

Document Technique d'Application

Référence Avis Technique **5/15-2450**

Annule et remplace l'Avis Technique 5/08-1981

Panneaux en laine de roche (MWR)

*Isolant thermique non
porteur support
d'étanchéité*

*Non-loadbearing insulation
as base for waterproofing*

*Nichttragender
Wärmedämmstoff als
Untergrund für Abdichtungen*

IXXO

relevant de la norme

NF EN 13162

Titulaire : Saint Gobain Isover
Les Miroirs
18 avenue d'Alsace
FR-92096 Paris La Défense

Tél. : 01 47 62 40 00
Fax : 01 40 99 24 47
Courriel : isover.fr@saint-gobain.com
Internet : www.isover.fr

Usine : Saint Gobain Cristaleria
ES-Azuqueca de Henares (Guadalajara Espagne)

Distributeur : Saint Gobain Isover

Commission chargée de formuler des Avis Techniques
(arrêté du 21 mars 2012)

Groupe Spécialisé n° 5.2

Produits et Procédés d'étanchéité de toitures, parois enterrées et cuvelage

Vu pour enregistrement le 1^{er} décembre 2015



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 « Produits et Procédés d'étanchéité de toitures, parois enterrées et cuvelage » de la Commission chargée de formuler les Avis Techniques a examiné, le 4 mai 2015, la demande relative à l'isolant thermique non porteur support d'étanchéité IXXO présentée par la société Saint-Gobain Isover. 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, Etanchéités » 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 5/08-1981.

1. Définition succincte

1.1 Description succincte du procédé

Les panneaux IXXO sont des panneaux isolants thermiques non porteurs en laine de roche surfacée bitume. Ils sont utilisés comme support direct de revêtements d'étanchéité de toitures inaccessibles (hors zones techniques) y compris les chemins de circulation à l'exclusion des chemins d'accès aux zones techniques s'ils sont définis comme « techniques » dans les DPM.

Les dimensions utiles sont :

- Longueurs : (1200 ou 1500 ou 1760 mm) x largeurs : (1000 ou 1200 mm).
- Épaisseurs allant de 30 à 130 mm.

Les panneaux peuvent être posés en :

- Un lit d'isolant d'épaisseur maximale de 130 mm,
- Ou en deux lits d'épaisseur totale maximale de 260 mm, avec pour :
 - Lit(s) inférieur(s) : panneaux isolant Panotoit Fibac 2, FiBac 2 VV ou Alphatoit sous Document Technique d'Application délivré par le GS 5 section Étanchéité.
 - Lit supérieur : un panneau isolant IXXO.

Les panneaux s'emploient comme support d'étanchéité :

- Soit en indépendance ou adhérence sous protection lourde rapportée,
- Soit en adhérence totale (et éventuellement fixée mécaniquement) sous revêtement apparent autoprotégé.

Les éléments porteurs visés sont en :

- Maçonnerie conformes aux normes NF P 10-203 (DTU 20.12) et NF P 84-204 (DTU 43.1), ou à leurs Avis Techniques particuliers.
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, ni le revêtement, ni l'isolant, ne peuvent être fixés mécaniquement.
- Tôles d'acier nervurées avec ouverture haute de vallée ≤ 70 mm, conformes à la norme NF DTU 43.3 ou à leurs Avis Techniques particuliers.
- Bois et panneaux à base de bois conforme à la norme NF DTU 43.4 ou sous Avis Technique,
- Dalles de béton cellulaire autoclavé armé conformes à leur Avis Technique de pente au moins égale à 1 %.

Les panneaux isolant sont fixés par :

- Collage à froid, avec la colle INSTA-STIK :
 - Dans le cas de travaux neufs sur éléments porteurs en maçonnerie, béton cellulaire autoclavé, bois et panneaux à base de bois pour les panneaux de dimensions 1 200 x 1 000 mm ;
 - Dans le cas de travaux de réfection (sur anciens revêtements) sur éléments porteurs en maçonnerie et béton cellulaire autoclavé pour les panneaux de dimensions 1 200 x 1 000 mm.
- Fixation mécanique
- Ou posé libre dans le cas d'une protection lourde rapportée.

Le principe de fixation mécanique des panneaux isolants n'est pas adapté à la très forte hygrométrie.

Les toitures techniques ou zones techniques sont exclues ainsi que les chemins d'accès aux zones techniques s'ils sont définis comme « techniques » dans les DPM.

1.2 Mise sur le marché

En application au règlement (UE) n°305/2011, le produit IXXO fait l'objet d'une déclaration des performances (DdP) établie par la société Saint-Gobain Isover sur la base de la norme NF EN 13162 : 2013.

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

1.3 Identification

L'étiquetage des palettes comporte la marque commerciale, la date de fabrication, le numéro de l'Avis Technique, le marquage ACERMI en cas de certification, les caractéristiques intrinsèques des panneaux indiquées au § 4.2 du Dossier Technique.

Chaque seau de colle INSTA-STIK possède une étiquette précisant : la marque commerciale, et les caractéristiques d'usage habituelles.

2. AVIS

2.1 Domaine d'emploi accepté

Identique au domaine proposé par le §1 du 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 satisfont aux exigences vis-à-vis du feu extérieur (art. 5 de l'arrêté du 14 février 2003).

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

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.

Des éléments complémentaires relatifs à l'emploi du panneau IXXO dans les établissements recevant du public sont décrits au Dossier Technique (se reporter au § 7 du Dossier Technique).

Sécurité en cas de séisme

Selon la réglementation sismique définie par :

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

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

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

Le procédé dispose d'une Fiche Volontaire de Données de Sécurité (DVDS). L'objet de la DVDS est d'informer l'utilisateur de ce procédé sur les dangers liés à son utilisation et sur les mesures préventives à adopter pour les éviter, notamment par le port d'équipements de protection individuelle (EPI). Les DVDS sont disponibles auprès de la société Saint Gobain Isover.

Données environnementales et sanitaires

Il existe une Déclaration Environnementale (DE) pour ce produit (procédé) mentionnée au paragraphe C1 du Dossier technique Etabli par le Demandeur.

Il est rappelé que cette DE n'entre pas dans le champ d'examen d'aptitude à l'emploi du produit (procédé).

Isolation thermique

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

Le *paragraphe 2.32* du Dossier Technique donne les résistances thermiques du panneau isolant certifiées par l'ACERMI pour l'année 2015. 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 conductivité thermique de l'isolant.

Pour les constructions neuves qui entrent dans le champ d'application de la Réglementation Thermique, la paroi dans laquelle est incorporée l'isolant support d'étanchéité IXXO devra satisfaire aux exigences du tableau VIII du fascicule 1/5 « Coefficient Ubât » des Règles Th-U, qui définit le coefficient (U) surfacique maximum admissible pour la 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 minimale que la paroi doit respecter lorsqu'il est applicable.

De plus, sur élément porteur en tôles d'acier nervurées, l'influence des fixations mécaniques du panneau IXXO et/ou du revêtement d'étanchéité fixé mécaniquement est à prendre en compte conformément aux dispositions prévues dans les Règles Th-U (Fascicule 4/5), avec le coefficient ponctuel du pont thermique intégré « χ_{fixation} » indiqué au Dossier Technique.

Accessibilité de la toiture

Se reporter au §1 du Dossier Technique.

Emploi en climat de montagne

Ce procédé peut être employé dans les conditions prévues par la norme NF DTU 43.11 (Avril 2014) sur les éléments porteurs en maçonnerie, et dans les conditions prévues par le « Guide des toitures en climat de montagne » (*Cahier du CSTB 2267-2* de septembre 1988) pour les éléments porteurs en TAN et en panneaux à base de bois.

Emploi dans les régions ultrapériphériques

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

2.22 Durabilité - entretien

Dans le domaine d'emploi accepté, l'isolant IXXO est apte à recevoir les revêtements sous Document Technique d'Application lorsque le Document Technique d'Application particulier au revêtement accepte l'emploi en indépendant ou fixé mécaniquement sur laine minérale et adhérent par soudage sur laine minérale.

Entretien

Cf. les normes NF P 84 série 200 (réf. DTU série 43).

2.23 Fabrication

Effectuée en usine, elle comprend l'autocontrôle nécessaire.

La colle INSTA-STIK (usine de Erstein) est fabriquée et contrôlée par le fournisseur, pour le titulaire du DTA, suivant un cahier des Charges.

2.24 Mise en œuvre

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

La société Saint-Gobain Isover apporte une assistance technique sur demande de l'entreprise de pose, notamment :

- Pour le calcul de la densité – le calepinage des fixations mécaniques sur les éléments porteurs ($W_{\text{adm}_{\text{SR}}} = 666 \text{ N/fixation}$) ;
La densité des fixations est définie en annexe aux *tableaux A à H*, en partie courante - rive et angle, selon le type d'élément porteur et de la localisation de la toiture ;
- Pour le calcul de la densité – la répartition des cordons de colle INSTA-STIK sur les éléments porteurs en maçonnerie – béton cellulaire – bois et panneaux à base de bois (seulement en travaux neufs) ;
La densité des cordons de colle INSTA-STIK est définie aux *tableaux 7*, en partie courante - rive et angle, selon le type de l'élément porteur et de la localisation de la toiture ;
Pour ce qui concerne les zones de vent, ou des situations particulières, non traitées dans le *tableau 7*, le calcul de l'écartement des cordons ($W_{\text{adm}_{\text{SR}}} = 537 \text{ N/ml de cordon}$) est effectué conformément aux Règles V 65 avec modificatif n° 4 sous vent extrême pour un effort admissible donné et par référence au Cahier du CSTB 3564 de

juin 2009, pour une dépression au vent extrême de 3580 Pa maximum.

2.3 Cahier des Prescriptions Techniques

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

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

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

2.32 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 précédée 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 *Cahier du CSTB 3564* de juin 2006.

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

2.33 Collage à la colle INSTA-STIK

L'emploi du panneau IXXO associé à des cordons de colle polyuréthane INSTA-STIK sous un revêtement d'étanchéité autoprotégé soudé n'est envisagé qu'à la condition tripartite suivante :

- Dépression au vent extrême maximale 3580 Pa (NV65 modifiés) ;
- Élément porteur plan :
 - Travaux neufs et de réfection : en maçonnerie, ou en béton cellulaire autoclavé, ou en bois et panneaux à base de bois ;
 - Travaux de réfection uniquement (ancien revêtement conservé selon *tableau 8* du Dossier Technique) pour les éléments porteurs en tôles d'acier nervurées.
- Versants plans établis sur locaux à faible ou moyenne hygrométrie ;
- Limitation des dimensions des panneaux à 1200 mm × 1000 mm.

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

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 d'éléments porteurs en :

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

conformément à l'*e-Cahier du CSTB 3564* de juin 2006.

2.35 Cas de la réfection

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 ».

Il est rappelé qu'il appartient au Maître d'ouvrage ou à son représentant de faire vérifier au préalable la stabilité de l'ouvrage dans les conditions de la norme NF P 84-208 (réf. DTU 43.5) vis à vis des risques d'accumulation d'eau.

2.36 Intervention des entreprises

Le stockage sur la toiture de matériaux et matériels appartenant à des entreprises autres que celles d'étanchéité est interdit.

L'intervention d'autres entreprises sur la toiture pendant et après la réalisation des ouvrages d'étanchéité est également interdite.

Conclusions

Appréciation globale

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

Validité

Jusqu'au 31 mai 2022

*Pour le Groupe Spécialisé n° 5
Le Président*

3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

- Il est rappelé que les chemins de circulation des terrasses inaccessibles ne doivent recevoir qu'une circulation réduite liée à l'entretien du revêtement d'étanchéité ou d'accessoires de toiture, y compris en phase chantier et ceci quelle que soit l'importance des passages pendant les travaux.
- L'absence d'une protection adaptée lors des interventions des autres corps d'état sur la toiture-terrasse, pendant toute la durée du chantier, entraînera des dégradations (tassement de l'isolant etc.) pouvant remettre en cause le clos de l'ouvrage.
- En outre, sur éléments porteurs en bois et panneaux à base de bois ainsi que sur tôles d'acier nervurées, les terrasses techniques et zones techniques, et les chemins et aires d'accès à ces zones s'ils sont considérés comme «zone-techniques» dans les Documents Particuliers du Marché, ne sont pas visés par ce présent Avis Technique.

Le Rapporteur du Groupe Spécialisé n° 5

Dossier Technique

établi par le demandeur

A. Description

1. Destination du produit

Les panneaux IXXO sont des panneaux isolants thermiques non porteurs en laine de roche surfacée bitume. Ils sont utilisés comme support direct de revêtements d'étanchéité de toitures inaccessibles y compris les chemins de circulation (hors zones techniques) à l'exclusion chemins d'accès aux zones techniques s'ils sont définis comme « techniques » dans les DPM.

Les dimensions utiles sont :

- Longueurs : (1200 ou 1500 ou 1760 mm) x largeurs : (1000 ou 1200 mm).
- Épaisseurs allant de 30 à 130 mm.

Les panneaux peuvent être posés en :

- Un lit d'isolant d'épaisseur maximale de 130 mm,
- Ou en deux lits d'épaisseur totale maximale de 260 mm, avec pour :
 - Lit(s) inférieur(s) : panneaux isolant Panotoit Fibac 2, Fibac 2 VV ou Alphatoit sous Document Technique d'Application délivré par le GS 5 section Étanchéité.
 - Lit supérieur : un panneau isolant IXXO.

Les panneaux s'emploient comme support d'étanchéité :

- Soit en indépendance ou adhérence sous protection lourde rapportée,
- Soit en adhérence totale (et éventuellement fixée mécaniquement) sous revêtement apparent autoprotégé.

Les éléments porteurs visés sont en :

- Maçonnerie conformes aux normes NF P 10-203 (DTU 20.12) et NF P 84-204 (DTU 43.1), ou à leurs Avis Techniques particuliers.

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, ni le revêtement, ni l'isolant, ne peuvent être fixés mécaniquement.

- Tôles d'acier nervurées avec ouverture haute de vallée ≤ 70 mm, conformes à la norme NF DTU 43.3 ou à leurs Avis Techniques particuliers.
- Bois et panneaux à base de bois conforme à la NF DTU 43.4 ou sous Avis Technique,
- Dalles de béton cellulaire autoclavé armé conformes à leur Avis Technique de pente au moins égale à 1 %.

Les panneaux isolants sont fixés par :

- Collage à froid, avec la colle INSTA-STIK :
 - Dans le cas de travaux neuf sur éléments porteurs en maçonnerie, béton cellulaire autoclavé, bois et panneaux à base de bois pour les panneaux de dimensions 1 200 x 1 000 mm ;
 - Dans le cas de travaux de réfection (sur anciens revêtements) sur éléments porteurs en maçonnerie et béton cellulaire autoclavé pour les panneaux de dimensions 1 200 x 1 000 mm.
- Fixation mécanique
- Ou posé libre dans le cas d'une protection lourde rapportée.

Le principe de fixation mécanique des panneaux isolants n'est pas adapté à la très forte hygrométrie.

Les toitures techniques ou zones techniques sont exclues ainsi que les chemins d'accès aux zones techniques s'ils sont définis comme « techniques » dans les DPM.

2. Description

2.1 Désignation commerciale

IXXO

2.2 Définition du matériau

Le panneau IXXO relève de la norme NF EN 13162.

Le produit est constitué de laine de roche imprégnée de résines formophénoliques revêtu, sur la face supérieure, d'une couche de bitume

85/25, ancrée dans des évidements 30 mm x 4 mm x 6 mm (environ 300/m²) pratiqués dans la surface du panneau et recouvert d'un film thermofusible en polypropylène.

2.3 Caractéristiques du matériau

2.3.1 Spécifications du matériau

Voir *tableau 1*

La longueur maximale des panneaux est de 1760 mm.

2.3.2 Résistance thermique

Le *tableau 2* 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° 02/018/164 en cours de validité en 2014. 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 compte soit la conductivité thermique du fascicule 2/5 « Matériaux » des Règles Th-U 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).

2.3.3 Épaisseur minimale sur TAN

Sur tôle d'acier nervurée conforme à la norme NF DTU 43.3 et présentant une largeur haute de vallée maximale de 70 mm, l'épaisseur minimale du panneau isolant est de 30 mm.

2.4 Matériaux pour barrière de vapeur

- Conformes aux normes NF P 84-204-1 (réf. DTU 43.1), NF DTU 43.3, NF DTU 43.4, NF P 84-208 (réf. DTU 43.5).
- Dans le cas où l'élément porteur est constitué de dalles de béton cellulaire autoclavé, l'écran pare-vapeur doit être prescrit par l'Avis Technique des dalles de béton cellulaire autoclavé.
- 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 NF P 84 série 200 (réf. DTU série 43) de référence ou par le Document Technique d'Application du revêtement.

2.5 Accessoires de fixation des panneaux

On utilise :

- des attelages de fixations mécaniques préalables, solides au pas, conformes au *Cahier du CSTB 3564* de juin 2006,
- des colles à froid sous protection lourde uniquement, dans les conditions décrites dans les Avis Techniques particuliers aux revêtements d'étanchéité non traditionnels associés,
- de la colle INSTA-STIK, sous un revêtement d'étanchéité apparent soudé ou fixé mécaniquement ou sous protection lourde.

Nota, système de fixation « solide au pas » : ce terme 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 caractéristique.

Caractéristiques de la colle INSTA-STIK

La colle INSTA-STIK est une colle polyuréthane mono composant en conteneur sous pression :

- Gaz de pression : Azote (pression initiale 14 bars),
- Pression d'utilisation : 160-180 psi,
- Gaz d'expansion : HFC,
- Poids du conteneur : 13,6 kg,
- Densité : 1,3,
- Poids net de colle : 10,4 kg,
- Durée de vie (fermé) : 1 an (la date de péremption figure sur le conteneur),
- Durée de vie (ouvert) : 1 mois (après ouverture).
- Traction perpendiculaire (NF EN 1607) : > 177 kPa

Notas :

- Le conteneur, doit être complètement vidé pour pouvoir être mis en décharge,
- Une fiche de données sécurité est disponible sur simple demande,
- Une étiquette indique les précautions d'emploi et le mode d'utilisation.

Les conteneurs doivent être stockés à l'abri entre 7 °C et 30 °C.

Durée de stockage : 1 an pour des seaux non ouverts et hermétiquement clos.

2.6 Matériaux d'étanchéité

On utilise les revêtements d'étanchéité sous Document Technique d'Application lorsque la pose en adhérence totale par soudage en plein ou en indépendance sur isolant en laine minérale est prévue.

Les exigences de résistance au poinçonnement renforcée en classe FIT « I3 » ou « I4 » figurent dans les *tableaux 3 - 4*.

Les revêtements en asphalte ne sont pas revendiqués au-dessus des panneaux IXXO.

2.7 Isolants utilisés en lits inférieurs d'une isolation à plusieurs lits

On peut utiliser les produits suivants :

- Panotoit Fibac 2, Panotoit Fibac 2 VV,
- Alphatoit.

3. Fabrication - Contrôles

3.1 Centre de fabrication

La fabrication du panneau est effectuée dans l'usine de la société Saint-Gobain Cristaleria à Azuqueca de Henares (Guadalajara - Espagne).

Ce site de fabrication est certifié ISO 9001 et ISO 14001.

3.2 Description de la fabrication

La fabrication comporte les principales étapes suivantes :

- la préparation de fibres de roche ;
- l'encollage des fibres ;
- le pressage et la polymérisation du mat en tunnel ;
- le surfacage au bitume;
- le découpage ;
- l'emballage.

3.3 Nomenclature des contrôles de fabrication

L'autocontrôle est conforme à la norme NF EN 13162.

L'autocontrôle porte notamment sur les points suivants :

- a) Sur chaîne de fabrication en continu : aspects, épaisseur, poids sur piles de panneaux ;
- b) Sur produit fini :
 - à raison d'un essai toutes les deux heures : dimensions, équerrage ;
 - à raison d'un essai par heure : masse volumique apparente ;
 - à raison d'un essai toutes les quatre heures : perte au feu, grammage de bitume, grammage du polypro ;
 - à raison d'un essai toutes les huit heures : planéité, compression à 10 %, répartition transversale ;
 - à raison d'une fois par jour : conductivité thermique, résistance à la traction perpendiculaire ;
 - à raison d'une fois par mois : absorption d'eau.

3.4 Colle INSTA-STICK

La colle INSTA-STIK est fabriquée par Dow France SAS à l'usine de Erstein (Bas-Rhin).

Un Cahier des Charges existe entre le fabricant de la colle et la société Saint-Gobain Isover.

Les contrôles effectués sur la colle dans le cadre de l'autocontrôle sont :

- Tack selon FEICA TM1014 : à chaque lot
- Fluidité selon méthode interne : à chaque lot
- Traction perpendiculaire selon EN1607 : 2 fois par an

4. Conditionnement – marquage - stockage

4.1 Conditionnement

Les panneaux sont emballés sous film polyéthylène thermo-rétracté en colis unitaires, de poids maximal :

- 45 kg pour les panneaux de 1000 × 1200 mm,

- 70 kg pour les panneaux de 1200 × 1500 mm,
- 75 kg pour les panneaux de 1200 × 1760 mm.

Les colis unitaires sont livrés sur palettes houssées ou protégées par un banderolage en film plastique.

La hauteur des palettes est de 2,55 m.

4.2 Marquage

Chaque palette porte une étiquette précisant : marque commerciale, dimensions, surface, résistance thermique ACERMI, référence de fabrication et d'origine, et le marquage CE.

4.3 Stockage

Se reporter au §5.31 1^{ère} puce.

5. Mise en œuvre

5.1 Généralités

Sauf indication contraire, les prescriptions de mise en œuvre de la norme NF P 84-série 200 (DTU série 43) s'appliquent.

Le revêtement d'étanchéité est mis en œuvre :

- soit en indépendance ou adhérence totale sous protection lourde rapportée,
- soit en adhérence totale (et éventuellement fixé mécaniquement) et apparent.

Pour ne pas détériorer les panneaux qui reçoivent un passage fréquent pendant les travaux, il convient de les recouvrir provisoirement d'une protection rigide, par exemple un platelage en bois.

Les *tableaux 3 - 4*, résumant les domaines d'emploi et les exigences de résistance au poinçonnement des revêtements d'étanchéité, dans chacun des cas.

5.1.1 Prescriptions relatives aux éléments porteurs

- Les éléments porteurs en maçonnerie sont conformes aux normes NF P 10-203 (DTU 20.12) et NF P 84-204 (DTU 43.1), ou à leurs Avis Techniques particuliers.

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, ni le revêtement, ni l'isolant, ne peuvent être fixés mécaniquement.

- Les éléments porteurs en béton cellulaire autoclavé sont conformes à l'Avis Technique des dalles de béton cellulaire.
- Les éléments porteurs en tôles d'acier nervurées avec ouverture haute de vallée ≤ 70 mm, sont conformes à la norme NF DTU 43.3 ou à leurs Avis Techniques particuliers.
- Les éléments porteurs en bois et panneaux à base de bois sont conformes à la norme NF DTU 43.4 ou aux Avis Techniques particuliers.

5.1.2 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 : tôles d'acier nervurées, bois ou panneaux à base de bois, maçonnerie, béton cellulaire autoclavé, isolants fixés sur les éléments porteurs précités (*tableau 8*).

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

5.2 Mise en œuvre de la barrière de vapeur

On se conformera aux prescriptions de la norme NF P 84-série 200 (référence DTU série 43) concernée, à l'Avis technique des dalles de béton cellulaire autoclavé armé, ou à celles des Documents Techniques d'Application particuliers aux revêtements.

5.3 Mise en œuvre des panneaux isolants

5.3.1 Généralités

- Les palettes non déhoussées peuvent être stockées à l'extérieur pendant 1 mois environ. Les emballages doivent être ouverts à proximité du lieu de pose.

Aucun panneau ne devra être utilisé s'il est humidifié dans son épaisseur. En cas d'orage, les panneaux devront être protégés d'une bache ou, mieux, avoir été recouverts par la première couche d'étanchéité dès leur pose. Au cas où la surface seule du panneau est légèrement humide, un séchage est nécessaire, avant la pose de la première couche d'étanchéité, pour obtenir une bonne adhérence.

- Le panneau IXXO est posé face revêtue au-dessus. Les panneaux sont posés en quinconce et jointifs.

- Le panneau IXXO peut être :
 - Posé libre dans le cas où une protection lourde rapportée est envisagée ;
 - Fixé mécaniquement, quel que soit l'élément porteur ;
 - Collé à la colle INSTA STIK sur élément porteur en maçonnerie et béton cellulaire autoclavé armé, pour des travaux neufs et de réfections (ancien revêtement conservé) et sur élément porteur en bois et panneaux à base de bois seulement en travaux neufs.

Prescriptions générales concernant la fixation mécanique, avec attelages « solide au pas », des panneaux

- Les panneaux entiers ou découpés sont obligatoirement fixés à chaque angle, avec au moins :
 - 4 fixations / panneau de longueur inférieure ou égale à 1200 mm ;
 - 6 fixations / panneau de longueur $L : 1200 < L \leq 1760$ mm ;
 Les fixations sont disposées à au moins 10 cm des bords des panneaux.
- Le nombre de fixations par m^2 est conforme aux tableaux situés en annexe.
- Les rives sont renforcées sur une largeur $h/10$ et sur au moins 2 m.
- Les angles sont définis comme la rencontre de deux rives.
- Le nombre de fixations par panneau est proportionnel à la surface du panneau.
- Les attelages de fixation mécanique « solide aux pas » utilisés pour fixé mécaniquement les panneaux isolants ont des plaquettes de dimension 60 x 60 mm ou de diamètre \varnothing 64 mm.

En annexe, les tableaux A, B, C, D, E, F, pour les panneaux de dimensions 1 000 x 1 200 mm et 1 200 x 1 500 mm et les tableaux G et H pour les panneaux de dimensions 1 500 x 1 760 mm ont été établis pour des bâtiments d'élancement courant présentant, selon les règles Vent 65 modifiées, les rapports :

- $h/a < 0,5$ et $h/b < 1$ (h = hauteur du bâtiment ; a = longueur ; b = largeur),
- à versants plans de flèche $< 4h/5$ ou à versants courbes de flèche $< 2h/3$ et pour des hauteurs inférieures ou égales à 20 m.

Ils précisent le nombre de fixations par panneau nécessaire en fonction des caractéristiques du bâtiment et de l'exposition au vent. Ils ont été établis d'après le Cahier du CSTB 3564 de juin 2006.

Pour d'autres configurations, les densités de fixation peuvent être calculées par l'application des règles V 65 et modificatif n°4 de décembre 2009, sous vent extrême. Dans ce cas, l'effort admissible à prendre en considération sur tôle nervurée de 0,75 mm d'épaisseur est : $W_{adm} = 666 \text{ N/fixation}$. $P_k \geq 120 \text{ daN}$ selon NF P 30 313.

La société Saint-Gobain Isover peut assister les entreprises dans le calcul des densités par référence au Cahier du CSTB 3564 de juin 2006.

Cas d'un revêtement fixé mécaniquement : sur versants plans, les panneaux sont fixés préalablement par 1 fixation / panneau de longueur ≤ 1500 mm et 2 fixations par panneau de longueur > 1500 mm. Les fixations définitives sont celles du revêtement, selon son Document Technique d'Application particulier.

5.32 Sur éléments porteurs en tôles d'acier nervurées

La ligne continue des joints entre panneaux doit être perpendiculaire aux nervures.

L'ensemble des prescriptions de la norme NF DTU 43.3 s'applique pour la pose en un ou plusieurs lits.

Les fixations admises et leurs plaquettes sont conformes au Cahier du CSTB 3564 de juin 2006.

Le nombre de fixations par panneau entier ou découpé est proportionnel à la surface du panneau.

Pour le collage à la colle INSTA-STIK, se reporter au § 5.363, seulement en travaux de réfections (anciens revêtements conservés, cf. *tableau 8*).

5.33 Sur éléments porteurs en bois et panneaux à base de bois

La mise en œuvre doit être conforme aux prescriptions de la norme NF DTU 43.4.

Pour ce qui concerne le nombre de fixations, les *tableaux A à H situés en annexe* peuvent être appliqués dans le cas où la résistance caractéristique d'assemblage dans le support est au moins égale à 1200 N.

Pour le collage à la colle INSTA-STIK :

- Élément porteur en bois : se reporter au § 5.363, seulement en travaux de réfections (anciens revêtements conservés, cf. *tableau 8*) ;
- Support en panneaux à base de bois : se reporter au § 5.363.

5.34 Sur éléments porteurs en maçonnerie

La mise en œuvre doit être conforme aux prescriptions de la norme NF P 84-204 (DTU 43.1).

Sous protection lourde rapportée, la fixation préalable en un seul lit peut se faire par cordons de colle à froid, dans les conditions décrites par les DTA particuliers aux revêtements d'étanchéité.

Lorsque les panneaux sont posés en un seul lit, ils peuvent être posés libres sous protection meuble lourde jusqu'à une pression de vent extrême de 3927 Pa (selon Règles V 65 avec modificatif n° 2), sans limitation de surface 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. 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.

Dans le cas de panneaux fixés mécaniquement, en ce qui concerne le nombre de fixations mécaniques, les *tableaux A, B, C, D, E, F, G, H situés en annexe* peuvent être appliqués dans le cas où la résistance caractéristique d'assemblage dans le support est au moins égale à 1200 N (R_{ns}).

Pour le collage à la colle INSTA-STIK, se reporter au § 5.363.

5.35 Sur éléments porteurs en béton cellulaire autoclavé

La mise en œuvre doit être conforme à l'Avis Technique des dalles de toitures en béton cellulaire autoclavé armé.

Pose par fixation mécanique des panneaux isolants en un lit unique

Le nombre de fixations par m^2 est conforme à l'Avis Technique des dalles de béton cellulaire ou aux *tableaux A à H* situés en annexe. Ces tableaux peuvent être appliqués dans le cas où la résistance caractéristique d'assemblage dans le support est au moins égale à 1200 N (R_{ns}).

Pose libre des panneaux isolants en lit unique

Se reporter au § 5.31 du Dossier Technique.

Pose par collage à la colle INSTA-STIK des panneaux isolants

Se reporter au § 5.363.

5.36 Cas particuliers

5.361 Isolation en plusieurs lits

Les conditions d'emploi et de mise en œuvre en plusieurs lits sont données dans les tableaux 5.1 à 5.4.

Les panneaux peuvent être employés en couches superposées, à joints décalés.

Le panneau Panotoit Fibac 2 (cf. DTA en vigueur) peut être utilisé en lit(s) inférieur(s), fixé préalablement en position centrale, suivant la norme NF P 84-série 200 (DTU série 43) concernée.

Le Panotoit Fibac 2 VV (cf. DTA en vigueur) peut être utilisé en lit(s) inférieur(s) lorsque le complexe isolant est fixé mécaniquement.

Le panneau Alphatoit peut être utilisé en lit(s) inférieur(s) sous revêtement autoprotégé adhérent. Les panneaux Alphatoit sont fixés à raison de 1 fixation par panneau (1 sur versant plan et 4 sur versant courbe sur TAN).

Le dernier lit en IXXO est fixé mécaniquement avec les densités définies aux § 5.32 à 5.35 selon l'élément porteur concerné.

5.362 Pose sur toitures courbes

La mise en œuvre sur toitures courbes doit être conforme aux dispositions suivantes :

- Les panneaux entiers peuvent être également entaillés en sous-face, au même intervalle.
- Le rayon de courbure minimum est déterminé, dans le *tableau 6*, pour chaque épaisseur de panneau maintenu préalablement par 4 fixations mécaniques au minimum réparties à chaque angle, à 15 cm de chacun des bords du panneau.

Pour les autres cas on distingue trois possibilités :

- Panneaux de largeur réduite $L \leq \sqrt{R/100}$ (en mètres). Les panneaux sont fixés préalablement par 1 fixation / panneau. Les fixations définitives sont celles du revêtement, selon son DTA.
- Panneaux entiers, qui permettent un léger cintrage éventuellement facilité par des entailles en sous-face à l'écartement de

$\sqrt{R/100}$ (en mètres). Les panneaux sont fixés préalablement par 4 fixations / panneau. Les fixations sont celles du revêtement, selon DTA.

- Panneaux entiers, qui permettent un léger cintrage éventuellement facilité par des entailles en sous-face à l'écartement de $\sqrt{R/50}$ (en mètres). Les bandes entre entailles sont fixées préalablement par 4 fixations / bande. Les fixations définitives sont celles du revêtement, selon son DTA.

5.363 Cas particulier du collage à la colle INSTA-STIK

5.3631 Généralités

Le collage à la colle INSTA-STIK n'est visé que pour les panneaux de dimensions 1 200 x 1 000 mm.

Le collage à la colle INSTA-STIK doit être réalisé sur un support sec et dépourvu de saleté et sur versant plan.

Le collage à la colle INSTA-STIK ne doit pas être entrepris si la température est inférieure à 5 °C ou supérieure à 35 °C.

La colle est mise en œuvre par cordons de 20 mm de diamètre minimum déposés sur le pare-vapeur.

Les coupes sont obligatoirement positionnées en partie courante, seuls les panneaux entiers seront posés en rive (cf. figure 1.2).

Le collage atteint 75 % de sa performance finale au bout d'une heure, pour une température de 15 à 20 °C ; les performances prises en compte pour le calcul du nombre de cordons ont été mesurées après 10 jours de séchage (essais caisson de vent au CSTB et interne).

Le collage de lits intermédiaires (Panotoit Fibac 2) et/ou du lit supérieur en cas de superposition de lits (tableaux 5-3 et 5-4), s'effectue de la même façon que le lit inférieur.

5.3632 Définition du nombre de cordons

Le tableau 7 précise la quantité de colle nécessaire, exprimée en écartement entre cordons de 20 mm de diamètre minimum par panneau de 1 000 x 1 200 mm (cf. figure 1.7), en fonction de la zone de vent et de la position du panneau (parties courantes, rives, angles).

Il est valable pour des bâtiments d'élanement courant tels que définis au 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 2.3 de l'annexe 2 du Cahier du CSTB 3564 de juin 2006.

L'écart maximal entre les cordons est de 30 cm. Les panneaux sont posés de manière à ce que les cordons soient éloignés des bords de 15 cm ± 5.

Remarque :

Très rapidement après l'application, la colle s'expand. Après avoir respecté un temps compris entre 1 minute minimum et 10 minutes au maximum, les panneaux peuvent être posés sur les cordons. Il faut alors marcher normalement sur les panneaux de manière à favoriser le collage. Une autre technique consiste à passer un rouleau suffisamment lourd sur l'ensemble de la surface.

Pour ce qui concerne les zones de vent, ou des situations particulières, non traitées dans le tableau 7, la société Saint-Gobain Isover peut assister les entreprises dans le calcul de l'écartement des cordons ($Wadmsr = 537$ N/ml de cordon) conformément aux Règles V 65 avec modificatif n° 4 sous vent extrême pour un effort admissible donné et par référence au Cahier du CSTB 3564 de juin 2009, pour une dépression au vent extrême de 3580 Pa maximum.

5.364 Précautions pour panneaux de grande dimension (> 1500 mm)

Lorsque l'une des dimensions des panneaux dépasse 1500 mm, il y a lieu de prendre les dispositions suivantes dans l'organisation du chantier :

- Accès au chantier et déchargement : prévoir une aire de déchargement et de stockage à pied d'œuvre, plate et facilement accessible aux camions. Décharger les palettes au chariot (grue...) à fourches. Le déchargement manuel est exclu.
- Stockage au sol : le gerbage n'est pas admis. Les palettes non déhousées peuvent être stockées à l'extérieur pendant 1 mois environ.
- Montage sur la toiture : la manutention des panneaux individuels n'est admise que sur la toiture et pour la pose immédiate ; il y a donc lieu d'approvisionner la toiture par palettes entières. Deux modes d'approvisionnement sont indiqués comme exemples :
 - Montage des palettes non déhousées à la grue et entreposage des palettes entières. Dans ce cas, la pose des panneaux peut être différée. Les palettes sont réparties sur la toiture au droit des fermes de façon à constituer une charge de montage admissible, en accord avec le bureau d'études. Elles sont éventuellement posées sur un platelage.

- Montage des palettes non déhousées à la grue et entreposage des palettes entières au bord de la toiture. Dans ce cas, les panneaux individuels sont repris manuellement pour leur mise en œuvre immédiate sur la toiture.
- Manutention : compte tenu des grandes dimensions, toutes précautions doivent être prises pour éviter d'abîmer les panneaux, par exemple :
 - la manutention nécessite au minimum 2 personnes,
 - des chariots de manutention spécifiques peuvent faciliter les opérations. Dans ce cas, les panneaux doivent être transportés sur chant.

5.4 Mise en œuvre des revêtements d'étanchéité sous Document Technique d'Application

Le revêtement d'étanchéité doit être appliqué sur l'isolant sec. Les prescriptions de performances selon les emplois figurent dans les tableaux 3 - 4.

Les conditions de pose sur isolant laine de roche surfacé bitume figurent dans les DTA particuliers aux revêtements. L'interposition d'un écran d'indépendance n'est pas obligatoire dans le cas de revêtements indépendants bitumineux.

Ces revêtements sont mis en œuvre par soudage.

5.5 Protection de l'étanchéité

On se reportera aux prescriptions des NF F 84 série 200 (DTU série 43) concernées ou aux DTA des revêtements d'étanchéité.

6. Emploi en climat de montagne

Ce procédé peut être employé dans les conditions prévues par la norme NF DTU 43.11 (Avril 2014) sur les éléments porteurs en maçonnerie, et dans les conditions prévues par le « Guide des toitures en climat de montagne » (Cahier du CSTB 2267-2 de septembre 1988) pour les éléments porteurs en TAN et en panneaux à base de bois.

La mise en œuvre de la protection de l'étanchéité est assurée conformément à la technique du porte-neige.

7. Cas particulier des Etablissements recevant du public (ERP) au regard du risque d'incendie venant de l'intérieur

Par application de l'arrêté du 4 Juillet 2007 modifiant le § 1 de l'article AM 8 du règlement de sécurité, les produits isolants surfacés au bitume, en usine, peuvent être utilisés sur les toitures des établissements recevant du public (ERP) sans interposition d'un écran thermique lorsqu'ils ne sont pas en contact avec l'air ambiant, dans la mesure où le produit isolant à l'état nu est classé au moins A2-s2, d0. Le fabricant a déclaré que le panneau isolant à l'état nu est d'euroclasse A2-s1,d0.

8. Détermination de la résistance thermique utile

Les modalités de calcul U-bât ou coefficient de déperdition thermique 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 § 2.32.

Lorsque les panneaux isolants sont fixés mécaniquement (cas d'un revêtement fixé mécaniquement), les ponts thermiques ponctuels intégrés doivent être pris en compte, sur la base de :

$$Up = Uc + U_{\text{fixation}}$$

avec :

$$U_{\text{fixation}} = \frac{\sum \chi_{\text{fixation}}}{A}$$

dans laquelle :

- χ_{fixation} : coefficient ponctuel du pont thermique intégré, en W/K, fixé par le fascicule 4/5 des Règles Th-U en fonction du diamètre des fixations :
 - χ_{fixation} de \varnothing 4,8 mm = 0,006 W/K
 - χ_{fixation} de \varnothing 6,3 mm = 0,008 W/K
- A : surface totale de la paroi en m².

Le nombre de fixations par m², outre celle(s) préalable(s), est déterminé dans les DTA particuliers des revêtements d'étanchéité.

Exemple d'un calcul thermique

Hypothèse de la construction de la toiture : bâtiment fermé et chauffé, situé à Pont-Audemer (27) (zone climatique H1)	Résistances thermiques avec $U_c = \frac{1}{\sum R}$
- toiture plane avec résistances superficielles ($R_{si} + R_{se} = 0,14 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$) \Rightarrow	0,14 $\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$
- élément porteur TAN pleine d'épaisseur 0,75 mm - panneau IXXO posé en double lits d'épaisseur totale 260 mm (2*130 mm) ($R_{\text{UTILÉ}} = 3,30 \cdot 2 = 6,60 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$) - pare-vapeur et étanchéité à base de bitume d'épaisseur 8 mm ($R_{\text{UTILÉ}} = 0,05 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$)	6,65 $\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$
Fixations mécaniques $\varnothing 4,8 \text{ mm}$: préalable du panneau isolant et définitive pour le revêtement d'étanchéité, soit un total de 8 fixations au m^2 dans le cadre de l'exemple, d'où un coefficient majorateur $\Delta U_{\text{fixation}} = 0,05 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.	
Le coefficient de transmission surfacique global de la toiture : $U_p = U_c + \Delta U_{\text{fixation}} = 0,15 + 0,05 = 0,20 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	

B. Résultats expérimentaux

- Résistance au vent du panneau IXXO : essai CSTB - rapport n°O98036 de 1998.
- Traction perpendiculaire et classe de compressibilité : essai CSTB n°TO99-021.
- Porte à faux : essai du fabricant.
- Classement de réaction au feu du panneau non surfacé : PV CSTB n°RA00-547.
- Résistance thermique : Certificat ACERMI n°02/018/164.
- Rapport d'essais du CSTB n° TO04-008 du 8 mai 2004 des panneaux IXXO collés à l'INSTA-STIK.

C. Références

C.1 Données environnementales et sanitaires (1)

Les panneaux Panotoit FiBac 2 font l'objet d'une Déclaration Environnementale (DE) individuelle.

Cette DE a été établie en janvier 2014 par la Société Saint Gobain Isover France. Elle n'a pas fait l'objet d'une vérification par tierce partie selon le programme de déclarations environnementales et sanitaires INIES et est déposée sur le site www.declaration-environnementale.gouv.fr.

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

C.2 Références chantiers

Les panneaux isolants IXXO sont utilisés depuis 1998 en France, et sont fabriqués par l'usine Saint Gobain Cristaleria depuis octobre 2000.

Plusieurs millions de mètres carrés ont été posés depuis 1998, dont plus de 700 000 mètres carrés issus de l'usine Saint Gobain Cristaleria.

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

Tableaux et figures du Dossier Technique

Tableau 1 – Caractéristiques spécifiées

Caractéristiques	Spécifications	Unité	Normes de référence ou observations
Pondérales			
Masse volumique :			
30 ≤ épaisseur ≤ 45 mm	≥ 145 (moyenne 160)	kg/m ³	NF EN 1602 laine non revêtue
50 ≤ épaisseur ≤ 75 mm	≥ 135 (moyenne 145)	kg/m ³	
épaisseur ≥ 80 mm	≥ 130 (moyenne 140)	kg/m ³	
Masse surfacique du surfacage	1300 +/- 200	g/m ²	Bitume 85/25
Dimensionnelles			
Longueur	1200 ou 1500 ou 1760	mm	NF EN 822
	+/- 2		
Largeur	1000 ou 1200	mm	
	+/- 2		
Épaisseurs	30 à 130 +/- 2 par pas de 5 mm	mm	NF EN 823
Défaut d'équerrage	≤ 3	mm	NF EN 824 - sur un bras de 1 m -
Mécaniques			
Contrainte de compression à 10 %	≥ 50 (CS(10)50)) (moyenne 70)	kPa	NF EN 826 (éprouvette de 200 x 200 x e mm ; vitesse de déplacement : 10 mm/min)
Contrainte de rupture en traction	≥ 12 (TR10) (moyenne 22)	kPa	NF EN 1607 Éprouvettes 100 x 100 x e mm.
	≥ 6		Après traitement d'humidification 24 h à 70 °C 95 +/- 5 % HR suivi de 24 h à l'ambiance
Tassement sous charge répartie Charge appliquée de 20 kPa	Classe B		Guide UEAtc
Hygrothermique			
Résistance thermique utile	Tableau 2	m ² .K/W	Certificat ACERMI n° 02/018/164
Classement de réaction au feu (Euroclasse)			
Panneaux surfacés bitume	F		
Panneaux nus (*)	A2-s1,d0		
Comportement à l'eau			
Non hydrophilie	Classé « non hydrophile »		Norme NF P 75-305
Absorption d'eau après immersion	12	%	après immersion 96 h à 20 °C, rapport d'essai n° DME 793501 Bureau Veritas
(*) Conforme à l'arrêté du 6 octobre 2004 modifié par l'arrêté du 4 juillet 2007 et le « Guide d'emploi des isolants combustibles dans les Établissements Recevant du Public » modifié par l'arrêté du 24 septembre 2009 et complété par l'avis du CECMI en date du 8 Mars 2011.			

Tableau 2 – Résistance thermique (*)

Épaisseur (mm)	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80
Résistance thermique (m ² .K/W)	0,75	0,85	1,00	1,15	1,25	1,40	1,50	1,65	1,75	1,90	2,05
Épaisseur (mm)	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	
Résistance thermique (m ² .K/W)	2,15	2,30	2,40	2,55	2,65	2,80	2,90	3,05	3,20	3,30	
(*) Selon le Certificat ACERMI n° 02/018/164.											

Tableau 3 – Toitures inaccessibles sous protection lourde

Élément porteur	Pente (%)	Protection lourde meuble
		Revêtement sous DTA (1)
Bois et panneaux à base à bois (2)	(4) à 5	I3
	> 5	
Tôles d'acier nervurées (3)	(5) à 5	I3
	> 5	
Maçonnerie	0 (6) à 5	I4
	> 5	
Béton cellulaire autoclavé	1 à 5	I4
	> 5	

Les cases grisées correspondent à des exclusions d'emploi.

(1) Dans tous les cas, l'indice minimum I4 est requis si le revêtement d'étanchéité est un monocouche.

(2) Panneau bois ou à base de bois conforme au NF DTU 43.4 ou sous Avis Technique

(3) Conforme au NF DTU 43.3 avec une OhN ≤ 70 mm.

(4) Pente conforme aux prescriptions indiquées NF DTU 43.4

(5) Pente conforme aux prescriptions indiquées NF DTU 43.3

(6) Pente minimale 1% en climat de montagne selon NF P 10-203 (DTU 20.12).

Tableau 3 bis – Toitures inaccessibles apparente

Élément porteur	Pente (%)	Autoprotection	
		Revêtement sous DTA (1) soudé en plein par flamme	Revêtement sous DTA fixé mécaniquement (8)
Bois et panneaux à base de bois (3)	(5) à 5	I2 si bicouche avec $R \leq 2 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ I3 si bicouche avec $R > 2 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$	L3 (2) et selon DTA du revêtement
	> 5		
Tôles d'acier nervurées (4)	(6) à 5		
	> 5 (8)		
Maçonnerie	0 (7) à 5	I3	L3 (2) et selon DTA du revêtement
	> 5		
Béton cellulaire autoclavé	1 à 5		
	> 5		

Les cases grisées correspondent à des exclusions d'emploi.

(1) Dans tous les cas, l'indice minimum I4 est requis si le revêtement d'étanchéité est un monocouche.

(2) L4 avec monocouche

(3) Panneau bois ou à base de bois conforme au NF DTU 43.4 ou sous Avis Technique

(4) Conforme au NF DTU 43.3 avec une OhN ≤ 70 mm.

(5) Pente conforme aux prescriptions indiquées NF DTU 43.4

(6) Pente conforme aux prescriptions indiquées NF DTU 43.3

(7) Pente minimale 1% en climat de montagne selon NF P 10-203 (DTU 20.12) avec la technique du porte neige.

(8) Avec des attelages de fixations mécaniques « solides au pas » (§ 2.5)

R : Résistance thermique de l'isolant.

Tableau 4 – Chemins de circulation (1) (1bis) sous protection lourde

Élément porteur	Pente (%)	Protection par dalles	
		Revêtement sous DTA	
Bois et panneaux à base de bois (2)	(6) à 5	I4	
	5 à 50		
Tôles d'acier nervurées (3)	(5) à 5	I4	
	5 à 50		
Maçonnerie (1bis)	0 (7) à 5	I4	
	> 5		
Béton cellulaire autoclavé (4)	1 à 5	I4	
	> 5		

Les cases grisées correspondent à des exclusions d'emploi.

(1) Les chemins de circulation sont réalisés selon les normes NF DTU 43.3 et NF DTU 43.4 ou le Document Technique d'Application du revêtement, et pour une pente ≤ 50 %. Dans le cas des éléments porteurs en bois ou panneaux à base de bois ainsi que les TAN, ce *tableau 4* ne concerne pas les chemins d'accès aux zones techniques s'ils sont définis comme « techniques » dans les DPM (se reporter à la remarque complémentaire du Groupe Spécialisé, au *paragraphe 3 3^{ème} puce* de l'AVIS).

(1bis) Dans le cas de la pose sur éléments porteurs en maçonnerie, ce tableau ne concerne pas les chemins de circulation menant à des zones techniques.

(2) Panneau bois ou à base de bois conforme au NF DTU 43.4 ou sous Avis Technique

(3) Conforme au NF DTU 43.3 avec une OhN ≤ 70 mm.

(4) Sous Avis Technique

(5) Pente conforme aux prescriptions indiquées NF DTU 43.4

(6) Pente conforme aux prescriptions indiquées NF DTU 43.3

(7) Pente minimale 1% en climat de montagne selon NF P 10-203 (DTU 20.12).

Tableau 4 bis – Chemins de circulation (1) (1bis) apparent

Élément porteur	Pente (%)	Autoprotection	
		Revêtement sous DTA	Revêtement sous DTA fixé mécaniquement
Bois et dérivés (2)	(4) à 5	I4	L4 et selon DTA du revêtement
	5 à 50		
Tôles d'acier nervurées (3)	(5) à 5		
	5 à 50		
Maçonnerie (1bis)	0 (6) à 5		
	> 5		
Béton cellulaire autoclavé	1 à 5		
	> 5		

Les cases grisées correspondent à des exclusions d'emploi.

(1) Les chemins de circulation sont réalisés selon les normes NF DTU 43.3 et NF DTU 43.4 ou le Document Technique d'Application du revêtement, et pour une pente ≤ 50 %. Dans le cas des éléments porteurs en bois ou panneaux à base de bois ainsi que les TAN, ce *tableau 4bis* ne concerne pas les chemins d'accès aux zones techniques s'ils sont définis comme « techniques » dans les DPM (se reporter à la remarque complémentaire du Groupe Spécialisé, au *paragraphe 3 3^{ème} puce* de l'AVIS).

(1bis) Dans le cas de la pose sur éléments porteurs en maçonnerie, ce tableau ne concerne pas les chemins de circulation menant à des zones techniques.

(2) Panneau bois ou à base de bois conforme au NF DTU 43.4 ou sous Avis Technique

(3) Conforme au NF DTU 43.3 avec une OhN ≤ 70 mm.

(4) Pente conforme aux prescriptions indiquées NF DTU 43.4

(5) Pente conforme aux prescriptions indiquées NF DTU 43.3

(6) Pente minimale 1% en climat de montagne selon NF P 10-203 (DTU 20.12) avec la technique du porte neige.

Tableau 5.1 – Conditions d'emploi en plusieurs lits (*) sur tôles d'acier nervurées

Mode de pose	Panneaux	Fixation des panneaux
Lit(s) inférieur(s)	Panotoit Fibac 2 Panotoit Fibac 2 VV Alphatoit	Fixation(s) mécanique(s) (1) : - 1 / panneau L ≤ 1500 - 2 / panneaux L > 1500
Lit supérieur	IXXO	Fixations mécaniques (1)(cf. NF DTU 43.3 ou tableaux en annexe)

(*) L'épaisseur maximale totale est limitée à 260 mm.
(1) Fixations mécaniques de type « solide aux pas ». Se reporter au paragraphe 2.5 1^{ère} puce.

Tableau 5.2 – Conditions d'emploi en plusieurs lits (*) sur bois et panneaux à base de bois

Mode de pose	Panneaux	Fixation
Lit(s) inférieur(s)	Panotoit Fibac 2 Panotoit Fibac 2 VV Alphatoit	Fixation(s) mécanique(s) (1) : - 1 / panneau L ≤ 1500 - 2 / panneaux L > 1500
Lit supérieur	IXXO	Fixations mécaniques (cf. NF DTU 43.4) (1)

(*) L'épaisseur maximale totale est limitée à 260 mm.
(1) Fixations mécaniques de type « solide aux pas ». Se reporter au paragraphe 2.5 1^{ère} puce.

Tableau 5-3 – Conditions d'emploi en plusieurs lits (*) sur maçonnerie

Mode de pose	Panneaux	Fixation
1^{ère} solution		
Lit(s) inférieur(s)	Panotoit Fibac 2 Panotoit Fibac 2 VV Alphatoit	Fixation(s) mécanique(s) préalable(s) : - 1 / panneau L ≤ 1500 - 2 / panneau L > 1500
Lit supérieur	IXXO	Fixations mécaniques (cf. normes - DTU 43.1 ou <i>tableaux</i> en annexe)
2^{ème} solution		
Lit inférieur	Panotoit Fibac 2	Fixations mécaniques (cf. normes - DTU 43.1 ou <i>tableaux</i> en annexe) ou Collage à l'INSTA-STIK
Lit intermédiaire	Panotoit Fibac 2	Collage à l'INSTA-STIK
Lit supérieur	IXXO	Collage à l'INSTA-STIK

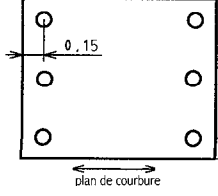
(*) L'épaisseur maximale totale est limitée à 260 mm.

Tableau 5-4 – Conditions d'emploi en plusieurs lits (*) sur béton cellulaire autoclavé

Mode de pose	Panneaux	Fixation
1^{ère} solution		
Lit(s) inférieur(s)	Panotoit Fibac 2 Panotoit Fibac 2 VV Alphatoit	Fixation(s) mécanique(s) préalable(s) : - 1 / panneau L ≤ 1500 - 2 / panneau L > 1500
Lit supérieur	IXXO	Fixations mécaniques (cf. <i>Cahier du CSTB 2192</i>)
2^{ème} solution		
Lit inférieur	Panotoit Fibac 2	Fixations mécaniques (cf. <i>Cahier du CSTB 2192</i> ou <i>tableaux</i> en annexe) ou Collage à l'INSTA-STIK
Lit intermédiaire	Panotoit Fibac 2	Collage à l'INSTA-STIK
Lit supérieur	IXXO	Collage à l'INSTA-STIK

(*) L'épaisseur maximale totale est limitée à 260 mm.

Tableau 6 – Densité des fixations

Épaisseur du panneau	Dimension maximale dans le plan de courbure (2)	Rayon de courbure minimum en mètres	Nombre de fixations mini par panneau de 1200 x 1000 mm	Position des fixations
30	1200 mm	5	6	<p>6 fixations par panneaux :</p>  <p>4 fixations par panneaux : une à chaque angle, à 15 cm de chacun des bords du panneau</p>
40		5	6	
50		10	4	
60		10	4	
70		20	4	
80		20	4	
90		25	4	
100		25	4	
110		45	4	
120		45	4	
130		§ 5.55	§ 5.55	

(1) Avec des attelages solides au pas (§ 2.5).
(2) Nervures du bac acier perpendiculaires au plan de courbure.

Tableau 7 – Densité de colle INSTA-STIK par panneau IXXO de 1200 x 1000 mm, bâtiments à versants plans

Wadm_{sr} = 537 N / ml cordon

D : Écartement des cordons de Ø 20 mm

N : Site normal

E : Site exposé

Tableau 7.1 Éléments porteurs bois et panneaux à base de bois – travaux neufs – bâtiments fermés

Hauteur (m)	Position	zone 1N	zone 1E	zone 2N	zone 2E	zone 3N	zone 3E	zone 4N	zone 4E
10	courante	D = 30 cm	D = 30 cm	D = 30 cm	D = 30 cm	D = 30 cm			
	rive	D = 30 cm	D = 15 cm	D = 30 cm	D = 15 cm	D = 15 cm			
	angle	D = 15 cm	D = 15 cm	D = 15 cm	D = 15 cm	D = 15 cm			
15	courante	D = 30 cm	D = 30 cm	D = 30 cm		D = 30 cm			
	rive	D = 30 cm	D = 15 cm	D = 15 cm		D = 15 cm			
	angle	D = 15 cm	D = 15 cm	D = 15 cm		D = 15 cm			
20	courante	D = 30 cm	D = 30 cm	D = 30 cm					
	rive	D = 30 cm	D = 15 cm	D = 15 cm					
	angle	D = 15 cm	D = 15 cm	D = 15 cm					

Tableau 7.2 Éléments porteurs bois et panneaux à base de bois - travaux neufs et de réfection (ancien revêtement conservé) – bâtiments ouverts

Hauteur (m)	Position	zone 1N	zone 1E	zone 2N	zone 2E	zone 3N	zone 3E	zone 4N	zone 4E
10	courante	D = 30 cm	D = 30 cm	D = 30 cm					
	rive	D = 30 cm	D = 15 cm	D = 15 cm					
	angle	D = 15 cm	D = 15 cm	D = 15 cm					
15	courante	D = 30 cm		D = 30 cm					
	rive	D = 15 cm		D = 15 cm					
	angle	D = 15 cm		D = 15 cm					
20	courante	D = 30 cm							
	rive	D = 15 cm							
	angle	D = 15 cm							

Tableau 7.3 Éléments porteurs maçonnerie et béton cellulaire – travaux neufs et de réfection – bâtiments fermés et ouverts

Hauteur (m)	Position	zone 1N	zone 1E	zone 2N	zone 2E	zone 3N	zone 3E	zone 4N	zone 4E
10	courante	D = 30 cm	D = 30 cm	D = 30 cm	D = 30 cm	D = 30 cm	D = 30 cm	D = 30 cm	
	rive	D = 30 cm	D = 30 cm	D = 30 cm	D = 15 cm	D = 15 cm	D = 15 cm	D = 15 cm	
	angle	D = 15 cm	D = 15 cm	D = 15 cm	D = 15 cm	D = 15 cm	D = 15 cm	D = 15 cm	
15	courante	D = 30 cm	D = 30 cm	D = 30 cm	D = 30 cm	D = 30 cm			
	rive	D = 30 cm	D = 15 cm	D = 30 cm	D = 15 cm	D = 15 cm			
	angle	D = 15 cm	D = 15 cm	D = 15 cm	D = 15 cm	D = 15 cm			
20	courante	D = 30 cm	D = 30 cm	D = 30 cm	D = 30 cm	D = 30 cm			
	rive	D = 30 cm	D = 15 cm	D = 30 cm	D = 15 cm	D = 15 cm			
	angle	D = 15 cm	D = 15 cm	D = 15 cm	D = 15 cm	D = 15 cm			

Tableau 8 – Mode de liaisonnement du panneau IXXO en travaux de réfections

Anciens revêtements (1)	Liaisonnement des panneaux isolants (6)		
	Pose libre sous protection lourde	Collage à froid à l'INSTA STICK (7)	Fixations mécaniques solides au pas
Asphalte	OUI	OUI	OUI
Bitumineux indépendants			OUI
Bitumineux semi-indépendants	OUI	OUI (2) (3)	OUI
Bitumineux adhérents	OUI	OUI (3)	OUI
Ciment volcanique, enduit pâteux (4)	OUI		OUI
Membrane synthétique (5)	OUI		OUI

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

(2) Sauf ancien revêtement avec fixations mécaniques en ligne espacées de plus de 50 cm, sous un revêtement apparent.

(3) Autoprotection métallique (ou mixte) délardée.

(4) Nouveau pare-vapeur : indépendant obligatoire.

(5) Nouveau pare-vapeur selon DTU 43.5 :

- indépendant obligatoire, sauf sur TAN pleines sur locaux à faible et moyenne hygrométrie,
- ou cloué sur bois et panneaux à base de bois.

(6) § 5.3 du Dossier Technique.

(7) Seulement sur les éléments porteurs en maçonnerie et béton cellulaire autoclavé.

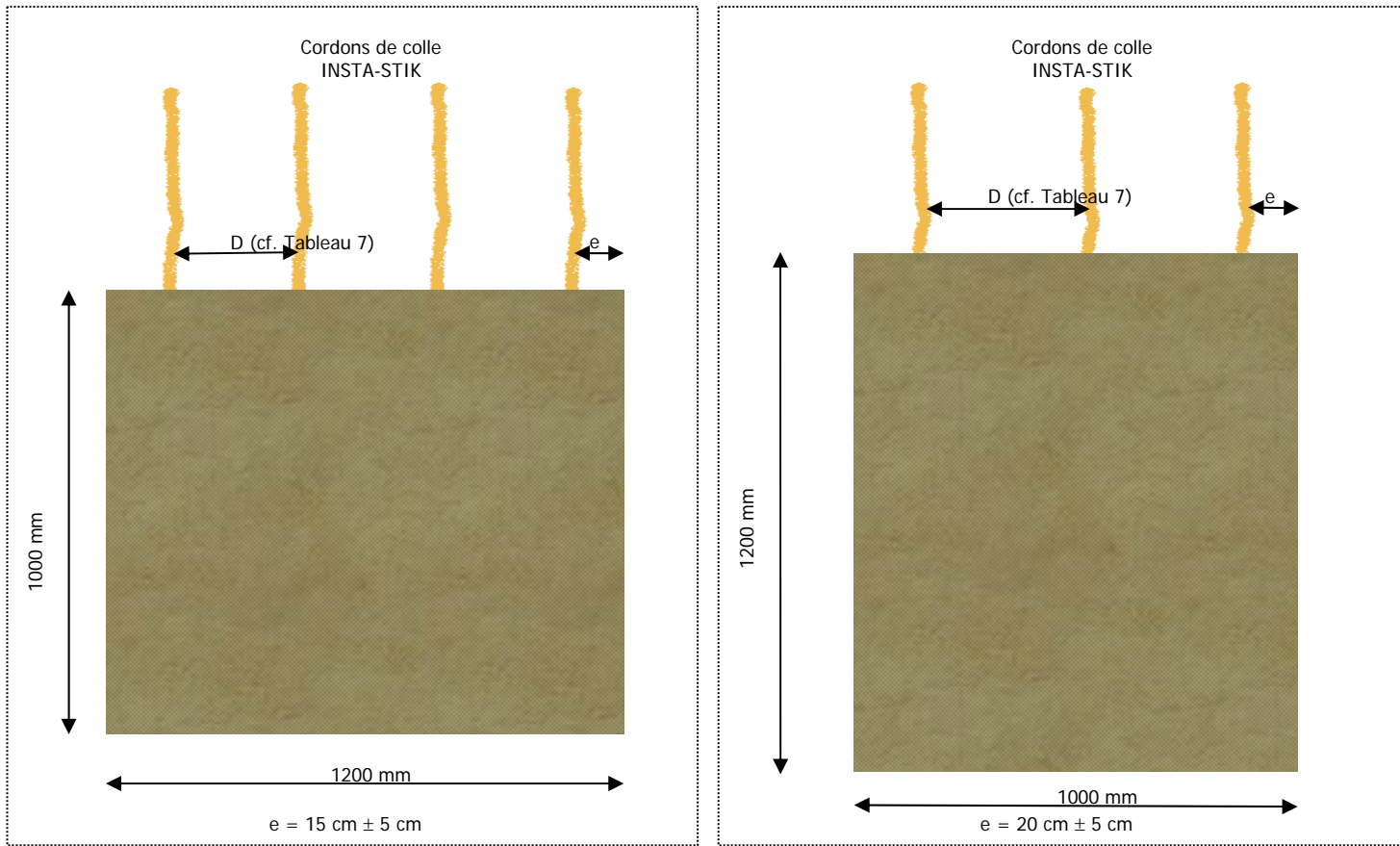


Figure 1.1 – Répartition des cordons de colle $\varnothing 20$ mm en partie courante

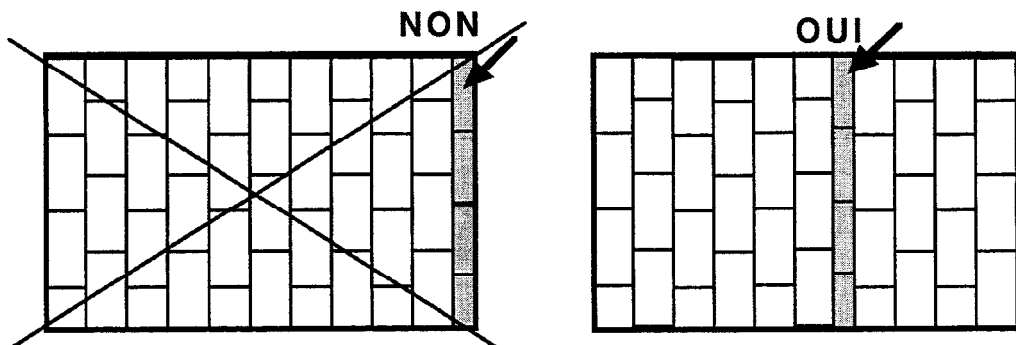


Figure 1.2 – Principe de pose des panneaux coupés collés (colle INSTA-STIK)

ANNEXE

Tableaux A – Fixations mécaniques solides au pas du panneau *IXXO* 1000 mm x 1200 mm - Bâtiments à versants plans

Nombre de fixations par panneau de 1000 x 1200 mm (D_{sr}), avec :

- $Wadm_{sr} = 666$ N / fixation,
- attelage fixation « plaquette + élément de liaison » : $R_{ns} \geq 1200$ N.

N : Site normal

E : Site exposé

Fixation « solide au pas » avec des plaquettes de dimension 60 x 60 mm ou \varnothing 64 mm

Tableau A.1 <i>Bâtiments fermés – travaux neufs, sur TAN - bois et panneaux à base de bois</i>									
Hauteur (m)	Position	zone 1N	Zone 1E	zone 2N	zone 2E	zone 3N	zone 3E	zone 4N	zone 4E
10	courante	4	4	4	4	4	4	4	4
	rive	4	4	4	5	4	5	5	6
	angle	4	6	5	6	6	7	7	9
15	courante	4	4	4	4	4	4	4	4
	rive	4	4	4	5	5	6	6	7
	angle	5	6	5	7	7	8	8	9
20	courante	4	4	4	4	4	4	4	4
	rive	4	5	4	5	5	6	6	7
	angle	5	6	6	7	7	9	8	10

Tableau A.2 <i>Bâtiments ouverts – travaux neufs et réfections, sur TAN - bois et panneaux à base de bois</i>									
Hauteur (m)	Position	zone 1N	zone 1E	zone 2N	zone 2E	zone 3N	zone 3E	zone 4N	zone 4E
10	courante	4	4	4	4	4	5	5	6
	rive	4	5	4	5	5	6	6	7
	angle	5	7	6	8	7	9	9	10
15	courante	4	4	4	4	4	5	5	6
	rive	4	5	5	6	6	7	7	8
	angle	5	7	6	8	8	10	9	11
20	courante	4	4	4	5	5	6	5	6
	rive	4	5	5	6	6	7	7	8
	angle	6	8	7	9	9	11	10	12

Bâtiments fermés – travaux de réfections sur ancien conservé : TAN - bois et panneaux à base de bois (sauf dans le cas d'un ancien revêtement sous protection meuble – voir alors tableau A.1)

Tableau A.3

et

Bâtiments fermés et ouverts – travaux neufs et réfections, sur béton et béton cellulaire

Hauteur (m)	Position	zone 1N	zone 1E	zone 2N	zone 2E	zone 3N	zone 3E	zone 4N	Zone 4E
10	courante	4	4	4	4	4	4	4	4
	rive	4	4	4	4	4	5	4	5
	angle	4	5	4	6	5	7	6	8
15	courante	4	4	4	4	4	4	4	4
	rive	4	4	4	4	4	5	5	6
	angle	4	5	5	6	6	7	7	8
20	courante	4	4	4	4	4	4	4	4
	rive	4	4	4	4	4	5	5	6
	angle	4	6	5	7	6	8	7	9

Tableaux B – Fixations mécaniques solides au pas du panneau /XXO 1000 mm x 1200mm - Bâtiments à versants courbes

Nombre de fixations par panneau de 1000 x 1200 mm (D_{sr}), avec :

N : Site normal

E : Site exposé

- $Wadm_{sr} = 666 \text{ N / fixation}$,

- attelage fixation « plaquette + élément de liaison » : $R_{ns} \geq 1200 \text{ N}$.

Fixation « solide au pas » avec des plaquettes de dimension 60 x 60 mm ou $\varnothing 64 \text{ mm}$

Tableau B.1 Bâtiments fermés – travaux neufs, sur TAN - bois et panneaux à base de bois

Hauteur (m)	Position	zone 1N	zone 1E	zone 2N	zone 2E	zone 3N	zone 3E	zone 4N	zone 4E
10	courante	4	4	4	4	4	4	4	4
	rive	4	4	4	5	5	6	6	7
	angle	5	6	6	7	7	8	8	10
15	courante	4	4	4	4	4	4	4	5
	rive	4	5	4	6	5	7	6	8
	angle	5	7	6	8	7	9	9	11
20	courante	4	4	4	4	4	4	4	5
	rive	4	5	5	6	6	7	7	8
	angle	5	7	6	8	8	10	9	11

Tableau B.2 Bâtiments ouverts – travaux neufs et réfections, sur TAN - bois et panneaux à base de bois

Hauteur (m)	Position	zone 1N	zone 1E	zone 2N	zone 2E	zone 3N	zone 3E	zone 4N	zone 4E
10	courante	4	4	4	4	4	5	5	6
	rive	4	5	4	5	5	6	6	7
	angle	5	7	6	8	7	9	9	11
15	courante	4	4	4	5	5	6	5	6
	rive	4	5	5	6	6	7	7	8
	angle	6	7	7	9	8	10	10	12
20	courante	4	4	4	5	5	6	6	7
	rive	4	5	5	6	6	7	7	8
	angle	6	8	7	9	9	11	11	13

Bâtiments fermés – travaux de réfections sur ancien conservé : TAN - bois et panneaux à base de bois (sauf dans le cas d'un ancien revêtement sous protection meuble – voir alors tableau B.1)

Tableau B.3

et

Bâtiments fermés et ouverts – travaux neufs et réfections, sur béton et béton cellulaire

Hauteur (m)	Position	zone 1N	zone 1E	zone 2N	zone 2E	zone 3N	zone 3E	zone 4N	zone 4E
10	courante	4	4	4	4	4	4	4	4
	rive	4	4	4	4	4	5	5	6
	angle	4	6	5	6	6	7	7	9
15	courante	4	4	4	4	4	4	4	4
	rive	4	4	4	5	5	6	5	6
	angle	5	6	5	7	7	8	8	9
20	courante	4	4	4	4	4	4	4	4
	rive	4	4	4	5	5	6	6	7
	angle	5	6	6	7	7	9	8	10

Tableaux C – Fixations mécaniques solides au pas du panneau /XXO 1200 mm × 1200 mm - Bâtiments à versants plans

Nombre de fixations par panneau de 1200 x 1200 mm (D_{sr}), avec :

- $W_{adm_{sr}} = 666$ N / fixation,
- attelage fixation « plaquette + élément de liaison » : $R_{ns} \geq 1200$ N.

N : Site normal

E : Site exposé

Fixation « solide au pas » avec des plaquettes de dimension 60 x 60 mm ou \varnothing 64 mm

Tableau C.1 Bâtiments fermés – travaux neufs, sur TAN - bois et panneaux à base de bois

Hauteur (m)	Position	zone 1N	Zone 1E	zone 2N	zone 2E	zone 3N	zone 3E	zone 4N	zone 4E
10	courante	4	4	4	4	4	4	4	4
	rive	4	5	4	5	5	6	6	7
	angle	5	7	6	7	7	9	9	10
15	courante	4	4	4	4	4	4	4	5
	rive	4	5	5	6	6	7	7	8
	angle	5	7	6	8	8	10	9	11
20	courante	4	4	4	4	4	5	4	5
	rive	4	6	5	6	6	8	7	9
	angle	6	8	7	9	8	11	10	12

Tableau C.2 Bâtiments ouverts – travaux neufs et réfections, sur TAN - bois et panneaux à base de bois

Hauteur (m)	Position	zone 1N	zone 1E	zone 2N	zone 2E	zone 3N	zone 3E	zone 4N	zone 4E
10	courante	4	4	4	5	5	6	6	7
	rive	4	6	5	6	6	7	7	9
	angle	6	8	7	9	9	11	10	12
15	courante	4	5	4	5	5	6	6	7
	rive	5	6	5	7	7	8	8	9
	angle	6	9	8	10	9	12	11	13
20	courante	4	5	4	6	5	7	6	8
	rive	5	6	6	7	7	9	8	10
	angle	7	9	8	11	10	13	12	14

Bâtiments fermés – travaux de réfections sur ancien conservé : TAN - bois et panneaux à base de bois (sauf dans le cas d'un ancien revêtement sous protection meuble – voir alors tableau C.1)

Tableau C.3

et

Bâtiments fermés et ouverts – travaux neufs et réfections, sur béton et béton cellulaire

Hauteur (m)	Position	zone 1N	zone 1E	zone 2N	zone 2E	zone 3N	zone 3E	zone 4N	Zone 4E
10	courante	4	4	4	4	4	4	4	4
	rive	4	4	4	5	4	5	5	6
	angle	4	6	5	7	6	8	8	9
15	courante	4	4	4	4	4	4	4	4
	rive	4	4	4	5	5	6	6	7
	angle	5	6	6	7	7	9	8	10
20	courante	4	4	4	4	4	4	4	4
	rive	4	5	4	5	5	6	6	7
	angle	5	7	6	8	7	9	9	11

Tableaux D – Fixations mécaniques solides au pas du panneau *IXXO* 1200 mm x 1200 mm - Bâtiments à versants courbes

Nombre de fixations par panneau de 1200 x 1200 mm (D_{sr}), avec :

N : Site normal

E : Site exposé

- $Wadm_{sr} = 666$ N / fixation,

- attelage fixation « plaquette + élément de liaison » : $R_{ns} \geq 1200$ N.

Fixation « solide au pas » avec des plaquettes de dimension 60 x 60 mm ou \varnothing 64 mm

Tableau D.1 Bâtiments fermés – travaux neufs, sur TAN - bois et panneaux à base de bois									
Hauteur (m)	Position	zone 1N	zone 1E	zone 2N	zone 2E	zone 3N	zone 3E	zone 4N	zone 4E
10	courante	4	4	4	4	4	4	4	5
	rive	4	5	5	6	6	7	7	8
	angle	6	7	7	8	8	10	10	11
15	courante	4	4	4	4	4	5	5	5
	rive	4	6	5	7	6	8	8	9
	angle	6	8	7	9	9	11	11	13
20	courante	4	4	4	4	4	5	5	6
	rive	5	6	6	7	7	8	8	10
	angle	6	9	8	10	10	12	11	14

Tableau D.2 Bâtiments ouverts – travaux neufs et réfections, sur TAN - bois et panneaux à base de bois									
Hauteur (m)	Position	zone 1N	zone 1E	zone 2N	zone 2E	zone 3N	zone 3E	zone 4N	zone 4E
10	courante	4	4	4	5	5	6	6	7
	rive	4	6	5	6	6	7	7	9
	angle	6	8	7	9	9	11	11	13
15	courante	4	5	4	6	5	7	6	8
	rive	5	6	5	7	7	8	8	9
	angle	7	9	8	10	10	12	12	14
20	courante	4	5	5	6	6	7	7	8
	rive	5	6	6	7	7	9	8	10
	angle	7	10	8	11	11	13	13	15

Bâtiments fermés – travaux de réfections sur ancien conservé : TAN - bois et panneaux à base de bois (sauf dans le cas d'un ancien revêtement sous protection meuble – voir alors tableau D.1)

Tableau D.3

et

Bâtiments fermés et ouverts – travaux neufs et réfections, sur béton et béton cellulaire

Hauteur (m)	Position	zone 1N	zone 1E	zone 2N	zone 2E	zone 3N	zone 3E	zone 4N	zone 4E
10	courante	4	4	4	4	4	4	4	4
	rive	4	4	4	5	5	6	6	7
	angle	5	7	6	7	7	9	9	10
15	courante	4	4	4	4	4	4	4	4
	rive	4	5	4	6	5	7	6	8
	angle	5	7	6	8	8	10	9	11
20	courante	4	4	4	4	4	4	4	4
	rive	4	5	5	6	6	7	7	8
	angle	6	8	7	9	8	11	10	12

Tableaux E – Fixations mécaniques solides au pas du panneau /XXO 1500 mm × 1200 mm - Bâtiments à versants plans

Nombre de fixations par panneau de 1500 x 1200 mm (D_{sr}), avec :

- $W_{adm_{sr}} = 666$ N / fixation,
- attelage fixation « plaquette + élément de liaison » : $R_{ns} \geq 1200$ N.

N : Site normal

E : Site exposé

Fixation « solide au pas » avec des plaquettes de dimension 60 x 60 mm ou \varnothing 64 mm

Tableau E.1 Bâtiments fermés – travaux neufs, sur TAN - bois et panneaux à base de bois

Hauteur (m)	Position	zone 1N	Zone 1E	zone 2N	zone 2E	zone 3N	zone 3E	zone 4N	zone 4E
10	courante	4	4	4	4	4	5	5	6
	rive	4	6	5	7	6	8	8	9
	angle	6	8	7	9	9	11	11	13
15	courante	4	4	4	4	4	5	5	6
	rive	5	6	6	7	7	9	8	10
	angle	7	9	8	10	10	12	12	14
20	courante	4	4	4	5	5	6	5	6
	rive	5	7	6	8	8	9	9	11
	angle	7	10	8	11	11	13	13	15

Tableau E.2 Bâtiments ouverts – travaux neufs et réfections, sur TAN - bois et panneaux à base de bois

Hauteur (m)	Position	zone 1N	zone 1E	zone 2N	zone 2E	zone 3N	zone 3E	zone 4N	zone 4E
10	courante	4	5	5	6	6	7	7	8
	rive	5	7	6	8	7	9	8	11
	angle	7	10	9	11	11	13	13	15
15	courante	4	6	5	6	6	8	7	9
	rive	6	7	7	9	8	10	10	12
	angle	8	11	9	12	12	15	14	17
20	courante	5	6	5	7	7	8	8	9
	rive	6	8	7	9	9	11	11	13
	angle	9	11	10	13	13	16	15	18

Bâtiments fermés – travaux de réfections sur ancien conservé : TAN - bois et panneaux à base de bois (sauf dans le cas d'un ancien revêtement sous protection meuble – voir alors tableau E.1)

Tableau E.3

et

Bâtiments fermés et ouverts – travaux neufs et réfections, sur béton et béton cellulaire

Hauteur (m)	Position	zone 1N	zone 1E	zone 2N	zone 2E	zone 3N	zone 3E	zone 4N	Zone 4E
10	courante	4	4	4	4	4	4	4	4
	rive	4	5	4	6	5	7	6	8
	angle	5	7	6	8	8	10	9	11
15	courante	4	4	4	4	4	4	4	4
	rive	4	5	5	6	6	7	7	8
	angle	6	8	7	9	9	11	10	12
20	courante	4	4	4	4	4	4	4	5
	rive	4	6	5	7	6	8	7	9
	angle	6	8	7	10	9	11	11	13

Tableaux F – Fixations mécaniques solides au pas du panneau /XXO 1500 mm x 1200 mm - Bâtiments à versants courbes

Nombre de fixations par panneau de 1500 x 1200 mm (D_{sr}), avec :

N : Site normal

E : Site exposé

- $W_{adm, sr} = 666$ N / fixation,

- attelage fixation « plaquette + élément de liaison » : $R_{ns} \geq 1200$ N.

Fixation « solide au pas » avec des plaquettes de dimension 60 x 60 mm ou \varnothing 64 mm

Tableau F.1 Bâtiments fermés – travaux neufs, sur TAN - bois et panneaux à base de bois									
Hauteur (m)	Position	zone 1N	zone 1E	zone 2N	zone 2E	zone 3N	zone 3E	zone 4N	zone 4E
10	courante	4	4	4	4	4	5	5	6
	rive	5	6	6	7	7	9	8	10
	angle	7	9	8	10	10	12	12	14
15	courante	4	4	4	5	5	6	6	7
	rive	5	7	6	8	8	10	9	11
	angle	7	10	9	11	11	14	13	16
20	courante	4	5	4	5	5	6	6	7
	rive	6	8	7	9	8	10	10	12
	angle	8	11	9	12	12	15	14	17

Tableau F.2 Bâtiments ouverts – travaux neufs et réfections, sur TAN - bois et panneaux à base de bois									
Hauteur (m)	Position	zone 1N	zone 1E	zone 2N	zone 2E	zone 3N	zone 3E	zone 4N	zone 4E
10	courante	4	6	5	6	6	7	7	9
	rive	5	7	6	8	7	9	9	11
	angle	7	10	9	11	11	14	13	16
15	courante	5	6	5	7	7	8	8	9
	rive	6	7	7	9	8	10	10	12
	angle	8	11	10	13	12	15	14	17
20	courante	5	6	6	7	7	9	8	10
	rive	6	8	7	9	9	11	11	13
	angle	9	12	11	14	13	16	16	19

Bâtiments fermés – travaux de réfections sur ancien conservé : TAN - bois et panneaux à base de bois (sauf dans le cas d'un ancien revêtement sous protection meuble – voir alors tableau F.1)

Tableau F.3

et

Bâtiments fermés et ouverts – travaux neufs et réfections, sur béton et béton cellulaire

Hauteur (m)	Position	zone 1N	zone 1E	zone 2N	zone 2E	zone 3N	zone 3E	zone 4N	zone 4E
10	courante	4	4	4	4	4	4	4	4
	rive	4	6	5	6	6	7	7	9
	angle	6	8	7	9	9	11	11	13
15	courante	4	4	4	4	4	4	4	5
	rive	5	6	5	7	7	8	8	9
	angle	7	9	8	10	10	12	12	14
20	courante	4	4	4	4	4	5	4	5
	rive	5	6	6	7	7	9	8	10
	angle	7	10	8	11	11	13	13	15

Tableaux G – Fixations mécaniques solides au pas du panneau /XXO 1760 mm x 1200 mm - Bâtiments à versants plans

Nombre de fixations par panneau de 1760 x 1200 mm (D_{sr}), avec :

- $Wad_{sr} = 666$ N / fixation,
- attelage fixation « plaquette + élément de liaison » : $R_{ns} \geq 1200$ N.

N : Site normal

E : Site exposé

Fixation « solide au pas » avec des plaquettes de dimension 60 x 60 mm ou \varnothing 64 mm

Tableau G.1 Bâtiments fermés – travaux neufs, sur TAN - bois et panneaux à base de bois

Hauteur (m)	Position	zone 1N	Zone 1E	zone 2N	zone 2E	zone 3N	zone 3E	zone 4N	zone 4E
10	courante	6	6	6	6	6	6	6	6
	rive	6	7	6	8	7	9	9	11
	angle	7	9	8	11	10	13	12	15
15	courante	6	6	6	6	6	6	6	7
	rive	6	7	7	8	8	10	10	12
	angle	8	10	9	12	11	14	14	16
20	courante	6	6	6	6	6	7	6	8
	rive	6	8	7	9	9	11	10	12
	angle	8	11	10	13	12	15	15	17

Tableau G.2 Bâtiments ouverts – travaux neufs et réfections, sur TAN - bois et panneaux à base de bois

Hauteur (m)	Position	zone 1N	zone 1E	zone 2N	zone 2E	zone 3N	zone 3E	zone 4N	zone 4E
10	courante	6	6	6	7	7	8	8	9
	rive	6	8	7	9	9	11	10	12
	angle	8	11	10	13	12	15	15	18
15	courante	6	7	6	8	7	9	9	10
	rive	7	9	8	10	10	12	11	14
	angle	9	12	11	14	14	17	16	20
20	courante	6	7	6	8	8	10	9	11
	rive	7	9	8	11	10	13	12	15
	angle	10	13	12	15	15	18	18	21

Bâtiments fermés – travaux de réfections sur ancien conservé : TAN - bois et panneaux à base de bois (sauf dans le cas d'un ancien revêtement sous protection meuble – voir alors tableau G.1)

Tableau G.3

et

Bâtiments fermés et ouverts – travaux neufs et réfections, sur béton et béton cellulaire

Hauteur (m)	Position	zone 1N	zone 1E	zone 2N	zone 2E	zone 3N	zone 3E	zone 4N	Zone 4E
10	courante	6	6	6	6	6	6	6	6
	rive	6	6	6	6	6	8	7	9
	angle	6	8	7	9	9	11	11	13
15	courante	6	6	6	6	6	6	6	6
	rive	6	6	6	7	7	8	8	10
	angle	7	9	8	10	10	12	12	14
20	courante	6	6	6	6	6	6	6	6
	rive	6	7	6	8	7	9	9	10
	angle	7	10	9	11	11	13	13	15

Tableaux H – Fixations mécaniques solides au pas du panneau /XXO 1760 mm x 1200 mm - Bâtiments à versants courbes

Nombre de fixations par panneau de 1760 x 1200 mm (D_{sr}), avec :

N : Site normal

- $W_{adm, sr} = 666$ N / fixation,

E : Site exposé

- attelage fixation « plaquette + élément de liaison » : $R_{ns} \geq 1200$ N.

Fixation « solide au pas » avec des plaquettes de dimension 60 x 60 mm ou \varnothing 64 mm

Tableau H.1 Bâtiments fermés – travaux neufs, sur TAN - bois et panneaux à base de bois

Hauteur (m)	Position	zone 1N	zone 1E	zone 2N	zone 2E	zone 3N	zone 3E	zone 4N	zone 4E
10	courante	6	6	6	6	6	6	6	7
	rive	6	8	7	9	8	10	10	12
	angle	8	11	9	12	12	14	14	17
15	courante	6	6	6	6	6	7	6	8
	rive	6	8	7	9	9	11	11	13
	angle	9	12	10	13	13	16	15	18
20	courante	6	6	6	6	6	7	7	8
	rive	7	9	8	10	10	12	12	14
	angle	9	12	11	14	14	17	16	20

Tableau H.2 Bâtiments ouverts – travaux neufs et réfections, sur TAN - bois et panneaux à base de bois

Hauteur (m)	Position	zone 1N	zone 1E	zone 2N	zone 2E	zone 3N	zone 3E	zone 4N	zone 4E
10	courante	6	6	6	7	7	9	8	10
	rive	6	8	7	9	9	11	10	12
	angle	9	12	10	13	13	16	15	18
15	courante	6	7	6	8	8	10	9	11
	rive	7	9	8	10	10	12	11	14
	angle	10	13	11	15	14	18	17	20
20	courante	6	8	7	9	8	10	10	12
	rive	7	9	8	11	10	13	12	15
	angle	10	14	12	16	15	19	18	22

Bâtiments fermés – travaux de réfections sur ancien conservé : TAN - bois et panneaux à base de bois (sauf dans le cas d'un ancien revêtement sous protection meuble – voir alors tableau H.1)

Tableau H.3

et

Bâtiments fermés et ouverts – travaux neufs et réfections, sur béton et béton cellulaire

Hauteur (m)	Position	zone 1N	zone 1E	zone 2N	zone 2E	zone 3N	zone 3E	zone 4N	zone 4E
10	courante	6	6	6	6	6	6	6	6
	rive	6	6	6	7	7	9	8	10
	angle	7	9	8	11	10	13	12	15
15	courante	6	6	6	6	6	6	6	6
	rive	6	7	6	8	8	10	9	11
	angle	8	10	9	12	11	14	14	16
20	courante	6	6	6	6	6	6	6	6
	rive	6	8	7	9	8	10	10	12
	angle		11	10	13	12	15	15	17