

Sur le procédé

IXXO

Famille de produit/Procédé : Panneau en laine de roche (MWR) parementé bitume non porteur support d'étanchéité

Titulaire(s) : **Société SAINT GOBAIN ISOVER**

AVANT-PROPOS

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

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

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

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

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

Versions du document

Version	Description	Rapporteur	Président
V3	Cette version intègre la modification suivante : <ul style="list-style-type: none"> Ajout des panneaux Alphatoit 37 comme lit inférieur. 	MINON Anouk	DRIAT Philippe
V2	Révision d'office.	MINON Anouk	DRIAT Philippe

Descripteur :

« IXXO » est un procédé d'isolation thermique composé de panneaux non porteur en laine de roche surfacés bitume, de classe B, admis en tant que support direct de revêtement d'étanchéité adhérents et apparents en toitures plates, inclinées et courbes inaccessibles, y compris les chemins de circulation (hors zones techniques et rétention temporaire des eaux pluviales), en climat de plaine et de montagne, en travaux neuf, sur éléments porteurs en :

- Maçonnerie conforme aux NF DTU 20.12 et NF DTU 43.1 ou à leurs Avis Techniques particuliers ;
- Tôles d'acier nervurées conformes à la norme NF DTU 43.3 ou à leurs Avis Techniques particuliers ;
- Bois et panneaux à base de bois conformes à la norme NF DTU 43.4 ou sous Avis Technique.

Le procédé s'emploie en réfection sur les éléments porteurs cités précédemment et sur les dalles de béton cellulaire autoclavé armé.

Les panneaux IXXO s'emploient en :

- Un lit d'épaisseur minimale 30 mm et maximale 130 mm ;
- Lit supérieur de plusieurs lits d'isolant de Panotoit FiBac 2, FiBac 2 VV, Alphatoit ou Alphatoit 37, d'épaisseur totale maximale 260 mm.

Table des matières

1.	Avis du Groupe Spécialisé	4
1.1.	Domaine d'emploi accepté.....	4
1.1.1.	Zone géographique.....	4
1.1.2.	Ouvrages visés	4
1.2.	Appréciation	4
1.2.1.	Aptitude à l'emploi du procédé	4
1.2.2.	Durabilité et entretien	5
1.2.3.	Impacts environnementaux	5
1.3.	Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé	5
2.	Dossier Technique.....	6
2.1.	Mode de commercialisation	6
2.1.1.	Coordonnées	6
2.1.2.	Mise sur le marché	6
2.1.3.	Identification	6
2.1.4.	Stockage.....	6
2.2.	Description.....	6
2.2.1.	Principe.....	6
2.2.2.	Caractéristiques des composants.....	7
2.3.	Dispositions de conception	8
2.3.1.	Attelages de fixations mécaniques des panneaux isolants et/ou du revêtement	8
2.3.2.	Collage à la colle INSTA-STIK	8
2.3.3.	Cas des éléments porteurs à base de bois sous Document Technique d'Application	8
2.3.4.	Cas de la réfection.....	8
2.3.5.	Intervention des entreprises	9
2.4.	Dispositions de mise en œuvre	9
2.4.1.	Généralités.....	9
2.4.2.	Mise en œuvre de l'écran pare-vapeur	9
2.4.3.	Mise en œuvre des panneaux isolants	9
2.4.4.	Mise en œuvre des revêtements d'étanchéité sous Document Technique d'Application	11
2.5.	Emploi en climat de montagne	12
2.6.	Entretien.....	12
2.7.	Assistance technique	12
2.8.	Principes de fabrication et de contrôle de cette fabrication.....	12
2.8.1.	Centre de fabrication	12
2.8.2.	Description de la fabrication	12
2.8.3.	Nomenclature des contrôles de fabrication.....	12
2.8.4.	Colle INSTA-STICK	12
2.9.	Détermination de la résistance thermique de la toiture étanchée.....	13
2.10.	Mention des justificatifs	13
2.10.1.	Résultats expérimentaux	13
2.10.2.	Références chantiers.....	13
2.11.	Annexe 1 du Dossier Technique – Schémas de mise en œuvre.....	14
2.11.1.	Tableaux du Dossier Technique	14
2.11.2.	Figures du Dossier Technique.....	19
2.12.	Annexe 2 du Dossier Technique – Tableaux des fixations	20

1. Avis du Groupe Spécialisé

Le procédé décrit au chapitre II « Dossier Technique » ci-après a été examiné le 13 juin 2022 par le Groupe Spécialisé qui a conclu favorablement à son aptitude à l'emploi dans les conditions définies ci-après :

1.1. Domaine d'emploi accepté

1.1.1. Zone géographique

Le procédé « IXXO » est employé en France métropolitaine, en climat de plaine et de montagne (altitude > 900 m).

1.1.2. Ouvrages visés

Les panneaux sont admis en tant que support direct de revêtement d'étanchéité de toitures-terrasses :

- Plates, inclinées et courbes;
- Inaccessibles y compris les chemins de circulation (hors zones techniques, hors rétention temporaire des eaux pluviales).

Ils s'emploient, en travaux neufs, sur les éléments porteurs en :

- Maçonnerie conformes aux NF DTU 20.12 et NF 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.

Ils s'emploient en travaux de réfection sur les éléments porteurs listés précédemment et sur les éléments porteurs en béton cellulaire autoclavé armé.

Les locaux à faible, moyenne, forte et très forte hygrométrie sont visés. Dans ce dernier cas, l'élément porteur est en maçonnerie et les panneaux sont collés à la colle INSTA-STIK. Le principe de fixation mécanique des panneaux isolants n'est pas adapté à la très forte hygrométrie.

Les panneaux sont collés (et éventuellement fixés mécaniquement) sous revêtement apparent autoprotégé.

1.2. Appréciation

1.2.1. Aptitude à l'emploi du procédé

Sécurité en cas d'incendie

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

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

Le classement au feu de l'isolant est donné dans les rapports d'essais cités au paragraphe 2.10.1.

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

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

Les dispositions réglementaires à considérer sont fonction de la destination des locaux, de la nature et du classement de réaction au feu de l'isolant et de son support.

Prévention des accidents 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.

Pose en zones sismiques

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

Isolation thermique

Les arrêtés du 26 octobre 2010 et du 28 décembre 2012 (Réglementation Thermique 2012) et le décret n° 2021-1004 du 29 juillet 2021 et l'arrêté du 4 août 2021 (Réglementation Environnementale 2020) n'imposent pas d'exigences minimales sur la transmission thermique surfacique des parois mais impose une performance énergétique globale du bâti. La vérification du respect de la réglementation thermique s'effectue au cas par cas en utilisant les règles de calculs réglementaires (Th-BCE et Th-bât).

Le § 2.2.2.1.2 du Dossier Technique donne les résistances thermiques du panneau isolant certifiées par l'ACERMI. Il appartiendra à l'utilisateur de vérifier que le certificat ACERMI est toujours valide ; faute de quoi, il y aurait lieu de se reporter aux règles Th-bât pour déterminer la conductivité thermique utile de l'isolant.

Les constructions existantes sont soumises aux dispositions de l'arrêté du 3 mai 2007 modifié le 22 mars 2017, 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-bâtU (Fascicule 4/5), avec le coefficient ponctuel du pont thermique intégré « *X_{fixation}* » indiqué au Dossier Technique.

Aspects sanitaires

Le présent avis est formulé au regard de l'engagement écrit du titulaire de respecter la réglementation, et notamment l'ensemble des obligations réglementaires relatives aux produits pouvant contenir des substances dangereuses, pour leur fabrication, leur intégration dans les ouvrages du domaine d'emploi accepté et l'exploitation de ceux-ci. Le contrôle des informations et déclarations délivrées en application des réglementations en vigueur n'entre pas dans le champ du présent avis. Le titulaire du présent avis conserve l'entière responsabilité de ces informations et déclarations.

Fabrication et contrôle

Cet avis est formulé en prenant en compte les contrôles et modes de vérification de fabrication décrits dans le Dossier Technique. La colle INSTA-STIK (usine de Erstein) est fabriquée et contrôlée par le fournisseur, pour le titulaire du DTA, suivant un cahier des Charges.

1.2.2. Durabilité et entretien

Durabilité

Dans le domaine d'emploi accepté, la durabilité du procédé isolant « IXXO » est satisfaisante.

Entretien

Cf. les normes NF DTU série 43.

1.2.3. Impacts environnementaux

Les panneaux IXXO ne font pas l'objet de Déclaration Environnementale. Ils ne peuvent donc revendiquer aucune performances environnementales particulières.

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

1.3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

- 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 (DPM), ne sont pas visés par ce présent Avis Technique.
- En pose collée en deux lits, seuls les panneaux Panotoit Fibac 2 peuvent être utilisés en lit inférieur.

2. Dossier Technique

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

2.1. Mode de commercialisation

2.1.1. Coordonnées

Le procédé est commercialisé par le titulaire.

Titulaire : Société Saint-Gobain Isover
 Les Miroirs
 18 avenue d'Alsace
 FR-92096 Paris La Défense
 Tél. : 01 47 62 40 00
 Email : isover.fr@saint-gobain.com
 Internet : www.isover.fr

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

2.1.2. Mise sur le marché

Conformément au Règlement UE n° 305/2011 (RPC), 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+A1.

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

2.1.3. Identification

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.

Chaque palette porte une étiquette précisant :

- La marque commerciale ;
- La date de fabrication ;
- Les dimensions ;
- La surface ;
- La conductivité thermique utile certifiée ACERMI ;
- La résistance thermique certifiée ACERMI ;
- La référence de fabrication et d'origine ;
- Le numéro du Document Technique d'Application ;
- Le marquage CE.

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

2.1.4. Stockage

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. 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 revêtement et la protection doivent être réalisés à l'avancement.

2.2. Description

2.2.1. Principe

Les procédé IXXO est composé de panneaux isolants thermiques non porteurs en laine de roche surfacée bitume.

Les panneaux peuvent être posés en :

- Un lit d'isolant IXXO 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, Alphatoit ou Alphatoit 37 sous Document Technique d'Application délivré par le GS 5.2,
 - Lit supérieur : un panneau isolant IXXO.

Les dimensions utiles des panneaux IXXO sont :

- Longueurs : (1 200 ou 1 500 ou 1 760 mm) × largeurs : (1 000 ou 1 200 mm) ;
- Épaisseurs allant de 30 à 130 mm.

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, bois et panneaux à base de bois pour les panneaux de dimensions 1 200 × 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 × 1 000 mm.
- Fixation mécanique (sauf dans le cas de locaux sous-jacents à très forte hygrométrie).

2.2.2. Caractéristiques des composants

2.2.2.1. Panneaux isolants IXXO

Le produit isolant IXXO est constitué de laine de roche imprégnée de résines formophénoliques revêtue, sur la face supérieure, d'une couche de bitume 85/25, ancrée dans des évidements 30 mm × 4 mm × 6 mm (environ 300/m²) pratiqués dans la surface du panneau et recouvert d'un film thermofusible en polypropylène.

2.2.2.1.1. Spécifications du matériau

Voir tableaux 1 en fin de Dossier Technique.

Les modalités d'essai sont celles du « Guide technique UEAtc pour l'agrément des systèmes isolants supports d'étanchéité des toitures plates et inclinées », CPT Commun du *Cahier du CSTB 2662_V2* de juillet 2010, et des normes européennes.

Le produit IXXO est conforme à l'annexe ZA de la norme européenne NF EN 13162+A1.

2.2.2.1.2. Résistances thermiques

Le tableau 2, en fin de Dossier Technique, donne, pour chaque épaisseur, la résistance thermique utile à prendre en compte pour le calcul des coefficients de déperdition thermique. Ces valeurs sont celles du certificat ACERMI n° 02/018/164 en cours de validité. 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 de l'isolant seront calculées en prenant en considération la conductivité thermique indiquée dans les « Règles Th-bât », soit en multipliant par 0,85 la résistance thermique déclarée (RD), soit en utilisant une valeur par défaut (λ_{DTU}).

2.2.2.2. Panneaux isolants utilisés en lits inférieurs d'une isolation en plusieurs lits

Les isolants suivants peuvent être utilisés comme lits inférieurs du panneau IXXO :

- Panotoit Fibac 2 ;
- Panotoit Fibac 2 VV ;
- Alphatoit ;
- Alphatoit 37.

2.2.2.3. Matériaux pour système pare-vapeur

- Conformes aux NF DTU 43.1, NF DTU 43.3, NF DTU 43.4, DTU 43.5 ;
- Systèmes pare-vapeur décrits dans le Document Technique d'Application du revêtement d'étanchéité.

L'écran pare-vapeur et son jointolement sont définis par les DTU de la série 43 ou par le Document Technique d'Application du revêtement.

2.2.2.4. 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 ;
- De la colle INSTA-STIK, sous un revêtement d'étanchéité apparent soudé ou fixé mécaniquement.

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.

2.2.2.5. Colle polyuréthane 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 : HFO ;
- 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.

2.2.2.6. Revêtements d'étanchéité

On utilise les revêtements d'étanchéité sous Document Technique d'Application lorsque la pose en adhérence totale par soudage en plein 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 et 4.

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

2.3. Dispositions de conception

2.3.1. 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, conformément à l'e-cahier *du CSTB 3564* de juin 2006, dans le cas d'éléments porteurs en :

- Béton de granulats courants ;
- Bois et panneaux à base de bois.

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

2.3.2. 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 3 580 Pa (NV65 modifiés) ;
- Élément porteur plan :
 - travaux neufs et de réfection : en maçonnerie, 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 ou en béton cellulaire autoclavé;
- Versants plans établis sur locaux à faible, moyenne, forte ou très forte hygrométrie ;
- Limitation des dimensions des panneaux à 1 200 mm × 1 000 mm.

2.3.3. Cas des éléments porteurs à base de bois sous Document Technique d'Application

Dans le cas d'éléments porteurs à base de bois sous Document Technique d'Application, ce dernier 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.

2.3.4. Cas de la réfection

2.3.4.1. Prescriptions relatives aux supports constitués d'anciens revêtements d'étanchéité

Ce sont d'anciennes étanchéités type asphalte - multicouche traditionnel ou à base de bitume modifié - enduit pâteux et ciment volcanique - membrane synthétique, pouvant être sur différents éléments porteurs : 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 le NF DTU 43.5.

2.3.4.2. Prescriptions relatives aux supports constitués d'une isolation existante

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 du NF DTU 43.5 vis à vis des risques d'accumulation d'eau.

2.3.5. 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.

2.4. Dispositions de mise en œuvre

2.4.1. Généralités

Sauf indication contraire, les prescriptions de mise en œuvre des NF DTU série 43 s'appliquent.

Le revêtement d'étanchéité est mis en œuvre 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 et 4, résument les domaines d'emploi et les exigences de résistance au poinçonnement des revêtements d'étanchéité, dans chacun des cas.

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

On se conformera aux prescriptions au NF DTU de la série 43 concerné, ou à celles des Documents Techniques d'Application particuliers aux revêtements.

2.4.3. Mise en œuvre des panneaux isolants

2.4.3.1. Mode de pose

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

Aucun panneau ne devra être utilisé s'il est humidifié dans son épaisseur. En cas d'orage, les panneaux devront être protégés d'une bâche 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 peut être :

- Fixé mécaniquement, quel que soit l'élément porteur ;
- Collé à la colle INSTA STIK sur élément porteur :
 - en maçonnerie pour des travaux neufs et de réfections (ancien revêtement conservé),
 - en bois et panneaux à base de bois seulement en travaux neufs,
 - en béton cellulaire autoclavé armé en travaux de réfections (ancien revêtement conservé).

2.4.3.2. Fixations

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 $L : 1\ 200 < L \leq 1\ 760$ mm.

Les fixations sont disposées à au moins 10 cm des bords des panneaux.

- Le nombre de fixations par m² 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 fixer mécaniquement les panneaux isolants ont des plaquettes de dimension 60 × 60 mm ou de diamètre Ø 64 mm.

En annexe, les tableaux A, B, C, D, E, F, pour les panneaux de dimensions 1 000 × 1 200 mm et 1 200 × 1 500 mm et les tableaux G et H pour les panneaux de dimensions 1 500 × 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 $\leq 1\,500 \text{ mm}$ et 2 fixations par panneau de longueur $> 1\,500 \text{ mm}$. Les fixations définitives sont celles du revêtement, selon son Document Technique d'Application particulier.

2.4.3.3. 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 § 2.4.3.6.3, seulement en travaux de réfections (anciens revêtements conservés, cf. tableau 8).

2.4.3.4. 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 1 200 N.

Pour le collage à la colle INSTA-STIK :

- Élément porteur en bois : se reporter au § 2.4.3.6.3, seulement en travaux de réfection (anciens revêtements conservés, cf. tableau 8) ;
- Support en panneaux à base de bois : se reporter au § 2.4.3.6.3.

2.4.3.5. Sur éléments porteurs en maçonnerie

La mise en œuvre doit être conforme aux prescriptions du NF DTU 43.1.

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 1 200 N (R_{ns}).

Pour le collage à la colle INSTA-STIK, se reporter au § 2.4.3.6.3.

2.4.3.6. Cas particuliers

2.4.3.6.1. 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 Les NF 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.

Les panneaux Alphatoit et Alphatoit 37 peuvent être utilisés en lit(s) inférieur(s) sous revêtement autoprotégé adhérent. Les panneaux Alphatoit et Alphatoit 37 sont fixés à raison de 1 fixation par panneau.

Le dernier lit en IXXO est fixé mécaniquement avec les densités définies au § 2.4.3.2 selon l'élément porteur concerné.

2.4.3.6.2. 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 $L \geq \sqrt{R/100}$ (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.

2.4.3.6.3. Cas particulier du collage à la colle INSTA-STIK

2.4.3.6.3.1. Généralités

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

Le collage à la colle INSTA-STIK doit être réalisé sur un support sec et dépolvé 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 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 des 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.

2.4.3.6.3.2. 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 × 1 200 mm (cf. figure 1), 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 que les cordons soient éloignés des bords de 15 cm ± 5.

Remarque : Très rapidement après l'application, la colle s'expande. 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 ($W_{adm, sr} = 537$ 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.

2.4.3.6.4. Précautions pour panneaux de grande dimension (> 1500 mm)

Lorsque l'une des dimensions des panneaux dépasse 1 500 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 déhoussées 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 déhoussées 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 déhoussées 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.

2.4.4. 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 et 4.

Les conditions de pose sur isolant laine de roche surfacé bitume figurent dans les DTA particuliers aux revêtements.

Les revêtements bitumineux sont mis en œuvre par soudage.

2.5. Emploi en climat de montagne

Ce procédé peut être employé sous porte-neige dans les conditions prévues par la norme NF DTU 43.11 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.

Nota : Le Cahier du CSTB 2267-2 de septembre 1988 est en cours de révision.

2.6. Entretien

Les recommandations pour l'entretien des toitures-terrasses sont définies dans les annexes dédiées des NF DTU série 43.

2.7. Assistance technique

La mise en œuvre est effectuée par des entreprises d'étanchéité qui peuvent bénéficier, à leur demande, de l'assistance technique de la Société Saint-Gobain Isover, notamment :

- Pour le calcul de la densité – le calepinage des fixations mécaniques sur les éléments porteurs ($W_{adm_{SR}} = 666 \text{ N/fixation}$) ;
 - Pour le calcul de la densité – la répartition des cordons de colle INSTA-STIK sur les éléments porteurs en maçonnerie – béton cellulaire (en travaux de réfection) – 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 ($W_{adm_{sr}} = 537 \text{ N/ml de cordon}$) 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 3 580 Pa maximum.
-

2.8. Principes de fabrication et de contrôle de cette fabrication

2.8.1. 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.

2.8.2. 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 surfaçage au bitume ;
- le découpage ;
- l'emballage.

2.8.3. Nomenclature des contrôles de fabrication

L'autocontrôle est conforme à la norme NF EN 13162+A1.

L'autocontrôle porte notamment sur les points suivants :

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

2.8.4. 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 NF EN 1607 : 2 fois par an.

2.9. Détermination de la résistance thermique de la toiture étanchée

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.

Pour le calcul, il faut prendre en compte la valeur R_{utile} du panneau donnée au § 2.2.2.1.2 du Dossier Technique.

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 :

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

avec :

- U_c : coefficient de déperdition de la toiture en partie courante, sans pont thermique intégré ;
- $\Delta U_{fixation}$: coefficient majorateur de déperdition de la toiture, dû aux ponts thermiques intégrés créés par les fixations :

$$\Delta U_{fixation} = \frac{\sum X_{fixations}}{A}$$

dans laquelle :

- $X_{fixation}$: coefficient ponctuel du pont thermique intégré, en W/K, fixé par le fascicule 4/5 des Règles Th-bât et le CPT Commun de l'e-Cahier du CSTB 3688 (janvier 2011) en fonction du diamètre des fixations :
 - $X_{fixation}$ de \varnothing 4,8 mm = 0,006 W/K
 - $X_{fixation}$ 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 Documents Techniques d'Application particuliers des revêtements d'étanchéité.

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 m ² .K/W
- élément porteur TAN pleine d'épaisseur 0,75 mm - procédé IXXO posé en double lits : 1 ^{er} lit en Alphatoit 37 d'épaisseur 130 mm et 2 nd lit en IXXO 130 mm pour une épaisseur totale 260 mm (2 × 130 mm) ($R_{utile} = 3,30 + 3,50 = 6,80 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$) - pare-vapeur et étanchéité à base de bitume d'épaisseur 8 mm ($R_{utile} = 0,05 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$)	} 6,85 m ² .K/W
Fixations mécaniques \varnothing 4,8 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 $\Delta U_{fixation} = 0,05 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.	
Le coefficient de transmission surfacique global de la toiture : $U_p = U_c + \Delta U_{fixation} = 0,15 + 0,05 = 0,20 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	

Exemple d'un calcul thermique

2.10. Mention des justificatifs

2.10.1. 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 ;
- Absorption d'eau après immersion : rapport de Bureau Veritas Laboratoire n° DME 793501 ;
- Rapport d'essais du CSTB n° TO04-008 du 8 mai 2004 des panneaux IXXO collés à l'INSTA-STIK.

2.10.2. 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.

2.11. Annexe 1 du Dossier Technique – Schémas de mise en œuvre

2.11.1. Tableaux du Dossier Technique

Caractéristiques	Spécifications	Unité	Normes de référence ou observations
Pondérales			
Masse volumique :			
30 ≤ épaisseur ≤ 45 mm	≥ 145 (moyenne 160)	kg/m ³	NF EN ISO 29470 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 surfaçage	1 300 +/- 200	g/m ²	Bitume 85/25
Dimensionnelles			
Longueur	1 200 ou 1 500 ou 1 760 +/- 2	mm	NF EN ISO 29465
Largeur	1 000 ou 1 200 +/- 2	mm	
Épaisseurs	30 à 130 +/- 2 par pas de 5 mm	mm	NF EN 13162+A1
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 13162+A1 (éprouvette de 200 × 200 × e mm ; vitesse de déplacement : 10 mm/min)
Contrainte de rupture en traction	≥ 12 (TR10) (moyenne 22)	kPa	NF EN 13162+A1 Éprouvettes 100 × 100 × e mm.
	≥ 6	kPa	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			
Absorption d'eau à court terme par immersion partielle	WS		NF EN ISO 16535
Absorption d'eau après immersion	12	%	après immersion 96 h à 20°C, rapport d'essai n° DME 793501 Bureau Veritas Laboratoire
(*) 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 1 – Caractéristiques spécifiées

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 2 – Résistance thermique (*)

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 $R \leq 2 \text{ m}^2.\text{K/W}$ I3 si bicouche avec $R > 2 \text{ m}^2.\text{K/W}$	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		

(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 $\leq 70 \text{ mm}$.

(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 le NF DTU 20.12 avec la technique du porte-neige.

(8) Avec des attelages de fixations mécaniques « solides au pas » (§ 2.2.2.4)

R : Résistance thermique de l'isolant.

Tableau 3 – Toitures inaccessibles apparente

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

(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 $\leq 50 \%$. Dans le cas des éléments porteurs en bois ou panneaux à base de bois ainsi que les TAN, ce tableau 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 § 1.3 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 $\leq 70 \text{ mm}$.

(4) Pente minimale conforme aux prescriptions de la norme NF DTU 43.4.

(5) Pente minimale conforme aux prescriptions de la norme NF DTU 43.3.

(6) Pente minimale 1% en climat de montagne selon le DTU 20.12 avec la technique du porte neige.

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

Mode de pose	Panneaux	Fixation des panneaux
Lit(s) inférieur(s)	Panotoit Fibac 2 Panotoit Fibac 2 VV Alphatoit Alphatoit 37	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) (2)

(*) L'épaisseur maximale totale est limitée à 260 mm.
(1) Fixations mécaniques de type « solide aux pas ». Se reporter au § 2.2.2.4 1^{ère} puce.
(2) Pour les toitures courbes, se référer au § 2.4.3.6.2 du Dossier Technique.

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

Mode de pose	Panneaux	Fixation
1^{ère} solution		
1^{ère} solution	Panotoit Fibac 2 Panotoit Fibac 2 VV Alphatoit Alphatoit 37	Fixation(s) mécanique(s) (1) : - 1 / panneau L ≤ 1500 - 2 / panneaux L > 1500
Lit supérieur	IXXO	Fixations mécaniques (cf. NF DTU 43.4) (1)
2^{ème} solution		
Lit inférieur	Panotoit Fibac 2	Fixations mécaniques (cf. normes - DTU 43.1 ou tableaux 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

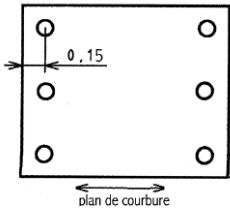
(*) L'épaisseur maximale totale est limitée à 260 mm.
(1) Fixations mécaniques de type « solide aux pas ». Se reporter au § 2.2.2.4 1^{ère} puce.

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

Mode de pose	Panneaux	Fixation
1^{ère} solution		
Lit(s) inférieur(s)	Panotoit Fibac 2 Panotoit Fibac 2 VV Alphatoit Alphatoit 37	Fixation(s) mécanique(s) 1 / panneau L ≤ 1500 préalable(s) : 2 / panneau L > 1500
Lit supérieur	IXXO	Fixations mécaniques (cf. normes - DTU 43.1 ou tableaux en annexe)
2^{ème} solution		
Lit inférieur	Panotoit Fibac 2	Fixations mécaniques (cf. normes - DTU 43.1 ou tableaux 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
3^{ème} solution pour les locaux à très forte hygrométrie		
Lit inférieur	Panotoit Fibac 2	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 5.3 – Conditions d'emploi en plusieurs lits (*) sur maçonnerie

Épaisseur	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	6 fixations par panneaux : 
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		55	5	

(1) Avec des attelages solides au pas (§ 2.2.2.4).

(2) Nervures du bac acier perpendiculaires au plan de courbure.

Tableau 6 – Densité des fixations**Tableau 7 – Densité de colle INSTA-STIK par panneau IXXO de 1200 x 1000 mm, bâtiments à versants plans**Wad_{sr} = 537 N / ml cordon

D : Écartement des cordons de Ø 20 mm

N : Site normal

E : Site exposé

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 7.1 - 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					
	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 7.2 - 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	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 7.3 - Éléments porteurs maçonnerie – travaux neufs et de réfection – béton cellulaire en travaux de réfection – bâtiments fermés et ouverts

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

Les cases grisées correspondent à des exclusions d'emploi.

(1) Anciens revêtements conservés selon le NF 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 NF 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) § 2.4.3 du Dossier Technique.

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

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

2.11.2. Figures du Dossier Technique

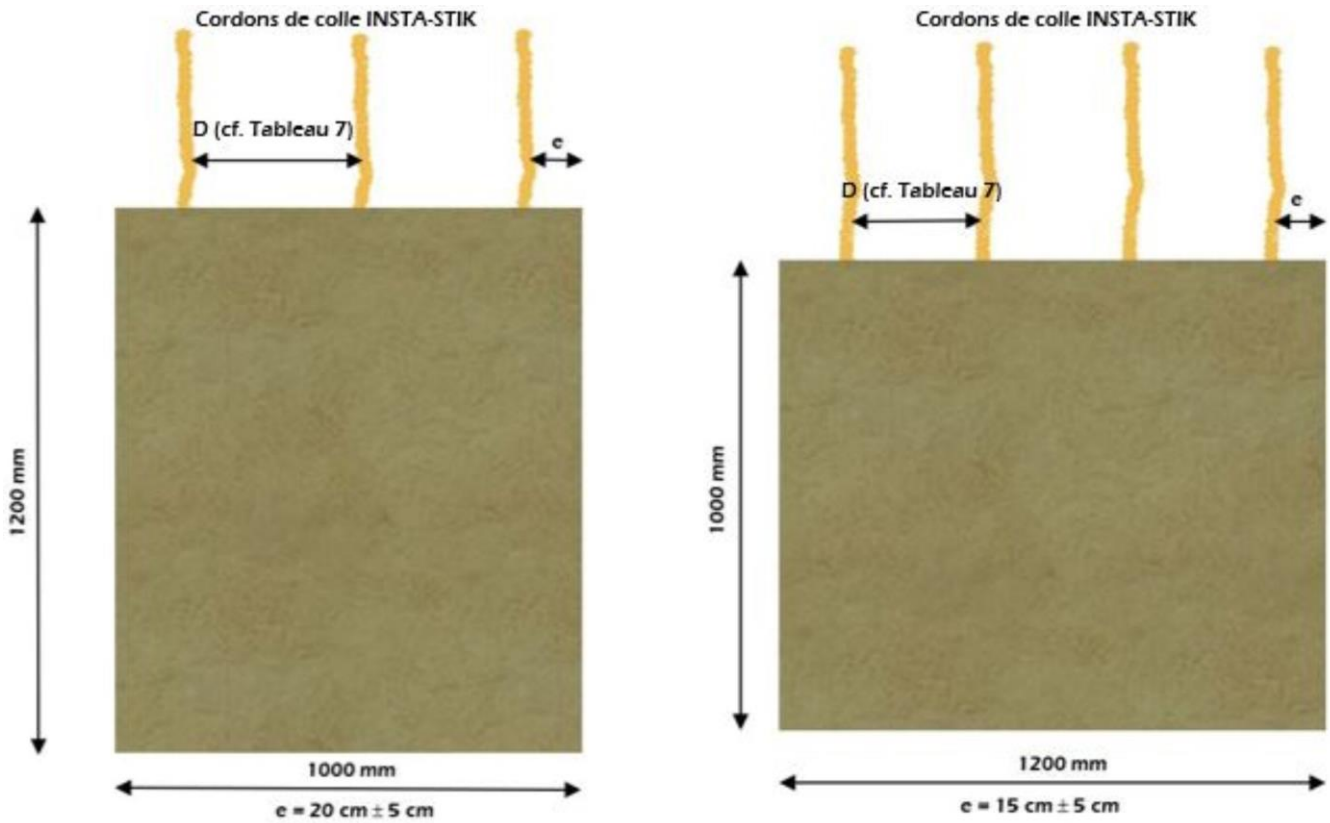


Figure 1 – Répartition des cordons de colle $\varnothing 20$ mm en partie courante

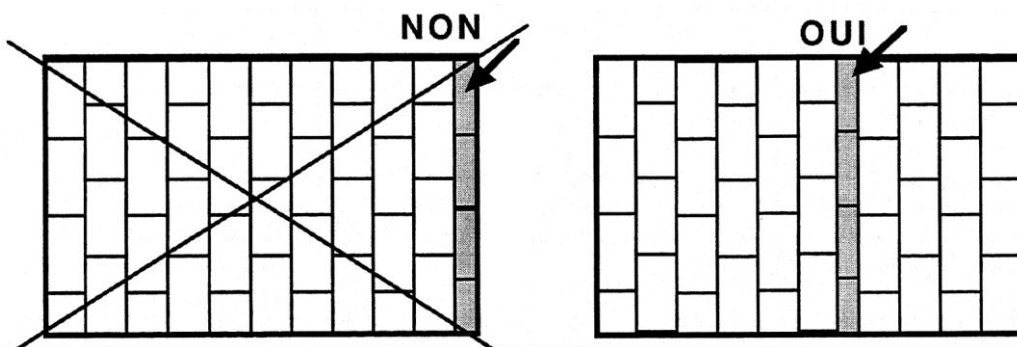


Figure 2 – Principe de pose des panneaux coupés collés (colle INSTA-STIK)

2.12. Annexe 2 du Dossier Technique – Tableaux des fixations

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

Nombre de fixations par panneau de 1 000 × 1 200 mm (D_{sr}), avec :

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

- attelage fixation « plaquette + élément de liaison » : $R_{ns} \geq 1\,200$ N.

Fixation « solide au pas » avec des plaquettes de dimension 60 × 60 mm ou Ø 64 mm

N : Site normal

E : Site exposé

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.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	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

Tableau A.2 Bâtiments ouverts – travaux neufs et réfection, 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	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

Tableau A.3 Bâtiments fermés – travaux de réfection 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) et bâtiments fermés et ouverts – travaux neufs et réfections, sur béton et béton cellulaire

Tableaux B – Fixations mécaniques solides au pas du panneau IXXO 1000 mm × 1200mm - Bâtiments à versants courbes

Nombre de fixations par panneau de 1 000 × 1 200 mm (D_{sr}), avec :

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

- attelage fixation « plaquette + élément de liaison » : $R_{ns} \geq 1\,200$ N.

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

N : Site normal

E : Site exposé

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.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	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

Tableau B.2 - Bâtiments ouverts – travaux neufs et de réfection, 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	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

Tableau B.3 - Bâtiments fermés – travaux de réfection 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) et bâtiments fermés et ouverts – travaux neufs et de réfection, sur béton et béton cellulaire

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

Nombre de fixations par panneau de 1 200 × 1 200 mm (D_{sr}), avec :

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

- attelage fixation « plaquette + élément de liaison » : $R_{ns} \geq 1\,200$ N.

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

N : Site normal

E : Site exposé

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.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	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

Tableau C.2 - Bâtiments ouverts – travaux neufs et de réfection, 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	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

Tableau C.3 - Bâtiments fermés – travaux de réfection 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) et bâtiments fermés et ouverts – travaux neufs et réfections, sur béton et béton cellulaire

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

Nombre de fixations par panneau de 1 200 × 1 200 mm (D_{sr}), avec :

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

- attelage fixation « plaquette + élément de liaison » : $R_{ns} \geq 1\,200$ N.

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

N : Site normal

E : Site exposé

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.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	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

Tableau D.2 - Bâtiments ouverts – travaux neufs et de réfection, 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	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

Tableau D.3 - Bâtiments fermés – travaux de réfection 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) et bâtiments fermés et ouverts – travaux neufs et de réfection, sur béton et béton cellulaire

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

Nombre de fixations par panneau de 1 500 × 1 200 mm (D_{sr}), avec :

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

- attelage fixation « plaquette + élément de liaison » : $R_{ns} \geq 1\,200$ N.

Fixation « solide au pas » avec des plaquettes de dimension 60 × 60 mm ou Ø 64 mm.

N : Site normal

E : Site exposé

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.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	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

Tableau E.2 - Bâtiments ouverts – travaux neufs et de réfection, 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	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

Tableau E.3 - Bâtiments fermés – travaux de réfection 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) et bâtiments fermés et ouverts – travaux neufs et réfections, sur béton – travaux de réfections sur béton cellulaire

Tableaux F – Fixations mécaniques solides au pas du panneau IXXO 1500 mm × 1200 mm - Bâtiments à versants courbes

Nombre de fixations par panneau de 1 500 × 1 200 mm (D_{sr}), avec :

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

- attelage fixation « plaquette + élément de liaison » : $R_{ns} \geq 1\,200$ N.

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

N : Site normal

E : Site exposé

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.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	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

Tableau F.2 Bâtiments ouverts – travaux neufs et de réfection, 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	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

Tableau F.3 Bâtiments fermés – travaux de réfection 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) et bâtiments fermés et ouverts – travaux neufs et de réfection sur béton – travaux de réfections sur béton cellulaire

Tableaux G – Fixations mécaniques solides au pas du panneau IXXO 1760 mm × 1200 mm - Bâtiments à versants plans

Nombre de fixations par panneau de 1 760 × 1 200 mm (D_{sr}), avec :

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

- attelage fixation « plaquette + élément de liaison » : $R_{ns} \geq 1\,200$ N.

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

N : Site normal

E : Site exposé

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.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	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

Tableau G.2 - Bâtiments ouverts – travaux neufs et de réfection, 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	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

Tableau G.3 - Bâtiments fermés – travaux de réfection 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) et bâtiments fermés et ouverts – travaux neufs et de réfection, sur béton et béton cellulaire

Tableaux H – Fixations mécaniques solides au pas du panneau IXXO 1760 mm × 1200 mm - Bâtiments à versants courbes

Nombre de fixations par panneau de 1 760 × 1 200 mm (D_{sr}), avec :

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

- attelage fixation « plaquette + élément de liaison » : $R_{ns} \geq 1\,200$ N.

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

N : Site normal

E : Site exposé

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.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	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

Tableau H.2 Bâtiments ouverts – travaux neufs et de réfection, 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	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	10	11	10	13	12	15	15	17

Tableau H.3 Bâtiments fermés – travaux de réfection 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) et bâtiments fermés et ouverts – travaux neufs et de réfection, sur béton et béton cellulaire