

Sur le procédé

SmartRoof B

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

Titulaire(s) : **Société KNAUF INSULATION SAS**

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
V5	<p>Cette version intègre les modifications suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Possibilité de n'avoir qu'une fixation préalable pour les panneaux de dimensions 1 200 × 2 000 mm et 600 × 2 400 mm traversés par les fixations de la membrane ; • Ajout de la possibilité de mettre le pare-vapeur SmartPhonic, conforme au DTU 43.3, sur TAN ; • Suppression des éléments porteurs neuf en dalles de béton cellulaire autoclavé armé. 	MINON Anouk	DRIAT Philippe
V4	Cette version proroge le Document Technique d'Application 5.2/19-2661_V3 d'un an.	MINON Anouk	DRIAT Philippe

Descripteur :

Le procédé « SmartRoof B » est constitué de panneaux isolants thermiques non porteurs en laine minérale de roche nue, de dimensions utiles :

- Largeur × Longueur :
 - 1 000 × 1 200 mm ou 1 200 × 2000 mm,
 - 1 200 × 2 400 mm ou 600 × 2 400 mm,
- Épaisseurs allant de 40 à 200 mm pour l'usine de Skofja Loka ;
- Épaisseurs allant de 60 à 260 mm pour l'usine d'Illange.

Ces panneaux s'emploient en :

- Un lit d'épaisseur maximale 260 mm ;
- Deux lits d'épaisseur maximale 260 mm.

Ces panneaux sont admis en tant que support direct de revêtements d'étanchéité de toiture -terrasse plates et inclinées inaccessibles, y compris les chemins de circulation, en climat de plaine et de montagne, sur éléments porteurs neufs en :

- Maçonnerie, pentes conformes aux normes NF DTU 20.12, NF DTU 43.1 et NF DTU 43.11 y compris la pente nulle uniquement en climat de plaine ;
- Tôles d'acier nervurées conformes à la NF DTU 43.3 et son amendement A1 ou à leurs DTA particuliers,
- Tôles d'acier nervurées dont l'ouverture haute de nervure (Ohn) est supérieure à 70 mm et inférieure ou égale à 170 mm, conformes au CPT commun du Cahier du CSTB 3537_V2 de janvier 2009 (cf. Tableau 5),
- Bois et panneaux à base de bois conformes à la norme NF DTU 43.4 P1-1 ou bénéficiant d'un Document Technique d'Application favorable ou panneaux CLT bénéficiant d'un Document Technique d'Application.

Il s'emploie en travaux de réfection selon la norme NF DTU 43.5 sur les éléments porteurs listés ci-dessus et sur les éléments porteurs en dalles de béton cellulaire autoclavé armé.

Les revêtements d'étanchéités sont posés en apparents et fixés mécaniquement avec des fixations solides au pas.

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
2.2.	Description.....	6
2.2.1.	Principe.....	6
2.2.2.	Caractéristiques des composants.....	6
2.3.	Dispositions de conception	7
2.3.1.	Prescriptions relatives aux éléments porteurs	7
2.3.2.	Attelages de fixations mécaniques des panneaux isolants et/ou du revêtement d'étanchéité	8
2.3.3.	Prescriptions relatives aux supports constitués d'anciens revêtements d'étanchéité	8
2.3.4.	Intervention des autres entreprises.....	8
2.3.5.	Cas de la réfection	9
2.4.	Dispositions de mise en œuvre	9
2.4.1.	Conditions d'emploi.....	9
2.4.2.	Mise en œuvre du pare-vapeur.....	9
2.4.3.	Mise en œuvre des panneaux isolants.....	9
2.4.4.	Pose sous revêtements fixés mécaniquement.....	10
2.4.5.	Cas particulier des toitures courbes.....	10
2.4.6.	Mise en œuvre du revêtement d'étanchéité	10
2.4.7.	Emploi en climat de montagne sous porte-neige.....	10
2.5.	Entretien	10
2.6.	Assistance technique.....	11
2.7.	Principes de fabrication et de contrôle de cette fabrication.....	11
2.7.1.	Centre de fabrication.....	11
2.7.2.	Description de la fabrication.....	11
2.7.3.	Contrôles de fabrication	11
2.8.	Détermination de la résistance thermique utile	12
2.9.	Mention des justificatifs.....	13
2.9.1.	Résultats expérimentaux	13
2.9.2.	Références chantiers	13
2.10.	Annexe du Dossier Technique – Tableaux et schémas de mise en œuvre.....	14
2.10.1.	Tableaux du Dossier Technique	14
2.10.2.	Figure du Dossier Technique	16

1. Avis du Groupe Spécialisé

Le procédé décrit au chapitre 2 « Dossier Technique » ci-après a été examiné le 03/07/2024 par le Groupe Spécialisé n° 5.2 qui a conclu favorablement à son aptitude à l'emploi dans les conditions définies ci-après :

1.1. Domaine d'emploi accepté

1.1.1. Zone géographique

Le procédé « SmartRoof B » est employé en France métropolitaine, en climat de plaine et de montagne sous porte -neige, uniquement sur élément porteur en maçonnerie (cf. § 2.4.7).

1.1.2. Ouvrages visés

Ces panneaux sont admis en tant que support direct de revêtements d'étanchéité de toiture -terrasse plates et inclinées inaccessibles y compris les chemins de circulation, sur éléments porteurs neufs en :

- Maçonnerie, pentes conformes aux normes NF DTU 20.12, NF DTU 43.1 et NF DTU 43.11 y compris la pente nulle uniquement en climat de plaine,
- Tôles d'acier nervurées conformes à la NF DTU 43.3 et son amendement A1 ou à leurs DTA particuliers ;
- Tôles d'acier nervurées d'ouverture haute de nervure (Ohn) > 70 mm et ≤ 170 mm conformes au Cahier du CSTB 3537_V2 de janvier 2009 (cf. Tableau 5) ;
- Bois et panneaux à base de bois conformes à la norme NF DTU 43.4 P1-1 ou bénéficiant d'un Document Technique d'Application favorable ou panneaux CLT ou caisson bénéficiant d'un Document Technique d'Application.

Le procédé s'emploie en travaux de réfection, selon la norme NF DTU 43.5, sur les éléments porteurs listés ci-dessus et sur les dalles en béton cellulaire autoclavé armé.

Les revêtements d'étanchéité sont posés en apparents et fixés mécaniquement avec des fixations solides au pas.

Les locaux à faible, moyenne et forte hygrométrie sont visés.

1.2. Appréciation

1.2.1. Aptitude à l'emploi du procédé

Stabilité

La stabilité de l'ouvrage peut être normalement assurée dans le cadre des prescriptions du Dossier Technique.

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

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 intérieur

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

Prévention des accidents lors de la mise en œuvre

Le procédé dispose d'une Fiche de Données de Sécurité (FDS). L'objet de la FDS est d'informer l'utilisateur de ce procédé sur les dangers liés à son utilisation et sur les mesures préventives à adopter pour les éviter, notamment par le port d'Équipements de Protection Individuelle (EPI) ou les formations appropriées pour l'utilisation des produits. La FDS est disponible sur demande auprès de la Société Knauf Insulation SAS.

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 imposent une performance énergétique globale du bâti.

La vérification du respect de la réglementation thermique s'effectue au cas par cas en utilisant les règles de calculs réglementaires (Th-bât).

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

De plus, sur élément porteur en tôles d'acier nervurées, l'influence des fixations mécaniques du panneau SmartRoof B et/ou du revêtement d'étanchéité fixé mécaniquement est à prendre en compte conformément aux dispositions prévues dans les Règles Th-Bât (fascicule 4/5), complétées par celles du Cahier des Prescriptions Techniques communes « Ponts thermiques intégrés courants des toitures métalliques étanchées » (e-Cahier du CSTB 3688 de janvier 2011).

Les constructions existantes sont soumises aux dispositions de l'arrêté du 22 mars 2017, relatif aux caractéristiques thermiques et à la performance énergétique des bâtiments existants, qui définit la résistance thermique totale minimum que la paroi doit respecter lorsqu'il est applicable.

Aspects sanitaires

Le présent Avis est formulé au regard de l'engagement écrit du titulaire de respecter la réglementation, et notamment l'ensemble des obligations réglementaires relatives aux 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.

1.2.2. Durabilité et entretien

Durabilité

Dans le domaine d'emploi accepté, la durabilité du procédé isolant SmartRoof B est satisfaisante.

Entretien

Cf. les normes NF DTU série 43.

1.2.3. Impacts environnementaux

Le produit Smartroof B fait l'objet de Fiches de Déclaration Environnementale et Sanitaire (FDES) individuelles.

Ces FDES ont été établies le 13/05/2022 ou le 22/08/2023 et ont fait l'objet d'une vérification par tierce partie indépendante selon l'arrêté du 31 août 2015 et sont déposées sur le site www.inies.fr

Les données issues des FDES 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.

Il est rappelé que ces FDES n'entrent pas dans le champ d'examen d'aptitude à l'emploi du produit (procédé).

1.3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

- a. Les terrasses techniques et les zones techniques, et leurs chemins d'accès s'ils sont considérés comme « techniques » dans les Documents Particuliers du Marché, ne sont pas visés par ce présent Document Technique d'Application.
- b. Comme pour tous les panneaux isolants de classe B, les chemins de circulation ne permettent d'accéder qu'à des appareils ou installations au sens du § 3.2.1 du NF DTU 43.1 P1-1 de toitures inaccessibles, pour entretien.

2. Dossier Technique

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

2.1. Mode de commercialisation

2.1.1. Coordonnées

Titulaire et Société Knauf Insulation SAS
 Distributeur : 155 rue Anatole France
 FR – 92300 Levallois-Perret
 Tél. : 01 41 27 90 61
 Internet : www.knaufinsulation.fr

2.1.2. Mise sur le marché

Conformément au Règlement UE n°305/2011 (RPC), le procédé SmartRoof B fait l'objet d'une Déclaration des performances (DdP) établie par le fabricant par la Société Knauf Insulation SAS sur la base de l'annexe ZA 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 sous-colisés puis emballés sous film polyéthylène thermo-rétracté. La hauteur maximale des palettes de panneaux SmartRoof B est de 1,30 m, leur poids maxi est de 562 kg. Chaque colis ou palette porte une étiquette précisant :

- La marque commerciale ;
- Les dimensions ;
- La surface ;
- La conductivité thermique et la résistance thermique déclarées ;
- La réaction au feu (Euroclasse) ;
- L'usine de fabrication ;
- La date de fabrication ;
- Le numéro du Document Technique d'Application ;
- Le marquage CE avec le numéro de la Déclaration de Performance ;
- Le logo et le numéro du certificat ACERMI.

2.2. Description

2.2.1. Principe

Le procédé « SmartRoof B » est constitué de panneaux isolants thermiques non porteurs en laine minérale de roche nue, de dimensions utiles :

- Largeur × Longueur :
 - 1 200 × 1 000 mm ou 1 200 × 2 000 mm,
 - 1 200 × 2 400 mm ou 600 × 2 400 mm
- Épaisseurs allant de 40 à 200 mm pour l'usine de Skofja Loka ;
- Épaisseurs allant de 60 à 260 mm pour l'usine d'Illange.

Ces panneaux s'emploient en :

- Un lit d'épaisseur maximale 260 mm ;
- Deux lits d'isolant d'épaisseur maximale 260 mm.

Le lit inférieur peut être en SmartRoof B ou SmartRoof C. La classe de compression de ces complexes est B.

Chaque panneau dispose d'un marquage (ligne) sur la face supérieure. Sur tôles d'acier nervurées, cette ligne doit être parallèle aux nervures (cf. figures 1 et 2).

2.2.2. Caractéristiques des composants

2.2.2.1. Panneau isolant SmartRoof B

Le produit SmartRoof B est constitué de fibres de roche diabase ensimées de résines phénoliques. La face supérieure des panneaux est repérée par un marquage permettant son orientation (cf. figures 1 et 2).

2.2.2.1.1. Caractéristiques du SmartRoof B

Les caractéristiques spécifiées sont précisées dans le tableau 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 matériau est conforme à l'annexe ZA de la norme européenne NF EN 13162+A1.

2.2.2.1.2. Résistances thermiques

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° 19/016/1383 en cours de validité pour les épaisseurs comprises entre 40 et 260 mm. Il appartiendra à l'utilisateur de se référer au certificat ACERMI en cours de validité.

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-Bât en vigueur, soit la valeur tabulée par défaut de la conductivité thermique (λ_{DTU}), soit en multipliant par 0,85 la résistance thermique déclarée (R_D).

2.2.2.1.3. Épaisseur minimum sur TAN

Sur tôles d'acier nervurées conformes 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 40 mm.

Sur tôles d'acier nervurées dont l'ouverture haute de nervure (Ohn) est supérieure à 70 mm et inférieure ou égale à 170 mm, conformes au CPT commun du Cahier du CSTB 3537_V2 de janvier 2009, l'épaisseur minimale du panneau isolant SmartRoof B est définie au tableau 5.

2.2.2.2. Matériaux pour pare-vapeur

- Conformes aux normes NF DTU 43.1, NF DTU 43.3, NF DTU 43.4, NF DTU 43.11 et NF 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'ancien Avis Technique des dalles de béton cellulaire autoclavé ;
- Systèmes pare-vapeur décrits dans le Document Technique d'Application du revêtement d'étanchéité ;
- Pare-vapeur SmartPhonic, constitué d'un voile de verre de 230 g/m² et d'une feuille d'aluminium de 40 µm, conforme au NF DTU 43.3 et son amendement A1.

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

En travaux de réfection, les anciens revêtements tels que enduits pâteux - ciment volcanique - membranes synthétiques nécessitent la pose d'un nouveau pare-vapeur, prescrit par la norme NF DTU 43.5 (cf. tableau 4).

2.2.2.3. Matériaux d'étanchéité

On utilise les revêtements d'étanchéité sous Document Technique d'Application lorsque la pose sur isolant en laine minérale nue est prévue.

Les attelages de fixations mécaniques du revêtement semi-indépendant sont de type solide au pas (cf. § 2.2.2.4).

Les limites d'emploi et les prescriptions concernant les performances des revêtements d'étanchéité selon l'emploi en toitures inaccessibles figurent au tableau 3 en fin de Dossier Technique.

2.2.2.4. Accessoires de fixation de l'isolant

On utilise des attelages de fixations mécaniques, éléments de liaison et plaquettes solides au pas, conformes aux normes NF DTU 43.3 sur tôles d'acier nervurées, NF DTU 43.4 sur éléments porteurs en bois et à base de bois ainsi qu'au CPT Commun de l'e-Cahier du CSTB 3564 « Résistance au vent des isolants, supports de systèmes d'étanchéité de toitures » de juin 2006, qui définit la classe minimum de résistance à la corrosion des attelages.

Les fixations à rupture de pont thermique sont composées d'un fût polyamide PA6 de rondelle de diamètre 70 mm et d'une vis auto-perceuse en fil d'acier de cémentation selon NF EN 10263-3 ou en fil d'acier inoxydable selon NF EN 10263-5. Se référer au tableau 3bis en fin de Dossier Technique.

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 répondant à la norme NF P 30 317 satisfont à cette condition.

2.3. Dispositions de conception

2.3.1. Prescriptions relatives aux éléments porteurs

2.3.1.1. Éléments porteurs en maçonnerie

Les éléments porteurs en maçonnerie sont conformes aux normes NF DTU 20.12, NF DTU 43.1 et NF DTU 43.11.

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 éléments porteurs de type D, ni l'isolant, ni le revêtement d'étanchéité ne peuvent être fixés mécaniquement.

En outre, les fixations mécaniques sont prohibées sur des locaux à très forte hygrométrie.

2.3.1.2. Eléments porteurs en tôles d'acier nervurées

Les éléments porteurs en tôles d'acier nervurées d'ouverture haute de nervure ($O_{hn} \leq 70$ mm) sont conformes à la norme NF DTU 43.3 ou à leurs Avis Techniques particuliers.

Les éléments porteurs en tôles d'acier nervurées d'ouverture haute de nervure ($O_{hn} > 70$ mm et ≤ 170 mm) sont conformes aux prescriptions du Cahier du CSTB 3537_V2 de janvier 2009 ou à leurs Avis Techniques particuliers.

2.3.1.3. Eléments porteurs en bois massif ou en panneaux à base de bois

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

Pour les autres cas, le Document Technique d'Application 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 NV65 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

2.3.2. Attelages de fixations mécaniques des panneaux isolants et/ou du revêtement d'étanchéité

- a. L'emploi d'attelages de fixations mécaniques pour la liaison des panneaux isolants, et/ou celle du revêtement d'étanchéité, doit être précédé d'une vérification systématique des valeurs d'ancrage des fixations envisagées, conformément au CPT Commun de l'e-Cahier du CSTB 3564 de juin 2006, dans le cas de supports en :
 - o béton de granulats courants,
 - o béton cellulaire autoclavé armé,
 - o bois et panneaux à base de bois.
- b. L'usage de fixation mécanique est exclu au-dessus de locaux à très forte hygrométrie ($W/n > 7,5$ g/m³).
- c. Les attelages de fixations mécaniques doivent être du type « 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. Ces attelages sont munis d'un dispositif empêchant le dépassement de l'élément de liaison (vis par exemple) au-dessus de la plaquette ou rondelle de répartition. Les attelages répondant à la norme NF P 30-317 satisfont à cette condition.

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

Ce sont d'anciens revêtements d'étanchéité en asphalte, de type multicouche avec bitume oxydé ou monocouche / bicouche avec bitume modifié, ou de type ciment volcanique – enduit pâteux et membrane synthétique, pouvant être fixés (cf. tableau 4) :

- Soit sur les éléments porteurs décrits au § 2.3.1 et sur les dalles en béton cellulaire autoclavé armé ;
- Soit sur isolants fixés sur ces mêmes éléments.

Les critères de conservation et de préparation de ces anciens revêtements d'étanchéité et des autres éléments de toiture (éléments porteurs, pare-vapeur, isolant thermique), sont définis dans la norme NF DTU 43.5 (cf. tableau 4).

2.3.4. Intervention des autres 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, sauf pour l'entretien des équipements admis en toiture inaccessible.

2.3.5. Cas de la réfection

2.3.5.1. Fixations mécaniques préalables des panneaux et définitives du revêtement d'étanchéité

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 au Cahier du CSTB 3564 de juin 2006, dans le cas de supports en :

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

2.3.5.2. Addendum

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

2.4. Dispositions de mise en œuvre

2.4.1. Conditions d'emploi

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'intempéries, les panneaux devront être protégés d'une bâche ou, mieux, avoir été recouverts par la première couche d'étanchéité dès leur pose. Dans le cas où la surface seule du panneau est légèrement humide, un séchage est nécessaire, avant la pose de la première couche d'étanchéité.

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

2.4.2. Mise en œuvre du pare-vapeur

2.4.2.1. Sur éléments porteurs en maçonnerie

On se conformera aux prescriptions de la norme NF DTU 43.1 ou à celles des Documents Techniques d'Application particuliers aux revêtements.

2.4.2.2. Sur éléments porteurs en tôles d'acier nervurées

On se conformera aux prescriptions du NF DTU 43.3 P1+A1 ou à celles des Documents Techniques d'Application particuliers aux revêtements.

Pare-vapeur SmartPhonic (cf. § 2.2.2.2)

Sur tôles d'acier nervurées à plages pleines, le pare-vapeur SmartPhonic permet de répondre aux prescriptions de la norme NF DTU 43.3+A1 dans le cas de locaux à forte hygrométrie. Les locaux à très forte hygrométrie ne sont pas visés dans ce document.

Sur tôles d'acier nervurées à plages perforées ou crevées, un pare-vapeur est obligatoire.

Il est déroulé à sec sur les tôles d'acier nervurées, face aluminium au-dessus, avec un recouvrement de 0,10 m conforme au NF DTU 43.3 P1-1. Les lès sont jointoyés par une bande d'étanchéité adhésive (largeur de 50 à 300 mm) en caoutchouc butyl sur un support aluminium renforcé de type COBAND (Société L.R. ETANCO). La résistance au cisaillement du joint (VLF) est ≥ 75 N / 50 mm selon NF EN 12317-2.

Il est raccordé aux ouvrages particuliers (périphérie, émergences, pénétrations diverses) à l'aide d'une bande d'étanchéité adhésive (largeur de 50 à 300 mm, référencée COBAND de la Société L.R. ETANCO).

2.4.2.3. Sur éléments porteurs en bois et à base de bois

On se conformera aux prescriptions du NF DTU 43.4 P1 ou à celles des Documents Techniques d'Application particuliers aux revêtements.

2.4.2.4. Sur anciens revêtements

On se conformera aux prescriptions de la norme NF DTU 43.5 (cf. tableau 4).

2.4.3. Mise en œuvre des panneaux isolants

2.4.3.1. Généralités

- Sauf indication contraire, les prescriptions de mise en œuvre de la norme NF DTU série 43 s'appliquent ;
- Les panneaux ayant un poids supérieur à 25 kg doivent être manutentionnés par 2 personnes. Cette information est précisée sur l'étiquette sur la palette ;
- Les panneaux sont disposés en quinconce et fixés à l'élément porteur selon les prescriptions du tableau 3 ;
- Les panneaux sont disposés en quinconce, jointifs et préalablement fixés selon les dispositions définies ci-après ;

- Dans le cas d'une pose en deux lits, les panneaux des lits supérieurs seront disposés en quinconce, par rapport au lit inférieur.

2.4.3.1.1. Cas des éléments porteurs en tôles d'acier nervurées conformes au NF DTU 43.3

Se reporter au tableau 3 du Dossier Technique (§ 2.10.1).

L'ensemble des prescriptions de la norme NF DTU 43.3 s'applique.

Lors de la pose du premier lit, le joint filant sera perpendiculaire aux nervures des bacs en tôles d'acier nervurées, quels que soient les bacs.

La ligne imprimée sur le dessus des panneaux devra être parallèle aux nervures (cf. figures 1 et 2).

2.4.3.1.2. Cas des éléments porteurs en tôles d'acier nervurées ouverture haute de nervure > 70 mm conformes au Cahier du CSTB 3537_V2 de janvier 2009

Se reporter au tableau 5 du Dossier Technique (§ 2.10.1).

L'épaisseur minimale d'isolant est définie au tableau 5 en fonction de l'ouverture haute de nervure (Ohn).

La ligne continue marquée sur le panneau est obligatoirement parallèle aux nervures des TAN (cf. figures 1 et 2).

2.4.3.1.3. Cas des éléments porteurs en bois ou panneaux à base de bois

Se reporter au tableau 3 du Dossier Technique (§ 2.10.1).

2.4.3.1.4. Cas des éléments porteurs en maçonnerie

Se reporter au tableau 3 du Dossier Technique (§ 2.10.1).

La mise en œuvre doit être conforme aux prescriptions du NF DTU 43.1 P1 ou du Document Technique d'Application du revêtement d'étanchéité.

L'isolation thermique des relevés d'étanchéité doit être réalisée selon le cahier du CSTB 3741_V2 de janvier 2020.

2.4.4. Pose sous revêtements fixés mécaniquement

Se reporter au tableau 3 du Dossier Technique (§ 2.10.1).

Les panneaux sont fixés préalablement par au moins 1 fixation centrale solide au pas sur versants plans, ou 2 fixations solides au pas sur versants plans dans le cas où les panneaux ne seront pas traversés par les fixations de la membrane.

Les fixations sont conformes aux § 2.2.2.4 du présent Dossier Technique.

Les fixations solides au pas définitives sont celles définies dans le Document Technique d'Application particulier du revêtement.

2.4.5. Cas particulier des toitures courbes

Dans le cas des toitures courbes, l'isolant est fixé mécaniquement, il doit être découpé ou présenter des saignées. La largeur maximale des bandes ou saignées ainsi créées ne doit pas excéder la valeur $L \leq \sqrt{(R / 50)}$ avec un minimum de 4 fixations par panneau.

Lorsque cette dimension est ≤ 30 cm, les fixations seront alignées en partie centrale de la bande.

Compte tenu de la surface des bandes ou saignées, le nombre de fixations solides au pas respectera au minimum celui prévu par les NF DTU 43.3 P1-1 et NF DTU 43.4 P1-1.

2.4.6. Mise en œuvre du revêtement d'étanchéité

Le revêtement d'étanchéité doit être appliqué sur l'isolant sec, conformément au § 2.4.3.1.

Les prescriptions de performance de résistance à l'indentation « I », du classement FIT, selon les emplois figurent sur le tableau 3.

Les revêtements sont mis en œuvre conformément à leur Document Technique d'Application visant l'emploi sur la laine de roche nue.

Les revêtements d'étanchéité sont posés fixés mécaniquement avec des attelages solides au pas. L'interposition d'un écran d'indépendance est cependant inutile sous revêtement indépendant ou fixé mécaniquement.

2.4.7. Emploi en climat de montagne sous porte-neige

Associé à un porte-neige, ce procédé peut être employé en partie courante dans les conditions prévues par la norme NF DTU 43.11 (Avril 2014) sur les éléments porteurs en maçonnerie,

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

Le porte-neige est toujours liaisonné à la charpente.

2.5. Entretien

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

2.6. Assistance technique

La Société Knauf Insulation SAS apporte une assistance technique sur demande de l'entreprise de pose.

2.7. Principes de fabrication et de contrôle de cette fabrication

2.7.1. Centre de fabrication

La fabrication est effectuée dans les usines Knauf Insulation de Skofja Loka en Slovénie et d'Illange en France. Ces 2 sites de fabrication sont certifiés ISO 9001 et ISO 14001.

2.7.2. 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 découpage ;
- L'emballage et la palettisation.

2.7.3. Contrôles de fabrication

L'autocontrôle réalisé conformément à la norme NF EN 13162, fait l'objet d'un suivi dans le cadre du marquage CE, de la certification Acemi. Cet autocontrôle est suivi par la Société Knauf Insulation SAS.

L'autocontrôle porte notamment sur les points suivants :

Sur chaîne de fabrication

- Température de fusion ;
- Quantité de résine (l/h) ;
- Masse volumique ;
- Masse et aspects.

Sur produits finis

- Toutes les 2 heures : épaisseur, longueur, largeur, équerrage, masse volumique ;
- Toutes les 8 heures : compression à 10 % de déformation, traction perpendiculaire ;
- Toutes les 24 heures : conductivité thermique ;
- Tous les mois : absorption d'eau à court terme, absorption d'eau à long terme ;
- Tous les 2 ans selon EN 13501-1 : Réaction au feu ;
- À raison de 3 épaisseurs de panneaux par trimestre, épaisseurs mini – intermédiaire – maxi fabriquées : charges statiques concentrées de rupture en porte-à-faux selon § 5 du Cahier du CSTB 3537_V2.

2.8. Détermination de la résistance thermique utile

Pour les bâtiments répondant aux exigences de la Réglementation Thermique en vigueur, il y a lieu de se référer aux Règles de calcul Th-Bât (fascicules 1 à 5), permettant de déterminer le coefficient de transmission surfacique global de la toiture (U_p). Pour ce calcul, il faut prendre en compte notamment la résistance thermique utile des panneaux isolants donnée au tableau 2. Lorsque les panneaux isolants sont fixés mécaniquement, les ponts thermiques ponctuels intégrés doivent être pris en compte, conformément « Ponts thermiques intégrés courants des toitures métalliques étanchées » (e-Cahier du CSTB 3688 de janvier 2011), sur la base de :

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

avec :

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

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

dans laquelle :

- χ_{fixation} : coefficient ponctuel du pont thermique intégré, en W/K, fixé par le CPT Commun de l'e-Cahier du CSTB 3688 (janvier 2011), en fonction du diamètre des fixations :
 - pour les fixations traditionnelles de \varnothing 4,8 mm, $\chi_{\text{fixation}} = 0,006$ W/K,
 - pour les fixations traditionnelles de \varnothing 6,3 mm, $\chi_{\text{fixation}} = 0,008$ W/K ;
- A : surface totale de la paroi, en m^2 ;
- Le coefficient majorateur $\Delta U_{\text{fixation}}$ calculé, en $W/(m^2.K)$, doit être arrondi à deux chiffres après la virgule.
Exemple : $0,006 \times 8$ donne 0,05 ou $0,008 \times 8 = 0,06$.

Le nombre de fixations par m^2 , 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 Rochefort-sur-Loire (49) (zone climatique H2)		avec $U_c = \frac{1}{\sum R}$
<ul style="list-style-type: none"> • Toiture plane avec résistances superficielles ($R_{si} + R_{se} = 0,14$ $m^2.K/W$) 	\Rightarrow	0,140 $m^2.K/W$
<ul style="list-style-type: none"> • élément porteur TAN pleine d'épaisseur 0,75 mm • Deux lits de panneaux SmartRoof B en dimensions 1 200 mm \times 1 000 mm et d'épaisseur 130 mm soit 260 mm ($R_{\text{utile}} = 3,60 \times 2 = 7,20$ $m^2.K/W$) • étanchéité bicouche bitumineuse fixée mécaniquement d'épaisseur 5 mm 	$\left. \vphantom{\begin{matrix} \bullet \\ \bullet \\ \bullet \end{matrix}} \right\}$	7,222 $m^2.K/W$
Fixations mécaniques \varnothing 4,8 mm : <ul style="list-style-type: none"> • 1 fixation préalable du panneau isolant SmartRoof B du lit inférieur ; • 1 fixation préalable du panneau isolant SmartRoof B du lit supérieur ; • 4 fixations définitives du revêtement d'étanchéité ; d'où un coefficient majorateur : $\Delta U_{\text{fixation}} = \text{nombre de fixations du lit inférieur} \times \chi_{\text{fixation}} \text{ du lit inférieur} + \text{nombre de fixations du lit supérieur} \times \chi_{\text{fixation}} \text{ du lit supérieur} + \text{nombre de fixations du revêtement d'étanchéité} \times \chi_{\text{fixation}} \text{ du revêtement d'étanchéité, soit :}$ $\Delta U_{\text{fixation}} = (1/1,2) \times 0,000$ $W/(m^2.K) + (1/1,2) \times 0,006$ $W/(m^2.K) + 4 \times 0,006$ $W/(m^2.K) = 0,029$ $\Delta U_{\text{fixation}} = 0,03$ $W/(m^2.K)$.		
Le coefficient de transmission surfacique global de la toiture : $U_p = U_c + \Delta U_{\text{fixation}} = 0,14 + 0,03 = 0,17$ $W/(m^2.K)$		

Exemple de calcul thermique

2.9. Mention des justificatifs

2.9.1. Résultats expérimentaux

- Rapport de classement de réaction au feu du TUM (Technische Universität München) n° B18028, Euroclasse A1, pour les panneaux de Skofja Loka ;
- Rapport d'essais du laboratoire APPLUS n° 19/18925-297 du 13 mai 2019 :
 - comportement sous charges statiques et températures élevées à 80 °C (ép. 40, 200 & 100 + 160 mm) (UEAtc),
 - comportement sous charges statiques concentrées sur les parties en porte-à-faux sous 700 N (ép. 40, 100, 160 & 200 mm) (Guide UEAtc),
 - traction perpendiculaire aux faces état neuf / état vieilli (ép. 40, 100 & 200 mm) (UEAtc),
 - traction perpendiculaire aux faces après vieillissement 24 h-70 °C et 95 %HR (ép. 40, 100 & 200 mm) (NF EN 1607) ;
- Rapport de classement de réaction au feu du TUM (Technische Universität München) n° B19301, Euroclasse A1, pour les panneaux d'Illange.
- Rapport d'essais du laboratoire APPLUS n° 19/20885-2874 du 07 janvier 2020 :
 - comportement sous charges statiques et températures élevées à 80 °C (ép. 60 & 200 mm) (UEAtc),
 - comportement sous charges statiques concentrées sur les parties en porte-à-faux sous 1000 N (ép. 60, 80 & 100 mm) (Guide 3537_V2),
 - traction perpendiculaire aux faces état neuf / état vieilli (ép. 200 mm) (UEAtc),
 - traction perpendiculaire aux faces après vieillissement 24 h-70 °C et 95 %HR (ép. 200 mm) (NF EN 1607) ;
- Rapport d'essais du laboratoire APPLUS n° 20/22888-1895 du 17 septembre 2020 :
 - comportement sous charges statiques concentrées sur les parties en porte-à-faux sous 1000 N (ép. 100 mm) (Guide 3537_V2) ;
- Rapport d'essais du laboratoire APPLUS n° 20/23317-2232 du 23 Octobre 2020 :
 - comportement sous charges statiques et températures élevées à 80 °C (ép. 260 mm) (UEAtc),
 - traction perpendiculaire aux faces état neuf (UEAtc),
 - traction perpendiculaire aux faces après vieillissement 24 h-70 °C et 95 %HR (ép. 260 mm) (NF EN 1607) ;
- Rapport d'essais du laboratoire APPLUS n° 20/23885-2916 du 14 décembre 2020 :
 - traction perpendiculaire aux faces état neuf / état vieilli (ép. 260 mm) (UEAtc).

2.9.2. Références chantiers

L'usine de Skofja Loka fabrique ces panneaux de laine de roche depuis 2016 et l'usine d'Illange depuis 2019.

Plus de 1 000 000 mètres carrés de panneaux objet du Document Technique d'Application ont été posés en France depuis 2018.

2.10. Annexe du Dossier Technique – Tableaux et schémas de mise en œuvre

2.10.1. Tableaux du Dossier Technique

Caractéristiques	Spécifications	Unité	Normes de référence ou observations
Pondérales			
Masse volumique	≥ 110 (moyenne 125)	kg/m ³	NF EN 1602
Dimensionnelles			
Largeur × Longueur	1 000 × 1 200 ± 2 2 000 × 1 200 ± 2 2 400 × 600 ± 2 2 400 × 1 200 ± 2	mm	NF EN 822
Épaisseurs (au pas de 5 mm)			
- Usine de Skofja Loka	40 à 200 (-1/+3)	mm	NF EN 823
- Usine d'Illange	60 à 260 (-1/+3)	mm	NF EN 823
Défaut d'équerrage	≤ 3	mm/m	NF EN 824
Planéité	≤ 1	mm	NF EN 825
Mécaniques			
Contrainte à 10 % de déformation en compression	≥ 50 (ép. < 60 mm) ≥ 40 (ép. ≥ 60 mm)	kPa kPa	NF EN 826 NF EN 826
Contrainte de rupture en traction perpendiculaire	≥ 10 ≥ 5	kPa kPa	NF EN 1607 Après traitement d'humidification 24 h à 70 °C et 95 %HR suivi de 24 h à l'ambiance
Tassement sous charge répartie 20 kPa à 80°C	Classe B		Guide technique UEAtc § 4.51 (février 1993)
Comportement à l'eau			
Absorption d'eau à court terme (WS)	≤ 1	kg/m ²	EN 1609 en immersion partielle
Hygrothermiques			
Conductivité thermique utile (λ_{UTILE}) :			
Épaisseurs de 40 à 95 mm	0,038	W/(m.K)	Certificat ACERMI n° 19/016/1383
Épaisseurs de 100 à 260 mm	0,036	W/(m.K)	
Résistance thermique utile (R_{UTILE}) :	cf. tableau 2	(m ² .K)/W	
Réaction au feu			
Classement de réaction au feu (Euroclasse)	A1		cf. § 2.9.1 du Dossier Technique

Tableau 1 – Caractéristiques spécifiées du SmartRoof B

Épaisseur	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120
R_{UTILE}	1,05	1,15	1,30	1,40	1,55	1,70	1,80	1,95	2,10	2,20	2,35	2,50	2,75	2,90	3,05	3,15	3,30
Épaisseur	125	130	135	140	145	150	155	160	165	170	175	180	185	190	195	200	205
R_{UTILE}	3,45	3,60	3,75	3,85	4,00	4,15	4,30	4,40	4,55	4,70	4,85	5,00	5,1	5,25	5,40	5,55	5,65
Épaisseur	210	215	220	225	230	235	240	245	250	255	260						
R_{UTILE}	5,80	5,95	6,10	6,25	6,35	6,50	6,65	6,80	6,90	7,05	7,20						
Épaisseur en millimètre (mm)											Résistance thermique utile (R_{UTILE}) en (m ² .K/W)						

Tableau 2 – Résistance thermique utile des panneaux SmartRoof B, selon le certificat ACERMI n° 19/016/1383

Élément porteur	Mode de pose des panneaux isolants SmartRoof B		Mode de pose du revêtement d'étanchéité Apparent fixé mécaniquement (1)
Maçonnerie selon DTU 43.1 et Avis Techniques	Pose en 1 lit unique		Versant plant 1 ou 2 fixation(s) préalable(s) (§ 2.4.4) Versant courbe 4 fixations préalables (§ 2.4.5) Classement FIT : I3 si bicouche (3) I4 si Monocouche et selon DTA du revêtement
	Pose en 2 lits	Lit inférieur (2)	
Lit supérieur			
Tôles d'acier nervurées conformes à la norme NF DTU 43.3 ou aux Avis Techniques ou au Cahier du CSTB 3537_V2	Pose en 1 lit unique		
	Pose en 2 lits	Lit inférieur (2)	
Lit supérieur			
Bois et panneaux à base de bois conformes à la norme NF DTU 43.4 ou aux Avis Techniques	Pose en 1 lit unique		
	Pose en 2 lits	Lit inférieur (2)	
Lit supérieur			

(1) Attelages de fixations solides au pas (cf. § 2.2.2.4 du Dossier Technique).
(2) Lit inférieur en SmartRoof B ou SmartRoof C.
(3) Pour les chemins de circulation, une sous-classe I4 est requise.

Tableau 3 – Mode de fixation des panneaux SmartRoof B en un ou deux lits d'isolation

Diamètre vis	X _{fixation} (W/K)	ΔU _{fixation} (en W/(m ² .K))											
		Nombre de fixations au m ²											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4,8mm	0,006	0,006	0,012	0,018	0,024	0,032	0,036	0,042	0,048	0,054	0,060	0,066	0,072
6,3 mm	0,008	0,008	0,016	0,024	0,032	0,040	0,048	0,056	0,064	0,072	0,080	0,088	0,096
Vis à rupture de pont thermique selon § 2.2.2.4 *	0,001	0,001	0,002	0,003	0,004	0,005	0,006	0,007	0,008	0,009	0,01	0,011	0,012

(*) : Attelages de fixation mécanique à rupture de pont thermique de type Etancoplast (LR Etanco) ou ISO-TAK (SFS Group).

Tableau 3bis – Coefficient majorateur ΔU_{fixation}

Anciens revêtements (1)	Mode de liaisonnement des panneaux SmartRoof B en système apparent (2)	
	Fixations mécaniques (3)	
	avec nouveau pare-vapeur	sans nouveau pare-vapeur
Asphalte apparent	OUI	OUI
Bitumineux indépendants	OUI	OUI
Bitumineux semi-indépendants	OUI	OUI
Bitumineux adhérents	OUI	OUI
Ciment volcanique, enduit pâteux	OUI	
Membrane synthétique	OUI	

Les cases grisées correspondent à des exclusions d'emploi.

- (1) Anciens revêtements conservés selon la norme NF DTU 43.5 (§ 2.3.3).
(2) Nouveau revêtement avec des attelages de fixations mécaniques solides au pas (§ 2.2.2.4).
(3) Liaisonnement des panneaux SmartRoof B avec des attelages de fixations mécaniques solides au pas (§ 2.2.2.4).

Tableau 4 – Liaisonnement des panneaux SmartRoof B en travaux de réfection

Epaisseur du panneau (en mm)	≥ 100
Ohn maxi (en mm)	170
Charge de rupture en porte-à-faux (N) (VLF)⁽¹⁾	1 200
(1) Valeur de rupture à l'issue de l'essai de porte-à-faux du § 5 du CPT commun « Panneaux isolants non porteurs supports d'étanchéité mis en œuvre sur éléments porteurs en tôles d'acier nervurées dont l'ouverture haute de nervure est supérieure à 70 mm », e-Cahier du CSTB 3537_V2 de janvier 2009.	

Tableau 5 – Ouverture haute de nervure (Ohn) maximale utilisable avec panneaux SmartRoof B selon les épaisseurs

2.10.2. Figure du Dossier Technique

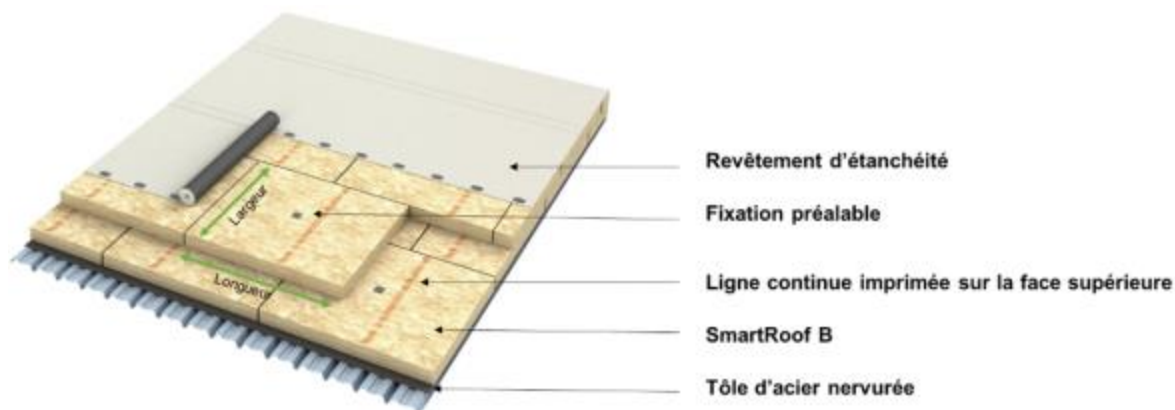


Figure 1 – Sens de pose des panneaux SmartRoof B sur TAN conforme au NF DTU 43.3 – Format standard

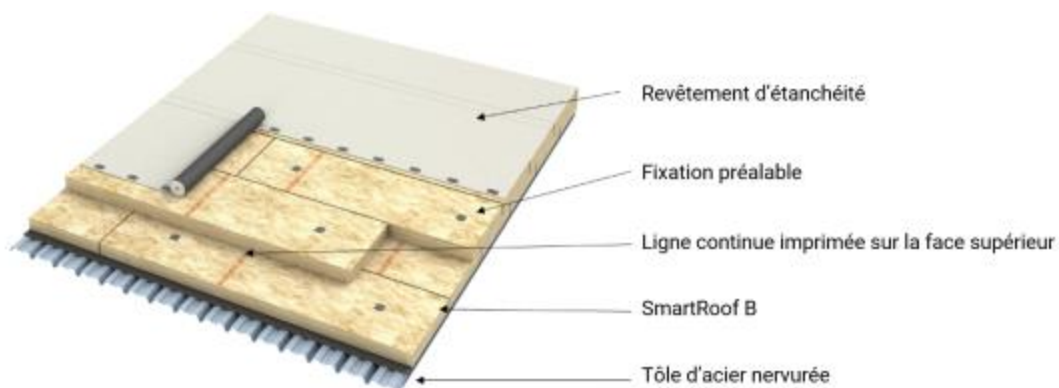


Figure 2 – Sens de pose des panneaux SmartRoof B sur TAN conforme au NF DTU 43.3 – Grand format

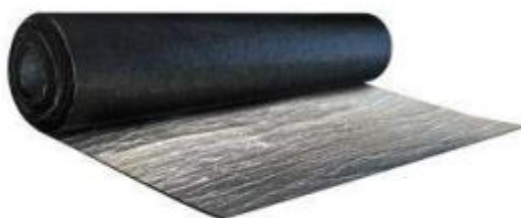


Figure 3 – Pare vapeur SmartPhonic