

Document Technique d'Application

Référence Avis Technique **5/10-2104**

Annule et remplace l'Avis Technique 5/07-1924 et 5/07-1924*01 Add

Panneaux isolants non porteurs en polyuréthane, (PIR, polyisocyanurate), parements composites multicouches

Isolant thermique non porteur support d'étanchéité

Non-loadbearing insulation as base for waterproofing

Nichttragender Wärmedämmstoff als Untergrund für Abdichtungen

Panel PIR 5C

Relevant de la norme

NF EN 13165

Titulaire : Poliuretanos SA
Carretera C 65 km 16
Poligono Industrial El Trust
ES-17244 Cassà de la Selva
(Gérone)
Tél. : 34 972 460 472
Fax : 34 972 461 719
Courriel : cassa1@poliuretanos.com
Internet : www.poliuretanos.com

Usine : Cassà de la Selva
Catalogne (Espagne)

Distributeur : Poliuretanos SA

Commission chargée de formuler des Avis Techniques
(arrêté du 2 décembre 1969)

Groupe Spécialisé n° 5

Toitures, couvertures, étanchéités

Vu pour enregistrement le 11 mai 2010



Secrétariat de la commission des Avis Techniques
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 a examiné, le 22 février 2010, la demande relative à l'isolant thermique non porteur support d'étanchéité Panel PIR 5C fabriqué et commercialisé par la société Poliuretanos SA. Le présent document, 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 5/07-1924 avec Additif 5/07-1924*01 Add.

1. Définition succincte

1.1 Description succincte

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.

Dimensions :

- 25 mm ≤ épaisseur ≤ 90 mm : longueur 700 ou 600 mm × largeur 600 mm,
- 100 mm ≤ épaisseur ≤ 120 mm : longueur 700 ou 585 mm × largeur 585 mm.

Isolant thermique disposé en un lit ou deux lits d'épaisseur 240 mm maximum, ou en premier lit sous des panneaux de perlite expansée (fibrée) ou de liège aggloméré expansé, support direct de revêtements d'étanchéité de toitures :

- terrasses inaccessibles, y compris les chemins de circulation,
- terrasses techniques et zones techniques (sans chemins de nacelle),
- terrasses accessibles aux piétons et au séjour, y compris sous protection par dalles sur plots,
- terrasses jardins,
- terrasses et toitures végétalisées,
- sur des éléments porteurs en maçonnerie, ou béton cellulaire autoclavé armé, ou bois et panneaux dérivés du bois,
- établies en climat de plaine ou de montagne (uniquement sous protection lourde),
- en travaux neufs et en réfections.

Les panneaux Panel PIR 5C sont posés :

- Sous protection lourde : par collage à chaud, ou par collage à froid, ou par fixations mécaniques préalables, ou en pose libre (sous conditions) ;
- Sous un revêtement apparent en semi-indépendance par EAC : par collage à chaud, ou par attelages de fixations mécaniques ;
- Sous un revêtement apparent en semi-indépendance par autoadhésivité : par attelages de fixations mécaniques, ou par collage à froid selon le Document Technique d'Application du revêtement ou à l'aide des colles PUR GLUE - IKopro Colle PU - MASTIC HYRENE ;
- Sous un revêtement apparent en semi-indépendance par fixations mécaniques : par des attelages de fixations mécaniques préalables, ou par collage à froid.

Les revêtements d'étanchéité sont posés :

- indépendants ou semi-indépendants sous protection lourde,
- semi-indépendants et apparents : par collage à l'EAC, ou par autoadhésivité, ou par des attelages de fixations mécaniques.

1.2 Mise sur le marché

Les produits relevant de la norme NF EN 13165 sont soumis, pour leur mise sur le marché, aux dispositions de l'arrêté du 22 février 2002 portant application pour les produits d'isolation thermique manufacturés pour le bâtiment du décret n° 92-647 du 8 juillet 1992 modifié, concernant l'aptitude à l'usage des produits de construction.

Les caractéristiques des panneaux suivantes sont indiquées sur leur étiquette CE :

- conductivité thermique déclarée : 0,0024 W/(m.K),
- euroclasse : F.

1.3 Identification

Chaque panneau est marqué en continu sur une face. Ce marquage comprend le nom du produit et un repère de fabrication.

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 Z 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.

Le classement de tenue au feu des revêtements apparents est indiqué dans les Documents Techniques d'Application particuliers aux revêtements

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.

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

Elle peut être normalement assurée.

Les fiches de données de sécurité sont disponibles à la société Poliuretanos SA.

Isolation thermique

Le *paragraphe 2.25* du Dossier Technique donne les résistances thermiques du panneau isolant certifiées par l'ACERMI jusqu'à la fin 2011. 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 Panel PIR 5C devra satisfaire aux exigences du tableau VIII du fascicule 1/5 « Coefficient U_{bat} » des Règles Th-U, qui définit le coefficient (U_p) 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

Ce procédé isolant convient aux toitures :

- Toitures-terrasses inaccessibles, y compris celles à rétention temporaire des eaux pluviales, et toitures inclinées ;
- Terrasses techniques ou à zones techniques (sans chemins de nacelle) ;
- Terrasses accessibles aux piétons et au séjour, sous une protection dure ;
- Terrasses accessibles aux piétons et au séjour sous une protection par dalles sur plots, la pression admise pour l'isolant sous chaque plot étant de 60 kPa en panneau d'épaisseur 100 mm et 34,7 kPa en épaisseur maximum 240 mm, le revêtement pouvant imposer une limite plus basse ;
- Terrasses jardins ;
- Terrasses et toitures végétalisées.

Emploi en climat de montagne sous protection lourde

Ce procédé peut être employé en partie courante 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 en climat de montagne » (*Cahier du CSTB 2267-2* de septembre 1988).

2.22 Durabilité – entretien

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

Entretien

Cf. les normes P 84 série 200 (référence 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.

Poliuretanos SA apporte son assistance technique sur demande de l'entreprise de pose.

2.3 Cahier des Prescriptions Techniques

2.31 Attelages de fixations mécaniques des panneaux isolants et/ou du revêtement

a) L'emploi d'attelages de fixations mécaniques 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 dérivés du 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 ($\frac{W}{n} > 7,5 \text{ g/m}^3$).

2.32 Limitations d'emploi pour la mise en œuvre des panneaux Panel PIR 5C

2.321 Sous une protection lourde, cas de la pose libre des panneaux

Il est rappelé que la pose libre des panneaux isolants, sans limitation de surface, est limitée pour les toitures dont les travaux se font à l'avancement :

- terrasses sous protection de type dalles sur plots,
- terrasses sous protection meuble : jusqu'à une dépression équivalente à celle au vent extrême de 3 927 Pa (selon les Règles V 65 avec modificatif n° 4 de février 2009),

et à condition que la mise hors d'eau de l'isolant soit systématique et que le lestage soit et coordonné avec la pose du revêtement.

2.322 Sous un revêtement apparent en semi-indépendance par collage

• Lorsque les panneaux Panel PIR 5C sont collés à l'EAC, le procédé est limité vis-à-vis du vent extrême à une dépression au vent extrême prescrite par le Document Technique d'Application du revêtement d'étanchéité, dans la limite d'une dépression de 4 712 Pa au plus selon les Règles V 65 avec modificatif n° 4 de février 2009 :

- semi-indépendant par collage à l'EAC,
- ou semi-indépendant par autoadhésivité.

• Lorsque les panneaux Panel PIR 5C sont fixés mécaniquement à un élément porteur en bois ou en panneaux dérivés du bois, le procédé est destiné aux toitures établies à une hauteur de 20 m au plus, conformément au NF DTU 43.4 P1-1.

2.33 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.

2.34 Cas de la réfection

Fixations mécaniques préalables ou non des panneaux et définitives du revêtement d'étanchéité

Dans le cas où il existe une couche isolante existante, et à moins que la contrainte en compression à 10 % de déformation de ce support isolant ne soit connue ou lorsqu'elle est inférieure à 100 kPa (norme NF EN 826), les attelages de fixation doivent être de type « solide au pas ».

Addendum

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 (référence DTU 43.5) vis à vis des risques d'accumulation d'eau.

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

Cinq ans, venant à expiration le 28 février 2015.

Pour le Groupe Spécialisé n° 5
Le Président
C. DUCHESNE

3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

Sur élément porteur à base de bois, le procédé Panel PIR 5C ne revendique que le bois massif, les panneaux de contreplaqué et ceux de particules conformes au NF DTU 43.4 P1-2. Les autres éléments porteurs à base de bois ne sont pas visés par le présent Document Technique d'Application.

Le Rapporteur du Groupe Spécialisé n° 5
E. SALIMBENI

Dossier Technique

établi par le demandeur

A. Description

1. Destination du produit

Isolant thermique en polyisocyanurate disposé (épaisseur totale maximum de 240 mm) :

- En un lit ou deux lits support direct de revêtements d'étanchéité apparente en semi-indépendance, par collage à l'EAC ou par autoadhésivité, en toitures-terrasses et toitures inclinées inaccessibles, toitures techniques ou zones techniques (sans chemins de nacelle) ;
- En un lit ou deux lits support direct de revêtements d'étanchéité apparente en semi-indépendance, par fixations mécaniques, en toitures-terrasses et toitures inclinées inaccessibles, toitures techniques ou zones techniques (sans chemins de nacelle) ;
- En un lit ou deux lits support direct de revêtements d'étanchéité indépendants sous protection lourde, en toitures-terrasses inaccessibles, toitures techniques ou zones techniques (sans chemins de nacelle), toitures-terrasses accessibles aux piétons et au séjour, toitures-terrasses jardins, terrasses et toitures végétalisées selon l'Avis Technique du procédé de végétalisation.

Sur les éléments porteurs suivants :

- en maçonnerie conforme aux normes NF P 10-203-1 (référence DTU 20.12 P1) et NF P 84-204-1 (référence DTU 43.1 P1),
- en béton cellulaire autoclavé armé, objet d'un Avis Technique pour l'emploi en élément porteur d'isolation et d'étanchéité,
- en bois et panneaux dérivés du bois conformes au NF DTU 43.4 P1.

En climat de plaine et de montagne, en travaux neufs et de réfections.

Les revêtements d'étanchéité sont apparents en semi-indépendance, ou sont sous protection lourde, en se reportant à leur Document Technique d'Application (1).

L'emploi en pose collée des panneaux isolants, ou préalablement fixée mécaniquement, sous revêtement avec protection lourde est admis en tous sites et toute zone de vent. L'emploi en pose libre des panneaux sous protection meuble peut apporter des limitations de zone de vent (cf. § 5.311 - 5.312 du Dossier Technique).

L'emploi sous revêtement apparent en semi-indépendance par collage à l'EAC, ou par autoadhésivité, est limité :

- aux zones de dépression de vent extrêmes définies dans le Document Technique d'Application du revêtement d'étanchéité si la résistance au vent extrême est inférieure à celle du présent Dossier Technique,
- à la limite au vent extrême des systèmes de collage à froid des panneaux indiquée au § 2.333 b-c-d du Dossier Technique,
- à la hauteur de 20 m au plus des toitures avec élément porteur en bois ou en panneaux dérivés du bois, lorsque les panneaux sont fixés mécaniquement selon le NF DTU 43.4 P1-1.

2. Description

2.1 Désignation commerciale

Panel PIR 5C

2.2 Définition du matériau

Les panneaux Panel PIR 5C relèvent de l'annexe ZA de la norme NF EN 13165.

2.21 Nature chimique

Polyisocyanurate obtenu à partir de polyols et d'isocyanates par expansion au pentane, agent porogène exempt de CFC, HCFC ou HFC.

Présentation

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.

2.22 Spécifications

Voir *tableau 1* du Dossier Technique.

2.23 Autres caractéristiques (à titre indicatif)

Voir *tableau 2* du Dossier Technique.

2.24 Tassement absolu (mm) sous charges d'utilisation réparties

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

En cas d'emploi en plusieurs lits d'isolant, le tassement absolu de chaque produit s'ajoute.

2.25 Résistance thermique

Le *tableau 4* 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° 05/065/390 en cours de validité jusqu'à la fin 2011. Il appartiendra à l'utilisateur de se référer au certificat ACERMI de l'année en cours. 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-U (version 2004), soit la valeur tabulée par défaut de la conductivité thermique (λ_{DTU}), soit en multipliant par 0,85 la résistance thermique déclarée (R_D).

2.3 Autres matériaux

2.31 Matériaux pour écrans pare-vapeur

- Conformes aux normes NF P 84-204-1 (référence DTU 43.1 P1), NF DTU 43.4 P1, NF P 84-208 (référence DTU 43.5).
- Dans le cas où l'élément porteur est constitué de dalles de béton cellulaire autoclavé armé, l'écran pare-vapeur doit être prescrit par les « Conditions générales d'emploi des dalles de toitures en béton cellulaire autoclavé armé » (*Cahier du CSTB 2192* d'octobre 1987) ou par l'Avis Technique des dalles de béton cellulaire autoclavé armé.
- 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 (référence DTU série 43) de référence ou par le Document Technique d'Application du revêtement.

2.32 Matériaux d'étanchéité

- En asphalte traditionnel conforme aux normes P 84 série 200 (référence DTU série 43), ou asphalte non traditionnel ou mixte sous asphalte bénéficiant d'un Avis Technique, 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. § 5.312 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 : « I2 » en système bicouche apparent, « I3 » en système bicouche sous protection lourde, « 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 chaud des panneaux isolants

Bitume EAC conforme aux normes P 84 série 200 (référence DTU série 43) TBA ≥ 100 °C.

(1) Ou Avis Technique dans la suite du document.

2.332 Colles à froid (pour le collage de l'isolant) sous protection lourde, ou sous un revêtement semi-indépendant par fixations mécaniques et apparent

Elles doivent avoir fait l'objet d'un avis favorable du Groupe Spécialisé n° 5, dans le cadre d'un Document Technique d'Application du revêtement d'étanchéité.

Elles 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 de 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 :

- des colles PAR (Icopal) - SOPRACOLLE 300 N (Sopréma) - IKOpro Colle Bitume (Meple) - MASTIC HYRENE (Axter) – MASTICOLL (Index) - COLLE I 358 (Imper Italia),
- et des colles polyuréthanes PUR GLUE (Icopal) - Isolemfi 50020A et Isolemfi 50105 (Emfi) - IKOpro Colle PU (Meple).

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

2.333 Colles à froid (pour le collage de l'isolant) sous un revêtement semi-indépendant par autoadhésivité et apparent

a) Les colles et leurs prescriptions de mise en œuvre sont décrites par les Documents Techniques d'Application particuliers aux revêtements d'étanchéité autoadhésifs.

b) On a constaté la faisabilité d'emploi de la colle PUR GLUE d'Icopal dans les conditions suivantes :

- Mise en œuvre de la colle par cordons de \varnothing 20 mm - consommation 200 g/m² mini, pour une consommation indicative forfaitaire de 250 g/m², sur un pare-vapeur bitumineux, conformément au Document Technique d'Application Adepar ;
- Pour un effort $W_{adm, sr} = 1\,221$ N/ml de cordon de colle PUR GLUE.

Définition du nombre de cordons

Le *tableau 8* du Dossier Technique précise le nombre de cordons de colle nécessaire, exprimée en écartement entre deux cordons de 20 mm de diamètre minimum par panneau, en fonction de la zone de vent et de la position du panneau sur la toiture (parties courantes, rives, angles).

Il est valable pour des bâtiments d'élancement courant tels que définis au paragraphe 3.1 du CPT Commun « Résistance au vent des isolants, supports de systèmes d'étanchéité de toitures » (*e-Cahier du CSTB 3564* de juin 2006) présentant des versants plans et une hauteur maximale de 20 m. Les dépressions de calcul prises en considération sont celles indiquées dans les tableaux 1.1 à 1.3 de l'annexe 2 du CPT Commun.

L'écart maximum entre les cordons est de 30 cm (dépression au vent extrême d'au plus 4 070 Pa).

La société Poliuretanos peut assister les entreprises dans le calcul de l'écartement des cordons.

c) On a constaté la faisabilité d'emploi de la colle IKOcolle Colle PU de Meple dans les conditions suivantes :

- Mise en œuvre de la colle par cordons de \varnothing 20 mm - consommation 70 g/ml sur un pare-vapeur bitumineux, conformément au Document Technique d'Application Meps Adhésif SI ;
- Pour un effort $W_{adm, sr} = 1\,500$ N/ml de cordon de colle IKOcolle Colle PU.

Définition du nombre de cordons

Le *tableau 9* du Dossier Technique précise le nombre de cordons de colle nécessaire, exprimée en écartement entre deux cordons de 20 mm de diamètre minimum par panneau, en fonction de la zone de vent et de la position du panneau sur la toiture (parties courantes, rives, angles).

Il est valable pour des bâtiments d'élancement courant tels que définis au paragraphe 3.1 du CPT Commun « Résistance au vent des isolants, supports de systèmes d'étanchéité de toitures » (*e-Cahier du CSTB 3564* de juin 2006) présentant des versants plans et une hauteur maximale de 20 m. Les dépressions de calcul prises en considération sont celles indiquées dans les tableaux 1.1 à 1.3 de l'annexe 2 du CPT Commun.

Le nombre de cordons est de deux au minimum par panneau (dépression au vent extrême d'au plus 4 016 Pa).

La société Poliuretanos peut assister les entreprises dans le calcul de l'écartement des cordons.

d) On a constaté la faisabilité d'emploi de la colle MASTIC HYRENE d'Axter dans les conditions suivantes :

- Mise en œuvre de la colle par plots ou par bandes placés à 5 cm mini du bord des panneaux sur un pare-vapeur bitumineux, conformément au Document Technique d'Application Hyrene Spot ;
- La consommation de la colle MASTIC HYRENE est de 500 g/m² ou 1 000 g/m² (dépression au vent extrême d'au plus 2 666 Pa et 3 927 Pa).

Définition du nombre de plots ou bandes

Le *tableau 10* du Dossier Technique précise le nombre de plots ou de bandes de colle nécessaire, en fonction de la zone de vent et de la position du panneau sur la toiture (parties courantes, rives, angles).

Il est valable pour des bâtiments d'élancement courant tels que définis au paragraphe 3.1 du CPT Commun « Résistance au vent des isolants, supports de systèmes d'étanchéité de toitures » (*e-Cahier du CSTB 3564* de juin 2006) présentant des versants plans et une hauteur maximale de 20 m. Les dépressions de calcul prises en considération sont celles indiquées dans les tableaux 1.1 à 1.3 de l'annexe 2 du CPT Commun.

2.34 Écran d'indépendance

Conforme aux normes NF P 84-204-1 (référence DTU 43.1 P1) et NF DTU 43.4 P1), ou au Document Technique d'Application du revêtement d'étanchéité.

2.35 Écran de semi-indépendance

Conforme aux normes NF P 84-204-1 (référence DTU 43.1 P1) et NF DTU 43.4 P1), ou au Document Technique d'Application du revêtement d'étanchéité.

2.36 Attelages des fixations mécaniques

a) Pour les panneaux isolants, les attelages sont conformes :

- Aux normes P 84 série 200-1-2 (référence DTU série 43 P1-2), et au CPT Commun du *Cahier du CSTB 3564* de juin 2006 pour les 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 \varnothing 70 mm selon le CPT Commun de l'*e-Cahier du CSTB 3564*.

b) Pour le revêtement d'étanchéité fixé mécaniquement : les attelages sont ceux indiqués dans le Document Technique d'Application du revêtement d'étanchéité fixé mécaniquement.

c) 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 (référence DTU 20.12), ni les panneaux isolants, ni les revêtements d'étanchéité ne peuvent être fixés mécaniquement.

d) 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

Société Poliuretanos SA.

Usine de Cassà de la Selva (Catalogne).

Le système qualité mis en place par Poliuretanos SA sur le site de Cassà de la Selva (Gérone, Espagne) est conforme au référentiel ISO 9001 : 2008 certifié par le Bureau Veritas Certification (certificat n° 9003067).

La société Poliuretanos SA fournit une assistance technique depuis la Catalogne.

3.2 Fabrication

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

3.3 Contrôles de fabrication (nomenclature)

3.3.1 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.

3.3.2 En cours de fabrication

- Sur chaîne : épaisseur, longueur, largeur, équerrage, masse volumique, aspect et parement.

3.3.3 Sur produits finis par lots de fabrication

- Contrôles journaliers : masse volumique, dimensions, compression à 10 %, conductivité thermique et planéité.
- Contrôles périodiques, en interne : stabilité dimensionnelle à 70 °C / 95 %HR (chaque mois, panneaux entiers), variation conductivité thermique après vieillissement accéléré à 70 °C (toutes les deux années), traction perpendiculaire aux faces (1 fois par an), incurvation sous l'effet d'un gradient thermique (tous les trimestres), perméance des parements (assurance qualité fournisseur).

4. Identification - Conditionnement - Étiquetage - Stockage

4.1 Identification

La mousse est de couleur blanc crème et le parement de couleur brune.

L'impression suivante est effectuée sur chaque panneau : nom du produit et quantième repère de coulée.

4.2 Conditionnement

Les panneaux sont empilés pour constituer des colis d'environ 0,50 m d hauteur. Chaque colis est conditionné sous film polyéthylène thermo-rétracté 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 sur cales de 2,50 m d hauteur environ.

4.3 Étiquetage

Chaque emballage porte une étiquette précisant nom du produit (Panel PIR 5C) - nom du fabricant (Poliuretanos) et adresse, dimensions, épaisseur, surface totale et nombre de panneaux, numéro du certificat ACERMI, valeurs déclarées suivant norme du produit (norme EN 13165) et marquage CE.

4.4 Stockage

4.4.1 Stockage en usine

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.

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.

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

5. Description de la mise en œuvre

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.

Sous protection lourde uniquement, les panneaux isolants du lit unique ou du premier lit peuvent ne pas être fixés dans le cas de pose libre (cf. § 5.311 - 5.312 et *tableaux 5 - 6.1* du Dossier Technique).

Les panneaux isolants du deuxième lit (cf. § 5.312 - 5.342 et *tableaux 6* du Dossier Technique) sont collés, ou fixés mécaniquement, ou libres uniquement sous protection lourde.

Le revêtement d'étanchéité est mis en œuvre :

- en indépendance ou en semi-indépendance sous protection lourde rapportée,
ou
- en semi-indépendance et apparent : soit par collage à l'EAC sur écran ou par plots, soit par autoadhésivité, soit par des attelages de fixations mécaniques.

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

Ce sont d'anciennes étanchéités type asphalte - multicouche traditionnelle 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 dérivés du bois ou isolants sur les éléments porteurs précités (*tableau 7*).

Les critères de conservation et de préparation de ces anciennes étanchéités sont définis dans la norme NF P 84-208 (référence DTU 43.5).

5.2 Mise en œuvre du pare-vapeur

- Soit conformément aux normes NF P 84-204-1 (référence 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 P 84-204-1 (référence 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 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 P 84-208 (référence DTU 43.5), l'ancienne étanchéité en asphalte ou bitumineuse conservée peut constituer, le cas échéant, le pare-vapeur.

5.3 Mise en œuvre des panneaux isolants

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 5 et 6* 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.

5.3.1 Mise en œuvre sous protection lourde

5.3.1.1 En un seul lit

Cf. *tableau 5*

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

a) Ils peuvent être collés :

- Soit par une couche d'enduit d'application à chaud (EAC) à raison de 1,2 kg/m² au minimum en zones régulièrement réparties.
- Soit par des plots ou des cordons de colle à froid (décrite au § 2.332 du Dossier Technique), avec une consommation et une répartition conformes à celles du Document Technique d'Application du revêtement d'étanchéité. 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) Ils peuvent être posés libres :

- Sous protection par dalles sur plots, par tranche unitaire ne dépassant pas 200 m² entre costières.
- Sans limitation de surface entre costières :
 - sous protection dure,
 - sous protection meuble, seulement jusqu'à une dépression équivalente à celle au vent extrême de 3 927 Pa (selon Règles V 65 avec modificatif n° 4 de février 2009),
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 d'étanchéité.

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.

- c) Ils peuvent être préalablement fixés mécaniquement (§ 2.36), à raison de 4 attelages par panneau.

5.312 En deux lits

Cf. *tableau 6.1*

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 ;
- Liège aggloméré expansé conforme à la norme NF B 57-054.

Les panneaux du deuxième lit peuvent être :

- Collés soit à l'EAC, soit 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.

• Libres :

- par tranche unitaire ne dépassant pas 200 m² entre costières avec une protection meuble incluant les dalles sur plots,
- et par tranche unitaire ne dépassant 500 m² entre costières, et seulement jusqu'à une dépression de vent extrême de 3 927 Pa (selon Règles V 65 avec modificatif n° 4 avec modificatif n° 4 de février 2009) dans le cas de protection meuble.

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 sous un revêtement apparent en semi-indépendance par collage à l'EAC

Cf. *tableaux 5 - 6.2*

Les panneaux sont fixés à l'élément porteur ou au support (pour le collage) afin de résister aux efforts de dépression dus à l'effet du vent :

- En un lit :
 - par une couche d'enduit d'application à chaud (EAC), à raison de 1,2 kg/m² au minimum en zones régulièrement réparties, ou
 - fixés mécaniquement par des attelages de fixation mécanique (§ 2.36), de répartition conforme à celle des normes P 84 série 200 (référence DTU série 43) ou des « Conditions générales pour les dalles de béton cellulaire autoclavé armé » ;
- En deux lits de panneaux Panel PIR 5C :
 - 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 (§ 2.36), de répartition conforme à celle des normes P 84 série 200 (référence DTU série 43) ou des « Conditions générales pour les dalles de béton cellulaire autoclavé armé ».

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

Cf. *tableaux 5 - 6.2*

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 :
 - par plots ou cordons ou bandes de colle à froid définie et de répartition selon le § 2.333, ou
 - par des attelages de fixation mécanique (§ 2.36), de répartition conforme à celle des normes P 84 série 200 (référence DTU série 43) ou des « Conditions générales pour les dalles de béton cellulaire autoclavé armé » ;
- En deux lits de panneaux Panel PIR 5C :
 - 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 (§ 2.36), de répartition conforme à celle des normes P 84 série 200 (référence DTU série 43) ou des « Conditions générales pour les dalles de béton cellulaire autoclavé armé ».

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

5.341 En un seul lit

Cf. *tableau 5*

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 § 2.332 du Dossier Technique, avec une consommation et une répartition conformes à celles du Document Technique d'Application du revêtement d'étanchéité ;
- Soit par des attelages de fixation mécanique préalables, définis au § 2.36 du Dossier Technique, à raison de 4 attelages par panneau.

5.342 En deux lits

Cf. *tableau 6.2*

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 avec des attelages de fixations mécaniques définis au § 2.36 du Dossier Technique.

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.

5.35 Mise en œuvre des panneaux Panel PIR 5C en climat de montagne sous protection lourde

Les panneaux Panel PIR 5C peuvent être employés en partie courante dans les conditions prévues par le *chapitre IX* de la norme NF P 84-204 :1994 (référence DTU 43.1) et par le « Guide des toitures en climat de montagne » (*Cahier du CSTB 2267-2* de septembre 1988).

5.4 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 5 - 6* du Dossier Technique.

5.41 Systèmes indépendants sous protection lourde en asphalte traditionnel

Les systèmes indépendants en asphalte traditionnel, les relevés et les protections lourdes rapportées sont ceux décrits dans les normes P 84 série 200 (référence DTU série 43) ; la protection rapportée n'est pas de l'asphalte.

Le revêtement d'étanchéité n'est pas en pose directe sur les panneaux Panel PIR 5C. En dessous le revêtement en asphalte, un lit supérieur de perlite expansée (fibrée), ou de liège aggloméré expansé, est placé sur le lit inférieur de panneaux Panel PIR 5C mis en place selon le § 5.312 du Dossier Technique

5.42 Systèmes indépendants sous protection lourde sous Documents Techniques d'Application

- Les systèmes d'étanchéité indépendants, 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,
 - à un 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 est possible selon le Document Technique d'Application du revêtement. La pression admissible sur Panel PIR 5C, sous chaque plot, est 60 kPa (0,6 daN/cm²) en épaisseur 100 mm et 34,7 kPa en épaisseur totale 240 mm. 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.

5.43 Revêtement apparent en semi-indépendance par plots d'EAC sur voile de verre (VV 50)

Cf. tableaux 5 - 6.2

La pente maximum est de 5 %.

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

5.44 Revêtement apparent en semi-indépendance par collage à l'EAC sur un écran perforé

Cf. tableau 5

Le support isolant en panneau Panel PIR 5C est de résistance thermique utile (R_{UTILE}) d'au plus $2 \text{ m}^2\text{K/W}$.

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

5.45 Revêtement apparent en semi-indépendance par autoadhésivité

Cf. tableaux 5 - 6.2

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.

5.46 Revêtement apparent en semi-indépendance par fixations mécaniques

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

5.5 Protection lourde rapportée

Les protections lourdes rapportées sont celles décrites dans les normes P 84 série 200 (référence 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 Panel PIR 5C sous chaque plot est indiquée au § 5.42 ci-dessus. Le revêtement d'étanchéité peut imposer une limite plus basse.

La protection végétalisée des terrasses et toitures végétalisées est conforme à l'Avis Technique du procédé de végétalisation.

5.6 Protection des applicateurs

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.

6. Détermination de la résistance thermique

Les modalités de calcul de « U_{bat} » 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_{UTILE} du panneau donnée au § 2.25 du Dossier Technique.

Exemple d'un calcul thermique

Hypothèse de la construction de la toiture : bâtiment fermé et chauffé à Gisors (27) (zone climatique H1)	Résistances thermiques
- toiture plane avec résistances superficielles ($R_s + R_{se} = 0,14 \text{ m}^2\text{K/W}$) \Rightarrow	0,140 $\text{m}^2\text{K/W}$
- élément porteur en panneaux de contreplaqué de densité sèche > 600 kg/m^3 et d'épaisseur 35 mm - panneau Panel PIR 5C d'épaisseur 110 mm ($R_{\text{UTILE}} = 4,65 \text{ m}^2\text{K/W}$) - étanchéité bicouche bitumineuse d'épaisseur 5 mm et un pare-vapeur	4,888 $\text{m}^2\text{K/W}$
Le coefficient de transmission surfacique global de la toiture : $U_p = \frac{1}{\Sigma R} = 0,20 \text{ W/(m}^2\text{K)}$	

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

7.1 Toitures des bâtiments soumis au seul Code du Travail

7.11 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 (ÉRP) 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 de tenue au vent du CSTB n° RSET 06-26004075 du 4 janvier 2007.

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° 1517716/1A du 21 novembre juillet 2005, résistances caractéristiques « $R_{cs} - ds$ » à 23 °C et 50 °C ;
- 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).

C. Références

L'usine de Cassà de la Selva (Catalogne) produit régulièrement des panneaux pour toiture depuis 1968, et du polyuréthane expansé sans CFC depuis 1992.

Les panneaux Panel PIR 5C sont produits et distribués par Poliuretanos SA depuis 2004. Les références récentes d'utilisation fournies portent sur plus de 25 chantiers qui représentent plus 20 000 m^2 de toiture.

Tableaux du Dossier Technique

Tableau 1 – Caractéristiques spécifiées

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 :			EN 822
	- épaisseur < 100 mm	700 × 600 (± 3) ou 600 × 600 (± 3)	mm mm	
	- épaisseur ≥ 100 mm	700 × 585 (± 3) ou 585 × 585 (± 3)	mm mm	
	Épaisseurs : (au pas de 10 après 30mm)	25 à 120		EN 822
	- 25 ≤ 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
	- 25 ≤ épaisseurs ≤ 40 mm	≥ 175	kPa	
	- 50 ≤ épaisseurs ≤ 120 mm	≥ 200	kPa	
	Classe de compressibilité (40 kPa - 80 °C)	Classe C		Guide UEAtc février 1993, § 4,51
	Contrainte de rupture en traction perpendiculaire	≥ 200	kPa	EN 1607
Stabilité dimensionnelle	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
Thermique	Conductivité thermique utile (λ _{UTILE})	0,024	W/m.K	} Certificat ACERMI n° 05/065/390
	Résistance thermique utile (R _{UTILE})	§ 2.25	m ² .K/W	

Tableau 2 – Caractéristiques indicatives

Caractéristiques	Spécification	Unité	Norme de référence	
Mécaniques	Module apparent d'élasticité en compression	8 000 à 10 000	kPa	EN 826
	Contrainte de compression au seuil de linéarité	120	kPa	EN 826
	Charge ponctuelle pour une épaisseur de 240 mm	34,7	kPa	(1)
	Charge ponctuelle pour une épaisseur de 100 mm	60	kPa	(1)
Hygrothermiques	Absorption d'eau en immersion	< 1	%	EN 12087
Réaction au feu	Réaction au feu (Euroclasse)	F		

(1) Charge déterminée à partir de l'essai de poinçonnement à 50 °C (cf. § B du Dossier Technique) pour une déformation de 2 mm maxi.

Tableau 3 – Tassement absolu (en mm) sous charge répartie pour une déformation du revêtement d'étanchéité de 2 mm au plus

Charge kPa	Épaisseurs (mm)											
	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	
4,50	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
10	< 0,2	< 0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
20	0,3	0,4	0,4	0,5	0,6	0,6	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8
30	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,1	1,2	1,2	1,2
40	0,6	0,7	0,8	1,0	1,1	1,2	1,4	1,4	1,5	1,6	1,6	1,6
50	0,7	0,9	1,0	1,2	1,4	1,5	1,7	1,8	1,9	2,0	2,0	2,0
60	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0					

Charge kPa	Épaisseurs (mm)										
	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	
4,50	< 0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
10	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
20	0,9	0,9	1,0	1,0	1,0	1,1	1,1	1,1	1,2	1,2	1,2
30	1,3	1,4	1,4	1,5	1,5	1,6	1,6	1,7	1,7	1,8	1,8
40	1,7	1,8	1,9	1,9	2,0						
50											
60											

Tableau 4 – Résistance thermique utile (selon le certificat Acermi n°05/065/390)

Épaisseur	R _{UTILE} (m²K/W)	Épaisseur	R _{UTILE} (m²K/W)	Épaisseur	R _{UTILE} (m²K/W)	Épaisseur	R _{UTILE} (m²K/W)
25	1,05	50	2,10	80	3,40	110	4,65
30	1,25	60	2,55	90	3,80	120	5,10
40	1,70	70	2,95	100	4,25	Épaisseur en mm	

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

Lit unique :	Revêtement d'étanchéité sous protection lourde rapportée				Revêtement apparent en semi-indépendance			
	EAC (3)		Libre (4)	Fixations mécaniques préalables (5)	Colle à froid (6)	par collage à l'EAC (2)	par autoadhésivité	par fixations mécaniques
Panel PIR 5C (1)	EAC (3)		Libre (4)	Fixations mécaniques préalables (5)	Colle à froid (6)	EAC (3) ou fixations mécaniques (8)	Collage à froid (7) ou fixations mécaniques (8)	Colle à froid (6) ou fixations mécaniques préalables (5)

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

(2) Lorsque le collage se fait à travers un écran perforé, la résistance thermique utile (R_{UTILE}) du panneau isolant est au d'au plus 2 m²K/W. La pente est limitée à 5 % pour le collage par plots à travers l'écran VV 50.

(3) Collage à l'EAC à raison de 1,2 kg/m² au minimum en zones régulièrement réparties.

(4) Limitations voir § 5.311 du Dossier Technique.

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

(6) Colle à froid : § 2.332 du Dossier Technique.

(7) Collage à froid (§ 2.333) : PUR GLUE d'Icopal ou IKOpro Colle PU de Meple ou MASTIC HYRENE d'Axter, ou celle indiquée dans le Document Technique d'Application du revêtement d'étanchéité autoadhésif.

(8) Densité des attelages de fixations mécaniques conforme aux normes NF P 84 204-1-1 (référence DTU 43.1 P1-1) - NF DTU 43.4 P1-1, et aux « Conditions générales pour les dalles de béton cellulaire autoclavé armé » (Cahier du CSTB 2182, octobre 1987).

Tableau 6.1 – Mise en œuvre des panneaux isolants en deux lits superposés, sous protection lourde

Pose en deux lits	Revêtement d'étanchéité sous protection lourde rapportée			
	EAC (2)	Libre (3)	Fixations mécaniques préalables (4)	Colle à froid (5)
1^{er} lit : Panel PIR 5C				
2^{ème} lit :				
- Panel PIR 5C (1)	EAC (2) ou libre (3) ou colle à froid (5)		EAC (2) ou libre (3) ou colle à froid (5)	Colle à froid (5)
- Perlite expansée (fibrée)	EAC (2) ou libre (3)	Libre (3)	EAC (2) ou libre (3) ou colle à froid (5)	Colle à froid (5)
- Liège expansé aggloméré	EAC (2) ou libre (3)	Libre (3)	EAC (2) ou libre (3) ou colle à froid (5)	Colle à froid (5)

La case grisée correspond à un cas de non emploi.

- (1) Le revêtement asphalte n'est pas admis en pose directe sur le panneau Panel PIR 5C.
 (2) Collage à l'EAC à raison de 1,2 kg/m² au minimum en zones régulièrement réparties.
 (3) Limitations voir § 5.312 du Dossier Technique.
 (4) Avec une densité de 4 attelages de fixation mécanique préalables par panneau.
 (5) Colle à froid : § 2.332 du Dossier Technique.

Tableau 6.2 – Mise en œuvre des panneaux isolants Panel PIR 5C en deux lits superposés, en système apparent

Pose en deux lits	Revêtement apparent en semi-indépendance		
	collage par plots d'EAC sur écran VV 50 - pente ≤ 5 %	par autoadhésivité	par fixations mécaniques
1^{er} lit : Panel PIR 5C	EAC (2) ou colle à froid (5) ou fixations mécaniques préalables (3)	EAC (2) ou colle à froid (5) ou fixations mécaniques préalables (3)	Colle à froid (5) ou fixations mécaniques préalables (3)
2^{ème} lit :			
- Panel PIR 5C (1)	Fixations mécaniques (6)	Fixations mécaniques (6)	Colle à froid (5) ou fixations mécaniques préalables (3)
- Perlite expansée (fibrée)			Colle à froid (5) ou fixations mécaniques préalables (4)
- Liège expansé aggloméré			

Les cases grisées correspondent à des cas de non emploi.

- (1) Le revêtement asphalte n'est pas admis.
 (2) Collage à l'EAC à raison de 1,2 kg/m² au minimum en zones régulièrement réparties.
 (3) Avec une densité de 4 attelages de fixation mécanique préalables par panneau.
 (4) Avec des fixations mécaniques et une densité selon le DTA des panneaux de perlite expansée (fibrée).
 (5) Colle à froid : § 2.332 du Dossier Technique.
 (6) Densité des attelages de fixations mécaniques conforme aux normes NF P 84 204-1-1 (référence DTU 43.1 P1-1) - NF DTU 43.4 P1-1, et aux Conditions générales pour les dalles de béton cellulaire autoclavé armé (Cahier du CSTB 2182, octobre 1987).

Tableau 7 – Mode de liaison des panneaux Panel PIR 5C en travaux de réfections

Anciens revêtements (1)	Revêtement sous protection lourde				Revêtement apparent en semi-indépendance			
	Mise en œuvre des panneaux isolants (§ 5.3)							
	EAC (2)	Libre	Fix. méca. préalables (7)	Colle à froid (3)	EAC (2)	Fix. méca. préalables (7)	Colle à froid (3)	Fix. méca. (7) (8)
Asphalte	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI
Bitumineux indépendants	OUI (5)	OUI	OUI	OUI		OUI		OUI
Bitumineux semi-indépendants	OUI (5)	OUI	OUI	OUI	OUI (4) (5)	OUI	OUI (4) (5)	OUI
Bitumineux adhérents	OUI (5)	OUI	OUI	OUI	OUI (5)	OUI	OUI (5)	OUI
Enduit pâteux, ciment volcanique (6)		OUI	OUI			OUI		
Membrane synthétique (6)		OUI	OUI			OUI		OUI

Fix. méca. : fixations mécaniques

Les cases grisées correspondent à des cas de non emploi.

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

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

(3) Le DTA du revêtement d'étanchéité indique les possibilités de collage à froid sur un ancien revêtement.

(4) Sauf en cas de fixations mécaniques espacées de plus de 0,50 m.

(5) L'autoprotection minérale est brossée selon la norme NF P 84-208 (référence DTU 43.5). Autoprotection métallique (ou mixte) délardée.

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

(7) 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 (§ 2.36d).

(8) Sous un revêtement semi-indépendant par collage à l'EAC ou par autoadhésivité, la densité des attelages de fixations mécaniques sera conforme aux normes NF P 84 204-1-1 (référence DTU 43.1 P1-1) - NF DTU 43.4 P1-1, et aux « Conditions générales pour les dalles de béton cellulaire autoclavé armé » (Cahier du CSTB 2182, octobre 1987).

Tableau 8 – Densité de colle PUR GLUE par panneau Panel PIR 5C, en un lit, bâtiments à versants plans

N : site normal

É = écartement entre deux cordons Ø 20 mm mini de PUR GLUE

E : site exposé

Tableau 8.1 Support bois et panneaux dérivés du bois - travaux neufs - bâtiments fermés

Hauteur	Position	Zone 1N	Zone 1E	Zone 2N	Zone 2E	Zone 3N	Zone 3E	Zone 4N	Zone 4E
10 m	Courante	É = 30 cm							
	Rive	É = 30 cm							
	Angle	É = 30 cm							
15 m	Courante	É = 30 cm							
	Rive	É = 30 cm							
	Angle	É = 30 cm							
20 m	Courante	É = 30 cm							
	Rive	É = 30 cm							
	Angle	É = 30 cm							

Tableau 8.2 Support bois et panneaux dérivés du bois - travaux neufs et de réfection- bâtiments ouverts

Hauteur	Position	Zone 1N	Zone 1E	Zone 2N	Zone 2E	Zone 3N	Zone 3E	Zone 4N	Zone 4E
10 m	Courante	É = 30 cm							
	Rive	É = 30 cm							
	Angle	É = 30 cm							
15 m	Courante	É = 30 cm	É = 30 cm	É = 30 cm					
	Rive	É = 30 cm	É = 30 cm	É = 30 cm					
	Angle	É = 30 cm	É = 30 cm	É = 30 cm					
20 m	Courante	É = 30 cm	É = 30 cm	É = 30 cm					
	Rive	É = 30 cm	É = 30 cm	É = 30 cm					
	Angle	É = 30 cm	É = 30 cm	É = 30 cm					

Tableau 8.3 Support maçonnerie et béton cellulaire autoclavé armé - travaux neufs et de réfection - bâtiments fermés et ouverts

**Support bois et panneaux dérivés du bois - travaux de réfection - bâtiments fermés
(sauf dans le cas d'un ancien revêtement sous protection lourde - voir alors tableau 8.1 ci-dessus)**

Hauteur	Position	Zone 1N	Zone 1E	Zone 2N	Zone 2E	Zone 3N	Zone 3E	Zone 4N	Zone 4E
10 m	Courante	É = 30 cm							
	Rive	É = 30 cm							
	Angle	É = 30 cm							
15 m	Courante	É = 30 cm							
	Rive	É = 30 cm							
	Angle	É = 30 cm							
20 m	Courante	É = 30 cm		É = 30 cm					
	Rive	É = 30 cm		É = 30 cm					
	Angle	É = 30 cm		É = 30 cm					

Rappel des consommations, selon le Document Technique d'Application Adepar de la société Icopal :

- consommation mini 200 g/m², avec une consommation indicative forfaitaire 250 g/m², pour un Wadm_{sr} = 1 221 N/ml de cordon de colle ;
- et dépression au vent extrême maxi : 4 070 Pa.

Tableau 9 – Densité de colle IKOpro Colle PU par panneau Panel PIR 5C, en un lit, bâtiments à versants plans

N : site normal

É = écartement entre deux cordons Ø 20 mm mini de IKOpro Colle PU (environ 70 g/ml)

E : site exposé

Tableau 9.1 Support bois et panneaux dérivés du bois - travaux neufs - bâtiments fermés

Hauteur	Positon	Zone 1N	Zone 1E	Zone 2N	Zone 2E	Zone 3N	Zone 3E	Zone 4N	Zone 4E
10 m	Courante	É = 50 cm							
	Rive	É = 50 cm							
	Angle	É = 50 cm	É = 33 cm	É = 50 cm	É = 33 cm				
15 m	Courante	É = 50 cm							
	Rive	É = 50 cm							
	Angle	É = 50 cm	É = 33 cm	É = 50 cm	É = 33 cm	É = 33 cm			
20 m	Courante	É = 50 cm							
	Rive	É = 50 cm							
	Angle	É = 50 cm	É = 33 cm	É = 50 cm	É = 33 cm	É = 33 cm			

Tableau 9.2 Support bois et panneaux dérivés du bois - travaux neufs et de réfection- bâtiments ouverts

Hauteur	Positon	Zone 1N	Zone 1E	Zone 2N	Zone 2E	Zone 3N	Zone 3E	Zone 4N	Zone 4E
10 m	Courante	É = 50 cm							
	Rive	É = 50 cm							
	Angle	É = 33 cm							
15 m	Courante	É = 50 cm	É = 50 cm	É = 50 cm					
	Rive	É = 50 cm	É = 50 cm	É = 50 cm					
	Angle	É = 33 cm	É = 33 cm	É = 33 cm					
20 m	Courante	É = 50 cm		É = 50 cm					
	Rive	É = 50 cm		É = 50 cm					
	Angle	É = 33 cm		É = 33 cm					

Tableau 9.3 Support maçonnerie et béton cellulaire autoclavé armé - travaux neufs et de réfection - bâtiments fermés et ouverts

**Support bois et panneaux dérivés du bois - travaux de réfection - bâtiments fermés
(sauf dans le cas d'un ancien revêtement sous protection lourde - voir alors tableau 9.1 ci-dessus)**

Hauteur	Positon	Zone 1N	Zone 1E	Zone 2N	Zone 2E	Zone 3N	Zone 3E	Zone 4N	Zone 4E
10 m	Courante	É = 50 cm							
	Rive	É = 50 cm							
	Angle	É = 50 cm	É = 50 cm	É = 50 cm	É = 33 cm				
15 m	Courante	É = 50 cm							
	Rive	É = 50 cm							
	Angle	É = 50 cm	É = 50 cm	É = 50 cm	É = 33 cm				
20 m	Courante	É = 50 cm		É = 50 cm					
	Rive	É = 50 cm		É = 50 cm					
	Angle	É = 50 cm	É = 50 cm	É = 50 cm	É = 33 cm	É = 33 cm		É = 33 cm	

Rappel des consommations, selon le Document Technique d'Application Meps Adhésif SI de la société Meple :

- 70 g/ml par cordon, pour un $W_{adm_{sr}} = 1\ 500\ N/ml$ de cordon de colle,
- et dépression au vent extrême maxi : 4 016 Pa.

Tableau 10 – Densité de colle MASTIC HYRENE par panneau Panel PIR 5C, en un lit, bâtiments à versants plans

N : site normal

P = nombre de plots de colle MASTIC HYRENE par panneau Panel PIR 5C

E : site exposé

B = nombre de bandes de colle MASTIC HYRENE réparties sur le panneau Panel PIR 5C

Tableau 10.1 Support bois et panneaux dérivés du bois - travaux neufs - bâtiments fermés

Hauteur	Positon	Zone 1N		Zone 1E		Zone 2N		Zone 2E		Zone 3N		Zone 3E		Zone 4N		Zone 4E	
		P	B	P	B	P	B	P	B	P	B	P	B	P	B	P	B
10 m	Courante	5	2	5	2	5	2	5	2	5	2			5	2		
	Rive	5	2	5	2	5	2	5	2	5	2			10	4		
	Angle	5	2	10	4	5	2	10	4	10	4			10	4		
15 m	Courante	5	2	5	2	5	2	5	2	5	2						
	Rive	5	2	5	2	5	2	5	2	5	2						
	Angle	5	2	10	4	10	4	10	4	10	4						
20 m	Courante	5	2	5	2	5	2	5	2	5	2						
	Rive	5	2	5	2	5	2	10	4	5	2						
	Angle	5	2	10	4	10	4	10	4	10	4						

Tableau 10.2 Support bois et panneaux dérivés du bois - travaux neufs et de réfection- bâtiments ouverts

Hauteur	Positon	Zone 1N		Zone 1E		Zone 2N		Zone 2E		Zone 3N		Zone 3E		Zone 4N		Zone 4E	
		P	B	P	B	P	B	P	B	P	B	P	B	P	B	P	B
10 m	Courante	5	2	5	2	5	2			5	2						
	Rive	5	2	5	2	5	2			5	2						
	Angle	5	2	10	4	10	4			10	4						
15 m	Courante	5	2	5	2	5	2										
	Rive	5	2	5	2	5	2										
	Angle	10	4	10	4	10	4										
20 m	Courante	5	2			5	2										
	Rive	5	2			5	2										
	Angle	10	4			10	4										

Tableau 10.3 Support maçonnerie et béton cellulaire autoclavé armé - travaux neufs et de réfection - bâtiments fermés et ouverts

Support bois et panneaux dérivés du bois - travaux de réfection - bâtiments fermés
(sauf dans le cas d'un ancien revêtement sous protection lourde - voir alors tableau 10.1 ci-dessus)

Hauteur	Positon	Zone 1N		Zone 1E		Zone 2N		Zone 2E		Zone 3N		Zone 3E		Zone 4N		Zone 4E	
		P	B	P	B	P	B	P	B	P	B	P	B	P	B	P	B
10 m	Courante	5	2	5	2	5	2	5	2	5	2	5	2	5	2		
	Rive	5	2	5	2	5	2	5	2	5	2	5	2	5	2		
	Angle	5	2	5	2	5	2	10	4	10	4	10	4	10	4		
15 m	Courante	5	2	5	2	5	2	5	2	5	2	5	2	5	2		
	Rive	5	2	5	2	5	2	5	2	5	2	5	2	5	2		
	Angle	5	2	10	4	5	2	10	4	10	4	10	4	10	4		
20 m	Courante	5	2	5	2	5	2	5	2	5	2			5	2		
	Rive	5	2	5	2	5	2	5	2	5	2			5	2		
	Angle	5	2	10	4	5	2	10	4	10	4			10	4		

Rappel des consommations, selon le Document Technique d'Application Hyrene Spot de la société Axter :

- 500 g/m² : 5 plots par panneau ou 2 bandes par panneau réparties sur la longueur du panneau, pour une dépression au vent extrême maxi 2 666 Pa,
- 1 000 g/m² : 10 plots par panneau ou 4 bandes par panneau réparties sur la longueur du panneau, pour une dépression au vent extrême maxi 3 927 Pa.