenue au feu Broof(t3) ; l'entreprise de pose doit se procurer ces procès-verbaux auprès du titulaire de l'Avis Technique et vérifier que le système d'étanchéité à mettre en œuvre est pris en compte par l'un de ces procès-verbaux.

Vis-à-vis du feu venant de l'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.

Prévention des accidents lors de la mise en œuvre

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) ou les formations appropriées pour l'utilisation de certains produits.

Les FDS sont disponibles auprès de la Société Kingspan Insulation S.A.U.

Les panneaux Panel PIR 5C ne nécessitent pas pour l'utilisateur, l'emploi de protection particulière (lunettes, masques, gants) lors de la manutention et de la pose.

Pose en zones sismiques

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), 4 (moyenne) et 5 (forte) sur des sols de classe A, B, C, D et E.

Isolation thermique

Les arrêtés du 26 octobre 2010 et du 28 décembre 2012 (Réglementation Thermique 2012) et le décret n° 2021-1004 du 29 juillet 2021 et l'arrêté du 4 août 2021 (Réglementation Environnementale 2020) n'imposent pas d'exigences minimales sur la transmission thermique surfacique des parois mais imposent une performance énergétique globale du bâti.

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 pour chaque épaisseur les résistances thermiques utiles à prendre en compte pour le calcul du coefficient de déperdition thermique. Les valeurs sont celles du certificat ACERMI n°05/243/390 en cours de validité. Il appartient à l'utilisateur de se référer au certificat ACERMI de l'année en cours.

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- bât pour déterminer la conductivité thermique utile de l'isolant.

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

Les constructions existantes sont soumises aux dispositions de l'arrêté du 22 mars 2017, 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.

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.

Fabrication et contrôles

Effectuée en usine, elle comprend l'autocontrôle nécessaire.

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

1.2.2. Durabilité et entretien

Durabilité

Dans le domaine d'emploi proposé, la durabilité du procédé isolant Panel PIR 5C est satisfaisante.

Entretien

cf. les normes NF DTU série 43.

1.2.3. Impacts environnementaux

Les panneaux Panel PIR 5C ne font pas l'objet d'une Déclaration Environnementale individuelle,

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.

1.3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

2. Dossier Technique

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

2.1. Mode de commercialisation

2.1.1. Coordonnées

Titulaire : Kingspan Insulation S.A.U.
Carretera C 65 km 16
Poligono Industrial El Trust
ES-17244 Cassà de la Selva (Girona)
Espagne
Tél. : 34 972 460 472
Courriel : info@kingspanaislamiento.es
Internet : www.kingspan.com

Usine : Cassà de la Selva
Catalogne (Espagne)

Distributeur : Kingspan Insulation S.A.U

2.1.2. Mise sur le marché

En application du Règlement (UE) n° 305/2011, le produit Panel PIR 5C fait l'objet d'une Déclaration des Performances (DdP) établie par la Société Kingspan Insulation S.A.U. sur la base de la norme NF EN 13165.

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

2.1.3. Identification

Chaque panneau est marqué en continu sur une face. Ce marquage comprend le nom du produit et un repère de fabrication (le code de production et l'heure de fabrication).

Chaque colis porte une étiquette conforme à la norme NF EN 13165.

La mousse est de couleur blanc crème, les parements sont de couleur brune.

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

Chaque emballage porte une étiquette précisant :

- nom du produit (Panel PIR 5C),
- le code de production et l'heure de fabrication
- nom du fabricant (Kingspan Insulation S.A.U.) et adresse,
- dimensions, épaisseur, surface totale,
- nombre de panneaux,
- numéro du certificat ACERMI,
- numéro de Document Technique d'Application,
- valeurs déclarées suivant norme du produit (norme NF EN 13165 :2012+A2 :2016),

marquage CE.

2.1.4. Conditionnement

Les panneaux sont empilés pour constituer des colis d'environ 0,50 m d'hauteur. Chaque colis est conditionné sous film polyéthylène thermorétracté entièrement fermé, avec logo de la société, permettant exceptionnellement un stockage extérieur (sauf détérioration) pendant 3 à 4 semaines environ.

Les colis sont palettisés en piles de 2,50 m d'hauteur environ, sur des cales en polystyrène. Tout l'ensemble est filmé avec un film polyéthylène étirable.

2.1.5. Stockage

Le stockage des panneaux est effectué en usine dans des locaux, à l'abri de l'eau et des intempéries. Il est d'au moins 1 jour par cm d'épaisseur, avant expédition, jusqu'à un maximum de 7 jours.

2.2. Description

2.2.1. Principe

Les panneaux isolants non porteurs en mousse de polyuréthane rigide à base de polyisocyanurate expansée au pentane, revêtue sur ses deux faces d'un parement composite multicouche aluminium-kraf sont utilisés comme support direct de revêtements d'étanchéité.

Les dimensions utiles sont :

- L x l : 600 x 600 mm,
- D'épaisseur allant de 30 à 120 mm.

Les panneaux peuvent être posés en :

- Un lit d'isolant d'épaisseur maximale de 120 mm ;
- Deux lits d'épaisseur totale maximale 240 mm ;
- Premier lit sous des panneaux de perlite expansée (fibrée) selon Document Technique d'Application des panneaux de perlite.

2.2.2. Caractéristiques des composants

2.2.2.1. Isolant Panel PIR 5C

2.2.2.1.1. Définition du matériau

Les panneaux Panel PIR 5C relèvent de l'annexe ZA de la norme NF EN 13165 : 2012+A2 :2016

Il s'agit du polyisocyanurate obtenu à partir de polyols et d'isocyanates par expansion au pentane.

Âme en mousse de polyisocyanurate et protection des deux faces par un composite multicouche aluminium-kraft de couleur brune ne contenant pas de bitume.

La mousse est de couleur blanc crème.

2.2.2.1.2. Résistance thermique

Le *tableau 2* du Dossier Technique donne pour chaque épaisseur la résistance thermique utile à prendre en compte pour le calcul des coefficients de déperdition thermique. Les valeurs sont celles du certificat ACERMI n° 05/243/390 en cours de validité. Il appartiendra à l'utilisateur de se référer au certificat ACERMI.

À défaut d'un certificat valide, les résistances thermiques utiles de l'isolant seront calculées en prenant la conductivité thermique du fascicule 2/5 des Règles Th-bât en vigueur, soit la valeur tabulée par défaut de la conductivité thermique (λ_{DTU}), soit en multipliant par 0,85 la résistance thermique déclarée (R_D).

2.2.2.1.3. Spécifications techniques

cf. *tableau 1* du Dossier Technique.

2.2.2.2. Matériaux pour écran pare-vapeur

- Conformes aux normes NF DTU 43.1 P1, NF DTU 43.4 P1, NF 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 DTU série 43 de référence ou par le Document Technique d'Application du revêtement.

2.2.2.3. Attelages et fixations mécaniques des panneaux isolants et/ou du revêtement

- 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.
- L'usage de fixation mécanique est exclu au-dessus de locaux à très forte hygrométrie $W/n > 7,5 \text{ g/m}^3$.

2.2.2.4. Revêtements d'étanchéité

Les revêtements d'étanchéité sont apparents en semi-indépendance par autoadhésivité ou fixation mécanique, en se reportant à leur Document Technique d'Application.

- En mixte sous asphalte bénéficiant d'un Document Technique d'Application, dans le cas de pose de Panel PIR 5C comme première couche d'isolation, à condition que le matériau utilisé en lit supérieur soit compatible avec ce type d'étanchéité (cf. § 2.4.4 du Dossier Technique) ;
- Revêtements d'étanchéité sous Documents Techniques d'Application lorsque ceux-ci visent les applications sur polyuréthane (ou polyisocyanurate) à parement composite. Les revêtements d'étanchéité doivent avoir un classement F.I.T. minimum : « I3 » en système bicouche apparent « I4 » en système monocouche.

2.3. Dispositions de conception

2.3.1. Prescriptions relatives aux éléments porteurs

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, 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'an crage doit se faire dans le parement supérieur ou inférieur du système.

2.3.2. 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 armé, bois ou panneaux à base de bois ou isolants sur les éléments porteurs précités (cf. *tableau 5*).

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

2.3.3. Implantation des zones techniques

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

2.3.4. Attelages des fixations mécaniques

- Pour les panneaux isolants, les attelages sont conformes :
 - Aux normes série 43 P1-2, et au CPT Commun du *Cahier du CSTB 3564* de juin 2006 pour les dalles de béton cellulaire autoclavé armé en cas de réfection ;
 - 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 le CPT Commun de l'e-*Cahier du CSTB 3564*.
- Pour le revêtement d'étanchéité fixé mécaniquement : les attelages sont ceux indiqués dans le Document Technique d'Application du revêtement d'étanchéité fixé mécaniquement.
- Les panneaux isolants et les revêtements d'étanchéité ne peuvent pas être fixés mécaniquement sur les formes de pente en béton lourd ou léger, les voiles précontraints, les voiles minces préfabriqués, les corps creux avec ou sans chape de répartition, les planchers à chauffage intégré, les planchers comportant des distributions électriques noyées, les planchers de type *D* définis dans la norme NF DTU 20.12, ainsi que dans les locaux à très forte hygrométrie.
- En travaux de réfection, les attelages de fixation mécanique sont de type solide 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.

2.4. Dispositions de mise en œuvre

2.4.1. Généralités

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

Kingspan Insulation S.A.U. apporte son assistance technique sur demande de l'entreprise de pose.

Les panneaux isolants sont fixés à l'élément porteur, ou au support, par l'intermédiaire du pare-vapeur dans le cas du collage ou d'éléments de liaison dans le cas d'attelages mécaniques.

Les panneaux isolants du deuxième lit (cf. § 2.4.4 et *tableau 4 du Dossier Technique*) sont collés, ou fixés mécaniquement.

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

L'emballage fermé permet toutefois pour une courte durée, inférieure à 4 semaines de stockage, d'éviter cette protection.

La dépression de vent maximale admissible est mentionnée dans le Document Technique d'Application du revêtement d'étanchéité.

2.4.2. Cas de la mise en œuvre du procédé en travaux de réfection

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

2.4.3. Mise en œuvre de l'écran pare-vapeur

- Soit, conformément aux normes NF DTU 43.1 P1 et NF DTU 43.4 P1.
Sur éléments porteurs en maçonnerie :
 - avec équerre de renfort périphérique mise en œuvre pour le pare-vapeur conformément aux prescriptions de la norme NF DTU 43.1 P1, ou toute autre disposition décrite dans le Document Technique d'Application particulier du revêtement d'étanchéité,
 - 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 ;
- 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 armé : les anciens Avis Techniques des dalles indiquent la constitution du pare-vapeur et le traitement des joints sur appuis des dalles porteuses si une isolation thermique est prévue ;
- Cas particulier de la réhabilitation thermique sur toiture existante : après révision de l'ancienne étanchéité selon les prescriptions de la norme NF DTU 43.5, l'ancienne étanchéité en asphalte ou bitumineuse conservée peut constituer, le cas échéant, le pare-vapeur.

2.4.4. Mise en œuvre des panneaux isolants

2.4.4.1. Généralités

D'une manière générale, la pose des panneaux doit être coordonnée avec celle du revêtement d'étanchéité en tenant compte des intempéries. Aucun panneau ne doit être posé s'il est humidifié dans son épaisseur.

La mise en œuvre des panneaux se fait à l'avancement avec le revêtement d'étanchéité dans les conditions des *tableaux 3 et 4* du Dossier Technique.

Les panneaux sont posés en quinconce et jointifs. Dans le cas de la pose en deux lits, les joints du deuxième lit sont décalés de ceux du premier lit.

2.4.4.2. Mise en œuvre sous un revêtement apparent en semi-indépendance par autoadhésivité

cf. tableaux 3 - 4.

Ils sont fixés à l'élément porteur par l'intermédiaire du pare-vapeur (pour le collage à froid), afin de résister aux efforts de dépression dus à l'action du vent extrême :

- En un lit (cf. tableau 3) :
 - par cordons ou bandes de colle à froid polyuréthane (PU) définie et de répartition selon le § 2.4.4.6, ou
 - par des attelages de fixation mécanique (cf. § 2.3.4), de répartition conforme à celle des normes DTU série 43 ou des « Conditions générales pour les dalles de béton cellulaire autoclavé armé » en réfection uniquement ;
- En deux lits de panneaux Panel PIR 5C (cf. tableau 4) :
 - en lit inférieur, les panneaux Panel PIR 5C sont mis en œuvre comme précédemment ;
 - en lit supérieur, les panneaux Panel PIR 5C sont fixés par des attelages de fixation mécanique (cf. § 2.3.4), de répartition conforme à celle des normes DTU série 43 ou des « Conditions générales pour les dalles de béton cellulaire autoclavé armé ».

2.4.4.3. Mise en œuvre sous un revêtement apparent en semi-indépendance par fixation mécanique

2.4.4.3.1. En un seul lit

cf. tableau 3.

cf. figure 1

Les panneaux sont préalablement fixés à l'élément porteur, par l'intermédiaire du pare-vapeur (pour le collage) :

- Soit, par des plots ou des cordons de colle à froid définie au § 2.4.4.5 du Dossier Technique, avec une consommation et une répartition conforme à celles du Document Technique d'Application du revêtement d'étanchéité ;
- Soit, par des attelages de fixation mécanique préalables, définis au § 2.3.4 du Dossier Technique, à raison de 4 attelages par panneau.

2.4.4.3.2. En deux lits

cf. tableau 4

cf. figure 1

En lit inférieur, les panneaux Panel PIR 5C sont mis en œuvre comme précédemment.

Les panneaux pour le lit supérieur sont les suivants :

- Panel PIR 5C;
- Perlite expansée (fibrée), faisant l'objet d'un Document Technique d'Application comme support direct d'étanchéité.

Les panneaux de deuxième lit sont préalablement fixés soit :

- Avec des attelages de fixations mécaniques à raison de 4 attelages par panneau définis au § 2.3.4 du Dossier Technique ;
- Par plots ou cordons ou bandes de colle à froid définie et de répartition selon le § 2.4.4.5.

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.

2.4.4.4. Mise en œuvre du revêtement d'étanchéité

La mise en œuvre du revêtement d'étanchéité est conforme au Document Technique d'Application particulier et aux conditions des tableaux 3 et 4 du Dossier Technique.

2.4.4.4.1. Revêtement apparent en semi-indépendance par autoadhésivité

cf. tableaux 3 - 4.

La mise en œuvre du revêtement 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.

2.4.4.4.2. Revêtement apparent en semi-indépendance par fixations mécaniques

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

2.4.4.5. Colles dans le cas de fixation mécanique

Les colles doivent avoir fait l'objet d'un Avis favorable du Groupe Spécialisé n° 5.2, dans le cadre d'un Document Technique d'Application du revêtement d'étanchéité.

Les colles doivent être compatibles avec l'isolant. La comptabilité est mesurée par la cohésion transversale utile (selon NF T 56-130) de l'assemblage de deux plaques 100 × 100 × épaisseur du Panel PIR 5C assemblées par la colle après 7 jours minimum, de séchage sans pression, la rupture ne doit pas se produire dans le plan de collage.

Les prescriptions de mise en œuvre et la densité de ces colles sont celles indiquées dans le Document Technique d'Application du revêtement d'étanchéité associé.

La compatibilité a été vérifiée pour :

- Les colles bitumineuses :
 - PAR (Icopal),
 - SOPRACOLLE 300 N (Soprema),
 - IKO pro mastic (IKO Axter);
 - MASTIC HYRENE (Iko Axter),
 - MASTICOLL (Index),
 - COLLE I 358 (Imper Italia) ;
- Les colles polyuréthane (PU) :
 - PUR GLUE (Icopal)
 - Isolemfi 50020A et Isolemfi 50105 (Emfi),
 - IKOpro Colle PU S (Iko Axter).
 - Sopracolle PU (Soprema)
 - Coltack Evolution (Soprema)

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

2.4.4.6. Collage à froid avec des colles polyuréthane (PU) pour les panneaux isolants sous revêtement d'étanchéité semi-indépendant par autoadhésivité et apparent

Les colles polyuréthane (PU), leurs prescriptions de mise en œuvre et leurs dépressions au vent maximales admissibles sont décrites par les Documents Techniques d'Application particuliers aux revêtements d'étanchéité autoadhésifs visant la pose sur Panel PIR 5C comme support.

2.5. Assistance technique

Kingspan Insulation S.A.U. apporte son assistance technique sur demande de l'entreprise de pose.

La Société Kingspan Insulation S.A.U. fournit une assistance technique depuis la Catalogne.

2.6. Principes de fabrication et de contrôle de cette fabrication

2.6.1. Fabrication

Réception des matières premières

- Fonctionnement en assurance qualité avec les fournisseurs des produits chimiques et des parements ;
- Produits chimiques : certificat d'analyse ;
- Essai de moussage avec formulation type.

Moussage en continu entre parements, suivi d'un traitement thermique, coupe aux dimensions, emballage, stockage-mûrissement

Le système de gestion intégrée de qualité, mis en place par Kingspan Insulation S.A.U. sur le site de Cassà de la Selva (Girona - Espagne) a maintenant une configuration multisite. Il est certifié par CIBSE Certification Ltd. conforme aux référentiels :

- ISO 9001 :2015 –Certificat n° QMS001-17,
- ISO 14001 :2015 – Certificat n° EMS001-17,

2.6.2. Contrôles de fabrication

2.6.2.1. Contrôle en cours de fabrication

- Longueur, largeur (EN 822) : Au moins 1 contrôle par fabrication ;
- Épaisseur (EN 823) : Au moins 1 contrôle par fabrication ;
- Équerrage (EN 824) : Au moins 1 contrôle par fabrication ;
- Masse volumique (EN 1602) : Au moins 1 contrôle par fabrication ;
- Planéité (EN 825) : Au moins 1 contrôle par fabrication ;
- Aspect et parement : Au moins 1 contrôle par fabrication

2.6.2.2. Contrôle sur produits finis par lots de fabrication

- Contrôles journaliers :
 - Masse volumique (EN 1602): Au moins 1 contrôle par fabrication ;
 - Compression à 10 % (EN 826): Au moins 1 contrôle par fabrication ;
 - Conductivité thermique (EN 12667): Au moins 1 contrôle par fabrication ;
 - Réaction au feu (ISO EN 11925-2) : Au moins 1 contrôle par 24h ;
 - Stabilité dimensionnelle (EN 1604): Au moins 1 contrôle par an
- Contrôles périodiques, en interne :
 - Variation conductivité thermique après vieillissement accéléré à 70 °C (toutes les deux années),
 - Incurvation sous l'effet d'un gradient thermique (selon guide UEAtc, tous les trimestres) sur panneaux entiers,
 - Variations dimensionnelles résiduelles à 23 °C après trois jours à 80 °C (selon guide UEAtc, 1 fois par mois) sur éprouvettes 250 x 250 mm.
 - Stabilité dimensionnelle à 7 jours 70 °C / 100 %HR (méthode interne selon EN 1604 et Cahier 3669_v2, chaque mois) sur panneaux entiers,
 - Traction perpendiculaire aux faces (selon EN 1609, 1 fois par an)
 - Perméance des parements (assurance qualité fournisseur).

2.7. Détermination de la résistance thermique de la toiture étanchée

Les modalités de calcul de « $U_{\text{bât}}$ » ou coefficient de déperdition par transmission à travers la paroi-toiture sont données dans les Règles Th-Bât. Pour le calcul, il faut prendre en compte la valeur R_{utile} du panneau donné au § 2.2.2.1.2 du Dossier Technique.

2.7.1. Détermination de la résistance thermique utile

Les Règles de calcul Th-Bât permettent de déterminer le coefficient de transmission surfacique global de la toiture (U_p). Pour ce calcul, il faut prendre en compte la résistance thermique utile des panneaux isolants donnée au *tableau 2*.

Les ponts thermiques intégrés courants doivent être pris en compte conformément au Cahier des Prescriptions Techniques communes « Ponts thermiques intégrés courants des toitures métalliques étanchées » (e-Cahier du CSTB 3688 de janvier 2011), lorsque les panneaux Panel PIR 5C ou le revêtement d'étanchéité sont fixés mécaniquement :

$$U_p = U_c + \Delta U_{\text{fixation}}$$

avec :

$$\Delta U_{\text{fixation}} = \frac{\sum \chi_{\text{fixation}}}{A} = \text{densité de fixation } (/m^2) \times \chi_{\text{fixation}}$$

dans laquelle :

- χ_{fixation} : coefficient ponctuel du pont thermique intégré, en W/K, fixé par le CPT Commun de l'e-Cahier du CSTB 3688 (janvier 2011), en fonction du diamètre des fixations ;
- A : surface totale de la paroi, en m² ;
- le coefficient majorateur $\Delta_{\text{Ufixation}}$ calculé, en W/(m².K), doit être arrondi à deux chiffres significatifs ; exemple :
 $0,006 \times 8 \Rightarrow 0,05$, $0,008 \times 8 = 0,06$.

2.7.2. Exemple d'un calcul thermique

Hypothèse de la construction de la toiture : bâtiment fermé et chauffé à Gisors (27) (zone climatique H1)	Résistances thermiques $\frac{1}{\sum R}$ avec $U_c =$
Toiture plane avec résistances superficielles ($R_s + R_{se} = 0,14 \text{ m}^2.\text{K/W}$) \Rightarrow	0,14 m ² .K/W
Élément porteur : béton plein armé de masse volumique comprise entre 2 300 et 2 600 kg /m ³ et d'épaisseur 20 cm ($R_{\text{utile}} = 0,09 \text{ m}^2.\text{K/W}$) Panneaux Panel PIR 5C d'épaisseur 120 mm en double lits collés à froid, ($R_{\text{utile}} = 5,55 \times 2 = 11,10 \text{ m}^2.\text{K/W}$) Pare-vapeur et étanchéité autoadhésive à base de bitume d'épaisseur 7,5 mm ($R_{\text{utile}} = 0,05 \text{ m}^2.\text{K/W}$)	} 11,24 m ² .K/W
Le coefficient de transmission surfacique global de la toiture : $U_p = U_c = 0,087 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$	

2.8. Mention des justificatifs

2.8.1. Résultats expérimentaux

- Rapport d'essais de tenue au vent du CSTB n° RSET 06-26004075 du 4 janvier 2007,
- Rapport d'essai feu du Applus n° 16/12507-1141 Partie 2 du 6 juillet 2016,
- Rapports d'essais du Bureau Veritas :
 - N° 1439505/1A du 12 juillet 2005, traction perpendiculaire - variations dimensionnelles à l'état libre de déformation.
 - N° 1439505/1B du 12 juillet 2005, incurvation sous gradient thermique - variations dimensionnelles après 7 jours à 70 °C / 95 %HR - dalles sur plots.
 - N° 2099088/1A du 6 novembre 2009, Classe de compressibilité C (UEAtc) sur deux épaisseurs superposées (épaisseur totale 240 mm).
 - N° 2099088/1B du 6 novembre 2009, essai de comportement sous charge maintenue (dalles sur plots) sur deux épaisseurs superposées (épaisseur totale 240 mm).
 - N° 2099088/1D du 6 novembre 2009, essai d'incurvation sous l'effet d'un gradient thermique sur deux épaisseurs superposées (épaisseur totale 240 mm).

2.8.2. Références chantiers

Les panneaux Panel PIR 5C sont produits depuis 2004 et distribués par Kingspan Insulation S.A.U..
 Les références portent sur 571 000 m² de toiture en France.

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

Caractéristiques		Spécifications	Unité	Norme de référence
Pondérales	Masse volumique nette	32 ± 2	kg/m ³	EN 1602
	Masse du parement	≥ 190	g/m ²	EN 1602
Dimensions	Longueur × largeur:	600 × 600 (± 3)	mm	EN 822
	Épaisseurs : (au pas de 10)	30 à 120	mm	EN 822
	- 30 ≤ épaisseurs ≤ 50 mm	± 2	mm	
	- 50 < épaisseurs ≤ 120 mm	± 3	mm	
	Planéité	≤ 3	mm	EN 825
	Équerrage	≤ 3	mm	EN 824
Parement	Coefficient de transmission de vapeur d'eau du parement	≤ 1	g/m ² .24h	ASTM 1249 23 °C / 85 %HR
Mécaniques	Contrainte de compression pour un écrasement à 10 % :			EN 826
	- 30 ≤ épaisseurs ≤ 40 mm	≥ 175	kPa	
	- 50 ≤ épaisseurs ≤ 120 mm	≥ 200	kPa	Guide UEAtc février 1993, § 4,51
	Classe de compressibilité (40 kPa - 80 °C)	Classe C		
	Contrainte de rupture en traction perpendiculaire	≥ 200	kPa	EN 1607
Stabilités dimensionnelles	Variation dimensionnelle résiduelle à 23 °C après stabilisation à 80 °C	≤ 0,2	%	Guide UEAtc février 1993, § 4,31
	Variation dimensionnelle résiduelle sur panneaux entiers	≤ 0,5	%	Durée 7 jours à 70 °C / 95 %HR + 24 heures à 20 °C
	Incurvation sous un gradient de température 80/20 °C	≤ 3	mm	Guide UEAtc février 1993, § 4,32
Hygrothermiques	Absorption d'eau en immersion	≤ 1	%	EN ISO 16535
Thermiques	Conductivité thermique utile (λ _{UTILE})	0,022	W/m. K	} Certificat ACERMI n° 05/243/390
	Résistance thermique utile (R _{UTILE})	§2.2.2.1.2	m ² .K/W	
Réaction au feu	Réaction au feu (Euroclasse)	F		

Tableau 1 – Caractéristiques

Épaisseur	R _{UTILE} (m ² .K/W)	Épaisseur	R _{UTILE} (m ² .K/W)	Épaisseur	R _{UTILE} (m ² .K/W)	Épaisseur	R _{UTILE} (m ² .K/W)
30	1,35	60	2,75	97	4,50	113	5,25
40	1,85	70	3,25	100	4,65	120	5,55
50	2,30	80	3,70	102	4,70	Épaisseur en mm	
55	2,55	90	4,15	110	5,10		

* Se référer au certificat ACERMI en cours de validité.

Tableau 2 – Résistance thermique utile (selon le certificat Acermi n° 05/243/390) *

Lit Unique	Revêtement apparent en semi-indépendance	
	par autoadhésivité	par fixations mécaniques
Panel PIR 5C (1)	Collage à froid avec colles polyuréthane PU (4) ou fixations mécaniques (5)	Colle à froid (3) ou fixations mécaniques préalables (2)

(1) Le revêtement asphalte n'est pas admis en pose directe sur le panneau Panel PIR 5C.

(2) Avec une densité de 4 attelages de fixation mécanique préalables par panneau.

(3) Colle à froid : voir § 2.4.4.5 du Dossier Technique.

(4) Collage à froid avec colles polyuréthane PU (voir § 2.4.4.6)

(5) Densité des attelages de fixations mécaniques conforme aux normes NF DTU 43.1 P1-1 - NF DTU 43.4 P1-1, et aux anciens Avis Techniques des dalles de béton cellulaire autoclavé armé.

Tableau 3 – Mise en œuvre des panneaux isolants Panel PIR 5C en lit unique

Revêtement apparent en semi-indépendance		
Pose en deux lits	par autoadhésivité	par fixations mécaniques
1 ^{er} lit : Panel PIR 5C	Colle à froid polyuréthane PU (6) ou fixations mécaniques préalables (2)	Colle à froid (4) ou fixations mécaniques préalables (2)
2 ^{ème} lit :	Fixations mécaniques (5)	Colle à froid (4) ou fixations mécaniques préalables (2)
- Panel PIR 5C (1)		
- Perlite expansée (fibrée)		

Les cases grisées correspondent à des cas de non-emploi.

(1) Le revêtement asphalte n'est pas admis.
(2) Avec une densité de 4 attelages de fixation mécanique préalables par panneau.
(3) Avec des fixations mécaniques et une densité selon le DTA des panneaux de perlite expansée (fibrée).
(4) Colle à froid : voir § 2.4.4.5 du Dossier Technique.
(5) Densité des attelages de fixations mécaniques conforme aux normes NF DTU 43.1 P1-1 - NF DTU 43.4 P1-1, et aux anciens Avis Techniques des dalles de béton cellulaire autoclavé armé.
(6) Collage à froid avec colles polyuréthane PU (voir § 2.4.4.6)

Tableau 4 – Mise en œuvre des panneaux isolants Panel PIR 5C en deux lits superposés, en système apparent

Revêtement apparent en semi-indépendance				
Mise en œuvre des panneaux isolants (§2.4.4)				
Anciens revêtements (1)	Revêtement fixé mécaniquement		Revêtement autoadhésif	
	Fixations mécaniques préalables (6)	Colle à froid (2)	Colle à froid (2)	Fixations mécaniques (6) (7)
Asphalte	OUI	OUI	OUI	OUI
Bitumineux indépendants	OUI			OUI
Bitumineux semi-indépendants	OUI	OUI(3)(4)	OUI(3)(4)	OUI
Bitumineux adhérents	OUI	OUI(4)	OUI(4)	OUI
Enduit pâteux, ciment volcanique (5)	OUI			
Membrane synthétique (5)	OUI			OUI

Les cases grisées correspondent à des cas de non-emploi.

(1) Anciens revêtements conservés selon norme NF DTU 43.5 (cf. §2.3.2).
(2) Pour les colles à froid polyuréthane (PU), le DTA du revêtement d'étanchéité indique les possibilités de collage à froid sur un ancien revêtement.
(3) Sauf en cas de fixations mécaniques du revêtement existant espacées de plus de 0,50 m.
(4) L'autoprotection minérale est brossée selon la norme NF DTU 43.5. Autoprotection métallique délardée.
(5) Nouveau pare-vapeur obligatoire indépendant (ou cloué sur bois et 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. § 2.3.4).
(7) Sous un revêtement semi-indépendant par autoadhésivité, la densité des attelages de fixations mécaniques sera conforme aux normes NF DTU 43.1 P1-1 - NF DTU 43.4 P1-1, et aux anciens Avis Techniques des dalles de béton cellulaire autoclavé armé.

Tableau 5 – Mode de liaison des panneaux Panel PIR 5C en travaux de réfections, en système apparent

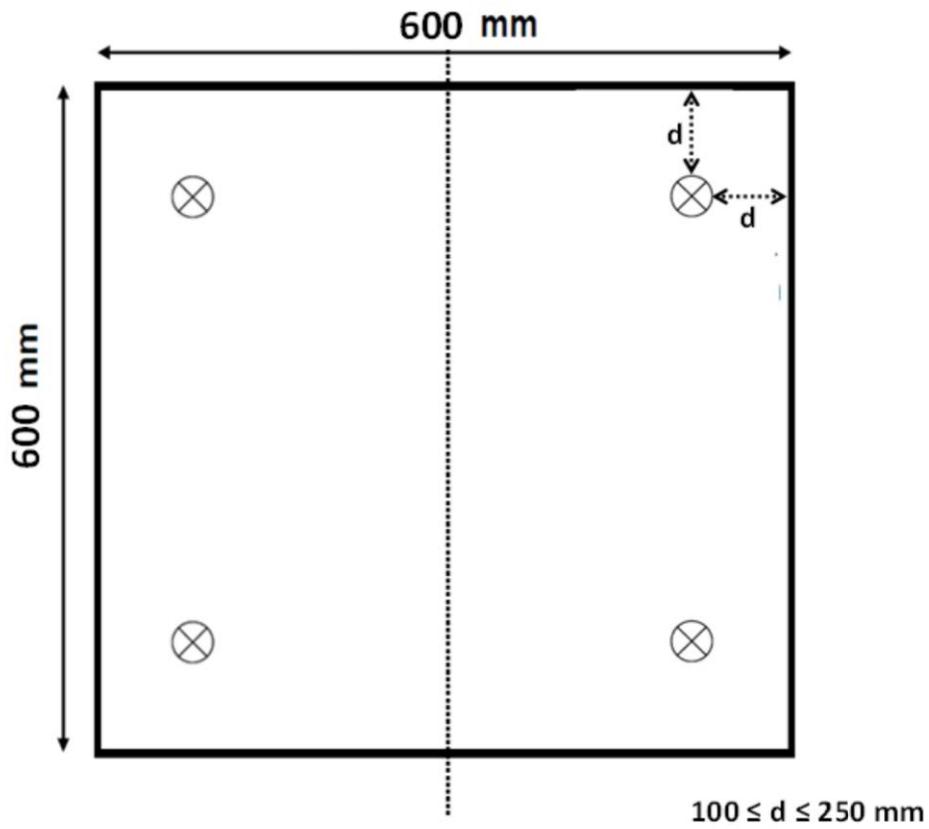


Figure 1. Fixations mécaniques des panneaux de 600 mm x 600 mm.