

Sur le procédé

## SmartRoof C

**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
V4	<p>Cette version intègre les modifications suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pas à 5 mm pour toute la gamme d'épaisseur ;</li> <li>• Ajout des TAN conformes au Cahier du CSTB 3537_V2 dont l'ouverture haute de nervure est : <math>170 \text{ mm} &lt; \text{Ohn} \leq 200 \text{ mm}</math> ;</li> <li>• Modification du tableau des Ouvertures haute de nervure (Ohn) maximale utilisable avec panneaux SmartRoof C selon les épaisseurs ;</li> <li>• Possibilité de n'avoir qu'une fixation préalable pour les panneaux de dimensions <math>1\ 200 \times 2\ 000 \text{ mm}</math> et <math>600 \times 2\ 400 \text{ mm}</math> traversés par les fixations de la membrane ;</li> <li>• Ajout de la possibilité de mettre le pare-vapeur SmartPhonic, conforme au DTU 43.3, sur TAN;</li> <li>• Suppression des éléments porteurs neuf en dalles de béton cellulaire autoclavé armé.</li> </ul>	MINON Anouk	DRIAT Philippe
V3	Cette version proroge le Document Technique d'Application 5.2/21-2709_V2 d'un an.	MINON Anouk	DRIAT Philippe

### Descripteur :

Le procédé SmartRoof C est constitué de panneaux isolants thermiques non porteurs en laine minérale de roche nue SmartRoof C (38) et C (37). Le procédé est admis en tant que support direct de revêtements d'étanchéité apparents et fixés mécaniquement de toitures-terrasses :

- Inaccessibles y compris les chemins de circulation ;
- Inaccessibles avec revêtement d'étanchéité photovoltaïque avec modules souples sous Avis Technique ;
- Techniques ou zones techniques, y compris leurs chemins de circulation (hors chemin de nacelles). La pression admissible sur SmartRoof C est définie aux tableaux 5bis et 5ter.

Les dimensions utiles sont :

- Longueur × largeur :  $1\ 200 \times 1\ 000 \text{ mm}$ ,  $2\ 000 \times 1\ 200 \text{ mm}$  ou  $2\ 400 \times 600 \text{ mm}$ .
- Épaisseurs allant de :
  - 40 à 95 mm pour le SmartRoof C (38) fabriqué à Saint Egidien (Allemagne) ;
  - 60 à 95 mm pour le SmartRoof C (38) fabriqué à Illange (France) ;
  - 100 à 200 mm pour le SmartRoof C (37) pour les 2 usines.

Les panneaux sont posés en un ou deux lits d'épaisseurs 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
2.2.	Description.....	6
2.2.1.	Principe.....	6
2.2.2.	Caractéristiques des composants.....	7
2.3.	Dispositions de conception .....	8
2.3.1.	Prescriptions relatives aux éléments porteurs .....	8
2.3.2.	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.	Implantation des zones techniques .....	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.	Mise en œuvre du revêtement d'étanchéité .....	10
2.4.5.	Les revêtements d'étanchéité sont posés fixés mécaniquement avec des attelages solides au pas. Mise en œuvre des panneaux en climat de montagne sous porte-neige .....	10
2.5.	Entretien .....	10
2.6.	Assistance technique.....	10
2.7.	Principes de fabrication et de contrôle de cette fabrication.....	11
2.7.1.	Centres 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 .....	11
2.9.	Mention des justificatifs.....	12
2.9.1.	Résultats expérimentaux.....	12
2.9.2.	Références chantiers .....	12
2.10.	Annexe du Dossier Technique.....	13
2.10.1.	Tableaux du Dossier Technique .....	13
2.10.2.	Figures du Dossier Technique.....	18

# 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 C » est employé en France métropolitaine, en climat de plaine et de montagne sous porte-neige, uniquement sur élément porteur en maçonnerie (cf. § 2.4.5).

### 1.1.2. Ouvrages visés

Le procédé est admis en tant que support direct de revêtements d'étanchéité de toitures terrasses :

- Inaccessibles y compris les chemins de circulation ;
- Inaccessibles avec revêtement d'étanchéité photovoltaïque avec modules souples sous Avis Technique ;
- Techniques ou zones techniques, y compris leurs chemins de circulation (hors chemin de nacelles). La pression admissible sur SmartRoof C est définie aux tableaux 5bis et 5ter.

Il s'emploie sur éléments porteurs neufs en :

- Maçonnerie, pentes conformes aux normes NF DTU 20.12, NF DTU 43.1 et NF DTU 43.11 pour des toitures terrasses
- 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 ;
- Tôles d'acier nervurées, conformes au NF DTU 43.3 P1-1 et son amendement A1 ou bénéficiant d'un Document Technique d'Application favorable ;
- Tôles d'acier nervurées dont l'ouverture haute de nervure (Ohn) est supérieure à 70 mm et inférieure ou égale à 200 mm, conformes au CPT commun du Cahier du CSTB 3537\_V2 de janvier 2009 (Cf. tableau 7).

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 peuvent être posés en apparents et fixés mécaniquement avec des fixations solides au pas.

Le principe de fixation mécanique des panneaux isolants est exclu au-dessus de locaux à très forte hygrométrie.

---

## 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 au feu

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

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

Des complexes d'étanchéité présentent un classement de tenue au feu Broof(t3). Ils sont définis dans les procès-verbaux. L'entreprise de pose doit se procurer ces procès-verbaux auprès du titulaire de l'Avis Technique et vérifier que le complexe 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 et maîtrise des risques lors de la mise en œuvre et de l'entretien

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 § 2.2.2.1.4 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 résistance thermique utile de l'isolant.

De plus, sur élément porteur en tôles d'acier nervurées, l'influence des fixations mécaniques du panneau SmartRoof C 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 com mues « 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.

**Acoustique**

Les performances acoustiques du procédé envisagé au Dossier Technique n'ont pas été évaluées.

**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 C est satisfaisante.

**Entretien**

Cf. les normes NF DTU série 43.

**1.2.3. Impacts environnementaux**

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

Ces FDES ont été établies le 07/06/2022 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](http://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**

---

Dans le cas des toitures terrasses techniques sur TAN et bois, les équipements sont liaisonnés à la charpente.

## 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](http://www.knaufinsulation.fr)

#### 2.1.2. Mise sur le marché

Conformément au Règlement UE n° 305/2011 (RPC), le procédé SmartRoof C 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 maxi des palettes de panneaux SmartRoof C est de 1,30 m, leur poids maxi étant de 552 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.

La face supérieure des panneaux SmartRoof C est identifiée par une ligne de marquage continue parallèle à la longueur du panneau (cf. figures 1 et 2 en fin de Dossier Technique).

---

### 2.2. Description

---

#### 2.2.1. Principe

Le procédé SmartRoof C est constitué de panneaux isolants thermiques non porteurs en laine minérale de roche nue SmartRoof C (38) et C (37). Ils sont utilisés comme support direct de revêtements d'étanchéité de toiture.

Les dimensions utiles sont :

- Longueur x largeur :
  - 1 200 x 1 000 mm,
  - 2 000 x 1 200 mm ou,
  - 2 400 x 600 mm.
- Épaisseurs allant de :
  - 40 à 95 mm pour le SmartRoof C (38) fabriqué à Saint Egidien (Allemagne) ;
  - 60 à 95 mm pour le SmartRoof C (38) fabriqué à Illange (France) ;
  - 100 à 200 mm pour le SmartRoof C (37) pour les 2 usines.

Les panneaux peuvent être posés en :

- Un lit d'épaisseur maximale 200 mm ;
- Deux lits d'isolant d'épaisseur maximale 260 mm.

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. Panneaux isolants SmartRoof C

#### 2.2.2.1.1. Désignations commerciales

- SmartRoof C (38) pour les épaisseurs de 40 à 95 mm.
- SmartRoof C (37) pour les épaisseurs de 100 à 200 mm.

#### 2.2.2.1.2. Définition des matériaux

Le produit est constitué de fibres de roche diabase ensimées de résines phénoliques.

- Pour les épaisseurs 40 à 95 mm : les panneaux sont désignés sous le nom SmartRoof C (38), ils sont en mono-densité.
- Pour les épaisseurs 100 à 200 mm : les panneaux sont désignés sous le nom SmartRoof C (37), ils sont en bi-densité, leur face supérieure étant surdensifiée.

La face supérieure des panneaux est repérée par un marquage permettant leur orientation (cf. figures 1 et 2).

#### 2.2.2.1.3. Caractéristiques du SmartRoof C

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.

#### 2.2.2.1.4. 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° 19/016/1379 pour le SmartRoof C (38) en cours de validité pour les épaisseurs comprises entre 40 et 95 mm et n° 19/016/1381 pour le SmartRoof C (37) en cours de validité pour les épaisseurs comprises entre 100 et 200 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 ( $\lambda_{DTU}$ ), soit en multipliant par 0,85 la résistance thermique déclarée ( $R_D$ ).

#### 2.2.2.1.5. Épaisseur minimum sur TAN

Sur tôles d'acier nervurées conforme à la norme NF DTU 43.3 et présentant une largeur haute de vallée maximale de 70 mm, l'épaisseur minimale du panneau isolant est de 40 mm.

Sur éléments porteurs en tôles d'acier nervurées à ouverture haute de nervure > 70 mm et inférieure à 200 mm conformes au Cahier du CSTB 3537\_V2 de janvier 2009, se référer au tableau 7.

### 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 43.5 et NF DTU 43.11 ;
- 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/m<sup>2</sup> 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 jointolement 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 8).

### 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 exigences de résistance au poinçonnement renforcée en classe FIT « I3 » ou « I4 » 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 solide 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 du 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 de type Etancoplast (LR Etanco) ou ISO-TAK (SFS Group) sont composées d'un fût polyamide 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 6 en fin du 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 ou en béton

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

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.

#### 2.3.1.2. Éléments porteurs en tôles d'acier nervurées (TAN)

Les éléments porteurs en tôles d'acier nervurées d'ouverture haute de nervure ( $Ohn \leq 70$  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 ( $Ohn > 70$  mm et  $\leq 200$  mm) sont conformes aux prescriptions du Cahier du CSTB 3537\_V2 de janvier 2009 ou à leurs Avis Techniques particuliers.

#### 2.3.1.3. Éléments 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 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

### 2.3.2. 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 dans le cas de supports en :

- o béton de granulats courants,
- o béton cellulaire autoclavé armé,
- o bois et panneaux à base de bois,

conformément au CPT Commun du e-Cahier du CSTB 3564 de juin 2006.

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

c) Les attelages de fixations mécaniques doivent être « solides 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 8) :

- 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, protection), sont définis dans la norme NF DTU 43.5 (cf. tableau 8).

### 2.3.4. Implantation des zones techniques

Pour les zones techniques, les Documents Particuliers du Marché (DPM) précisent, lorsqu'il y a, en toiture, des équipements qui justifient le traitement de la toiture en zone(s) technique(s), l'implantation et la surface de ces zones. Dans tous les cas, la surface unitaire de la zone technique ou de chaque partie constituant chaque zone technique ne sera jamais inférieure à 200 m<sup>2</sup>.

### 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'attaches de fixations mécaniques pour la liaison des panneaux isolants, et/ou celle du revêtement d'étanchéité, doit être précédée d'une vérification systématique des valeurs d'ancrage des fixations envisagées dans le cas de supports en :

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

conformément au Cahier du CSTB 3564 de juin 2006.

#### 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. 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 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 et son amendement 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, le pare-vapeur est obligatoire.

#### 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 8).

### 2.4.3. Mise en œuvre des panneaux isolants

#### 2.4.3.1. Généralités et conditions d'emploi

- Sauf indication contraire, les prescriptions de mise en œuvre de la norme NF DTU série 43 s'appliquent.
- Les panneaux sont disposés en quinconce et fixés à l'élément porteur selon les prescriptions du tableau 4.
- Les panneaux sont disposés en quinconce, jointifs et préalablement fixés (par fixations mécaniques) selon les dispositions définies ci-après.
- Dans le cas d'une pose en plusieurs lits, les panneaux sont posés face supérieure au-dessus et les panneaux des lits supérieurs sont disposés en quinconce, par rapport au lit inférieur.
- 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.

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

Se reporter au tableau 4 du Dossier Technique.

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

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

La face supérieure des panneaux est repérée par un marquage permettant son orientation (cf. figures 1 et 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 4 du Dossier Technique.

L'épaisseur minimale du panneau isolant est définie au tableau 7 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).

La face supérieure des panneaux est repérée par un marquage permettant son orientation (cf. figures 1 et 2).

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

Se reporter au tableau 4 du Dossier Technique.

La mise en œuvre doit être conforme aux prescriptions du NF DTU 43.4 P1 ou du Document Technique d'Application du revêtement d'étanchéité.

**2.4.3.1.3. Cas des éléments porteurs en maçonnerie**

Se reporter au tableau 4 du Dossier Technique.

La mise en œuvre doit être conforme aux prescriptions du NF DTU 43.4 P1 ou du Document Technique d'Application du revêtement d'étanchéité.

Dans le cas de la fixation mécanique sur l'élément porteur en maçonnerie (toutes pentes), l'ensemble des prescriptions de la norme NF DTU 43.1 s'applique.

**2.4.3.2. Pose sous revêtements fixés mécaniquement et apparents**

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 au § 2.2.2.4.

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

**2.4.3.3. 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  $\leq 30$  cm, les fixations seront alignées en partie centrale de la bande.

**2.4.4. Mise en œuvre du revêtement d'étanchéité**

Le revêtement d'étanchéité doit être appliqué sur l'isolant sec, conformément au § 2.4.1.

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.

**2.4.5. Les revêtements d'étanchéité sont posés fixés mécaniquement avec des attelages solides au pas. Mise en œuvre des panneaux 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. Le porte-neige est toujours liaisonné à la charpente.

---

**2.5. Entretien**

---

Cf. les normes 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. Centres de fabrication

La fabrication est effectuée dans l'usine Knauf Insulation Operation GmbH, à Saint-Egidien en Allemagne, ou dans l'usine d'Illange en Moselle (France).

Le site de fabrication de Saint Egidien est certifié ISO 9001 et ISO 14001. Celui d'Illange est certifié ISO 9001.

### 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 ACERMI. Cet autocontrôle est suivi par le titulaire, c'est-à-dire 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 4 heures : perte au feu ;
- 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 ;
- Réaction au feu : mesure directe tous les 2 ans selon EN 13501-1 ;
- A raison de 3 épaisseurs de panneaux par trimestre, épaisseurs mini – intermédiaire – maxi fabriquées : Essai de charges statiques concentrées de rupture en porte-à-faux conforme au Cahier du CSTB 3537\_V2.
- 1 fois/an : poinçonnement statique (PL ≥ 600 N) selon EN 12430.

## 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 (Up).

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 :

- $\chi_{\text{fixation}}$  : 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 Ø 4,8 mm,  $\chi_{\text{fixation}} = 0,006$  W/K,
  - pour les fixations traditionnelles de Ø 6,3 mm,  $\chi_{\text{fixation}} = 0,008$  W/K ;
- A : surface totale de la paroi, en m<sup>2</sup> ;
- Le coefficient majorateur  $\Delta U_{\text{fixation}}$  calculé, en W/(m<sup>2</sup>.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<sup>2</sup>, 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 $U_c = \frac{1}{\Sigma R}$
• Toiture plane avec résistances superficielles ( $R_{si} + R_{se} = 0,14 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ ) :	$\Rightarrow$	0,140 m <sup>2</sup> .K/W
• Élément porteur TAN pleine d'épaisseur 0,75 mm • Deux lits de panneaux SmartRoof C en dimensions 1 200 × 1 000 mm et d'épaisseur 130 mm soit 260 mm ( $R_{UTILE} = 3,50 \times 2 = 7,00 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ ) • Étanchéité bicouche bitumineuse fixée mécaniquement d'épaisseur 5 mm	}	7,022 m <sup>2</sup> .K/W
Fixations mécaniques $\varnothing$ 4,8 mm : <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 fixation préalable du panneau isolant SmartRoof C du lit inférieur ;</li> <li>• 1 fixation préalable du panneau isolant SmartRoof C du lit supérieur ;</li> <li>• 4 fixations définitives du revêtement d'étanchéité ;</li> </ul> d'où un coefficient majorateur : $\Delta U_{\text{fixation}} = \text{nombre de fixation du lit inférieur} \times \chi_{\text{fixation}} \text{ du lit inférieur} + \text{nombre de fixation du lit supérieur} \times \chi_{\text{fixation}} \text{ du lit supérieur} + \text{nombre de fixation du revêtement d'étanchéité} \times \chi_{\text{fixation}} \text{ du revêtement d'étanchéité, soit :}$ $\Delta U_{\text{fixation}} = (1/1,2) \times 0,000 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) + (1/1,2) \times 0,006 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) + 4 \times 0,006 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ $\Delta U_{\text{fixation}} = 0,029 \text{ soit } 0,03 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}).$		
Le coefficient de transmission surfacique global de la toiture : $U_p = U_c + \Delta U_{\text{fixation}} = 0,14 + 0,03 = 0,17 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$		

**Exemple d'un 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 ;
- Rapport de classement de réaction au feu du TUM (Technische Universität München) n° B19301, Euroclasse A1 ;
- Rapport d'essais du laboratoire APPLUS n° 19/18925-299 du 17 mai 2019 :
  - Comportement sous charges statiques et températures élevées à 80 °C (ép. 40, 100 & 100+160 mm) (UEAtc),
  - Comportement sous charges statiques concentrées sur les parties en porte à faux sous 1000 N (ép. 80 & 100 mm) (cahier 3537\_V2),
  - Traction perpendiculaire état neuf / état après immersion (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),
  - Comportement sous charges maintenues en température à 50 °C (ép. 200 & 100+160 mm) (UEAtc) ;
- Rapport d'essais du LNE n° P183196- 10 – DE/2 :
  - Comportement sous charges statiques et températures élevées à 80 °C (ép. 200 mm) (UEAtc).
- Rapport d'essais du laboratoire APPLUS n° 20/21991-433 du 02 juin 2020 :
  - Comportement sous charges statiques et températures élevées à 80 °C (ép. 60, 90 & 100 mm) (UEAtc),
  - Comportement sous charges statiques concentrées sur les parties en porte à faux sous 1000 N (ép. 70 mm) (cahier 3537\_V2),
  - Traction perpendiculaire état neuf / état après immersion (ép. 60 & 100 mm) (UEAtc),
  - Traction perpendiculaire aux faces après vieillissement 24 h-70 °C et 95 %HR (ép. 60, 90 & 100 mm) (NF EN 1607),
  - Comportement sous charges maintenues en température à 50 °C (ép. 90 mm) (UEAtc) ;
- Rapport d'essais du laboratoire APPLUS n° 23/32306466 du 18 novembre 2023 :
  - Comportement sous charges statiques concentrées sur les parties en porte à faux sous 1000 N (ép. 60 et 80 mm) (cahier 3537\_V2),
  - Traction perpendiculaire état neuf / état après immersion (ép. 95 mm) (UEAtc),
  - Traction perpendiculaire aux faces après vieillissement 24 h-70 °C et 95 %HR (ép. 95 mm) (NF EN 1607).

### 2.9.2. Références chantiers

L'usine de Saint-Egiden fabrique ces panneaux de laine de roche depuis 2016, celle d'Illange depuis 2019.

Plus de 10 000 000 mètres carrés de panneaux objet du Document Technique d'Application ont été posés en France depuis janvier 2019.

## 2.10. Annexe du Dossier Technique

### 2.10.1. Tableaux du Dossier Technique

Caractéristiques	Spécifications		Unité	Normes de référence ou observations
	SmartRoof C (38)	SmartRoof C (37)		
<b>Pondérales</b>				
Masse surfacique nominale (+/- 10%)	cf. tableau 2bis			
Masse volumique	≥ 130 (moyenne 145)		kg/m <sup>3</sup>	NF EN 1602
Masse volumique de la couche surdensifiée		≥ 180 (moyenne 200)	kg/m <sup>3</sup>	NF EN 1602
Masse volumique de la couche inférieure		≥ 120 (moyenne 135)	kg/m <sup>3</sup>	NF EN 1602
<b>Dimensionnelles</b>				
Longueur × Largeur	1 200 × 1 000 ± 2 2 000 × 1 200 ± 2 2 400 × 600 ± 2		mm	NF EN 822
Épaisseurs (au pas de 5 mm) :				
• Usine de Saint Egidien	40 à 95 (-1/+3)	100 à 200 (-1/+3)	mm	NF EN 823
• Usine d'Illange	60 à 95 (-1/+3)		mm	NF EN 823
Défaut d'équerrage	≤ 3		mm/m	NF EN 824
Planéité	≤ 1		mm	NF EN 825
<b>Mécaniques</b>				
Contrainte à 10 % de déformation en compression	≥ 70	≥ 60		NF EN 826
Contrainte de rupture en traction perpendiculaire :				
• Etat neuf	≥ 10		kPa	NF EN 1607
• Après immersion	≥ 7,5		kPa	§ 4.42 du Guide technique UEAtc (février 1993)
• Après traitement d'humidification	≥ 5		kPa	24 h à 70 °C et 95 %HR suivi de 24 h à l'ambiance
Tassement sous charge répartie 40 kPa à 80 °C	Classe C			Guide technique UEAtc § 4.51 (février 1993)
<b>Hygrothermiques</b>				
Absorption d'eau à court terme (W <sub>s</sub> )	1		kg/m <sup>2</sup>	EN 1609
Conductivité thermique utile (λ <sub>UTILE</sub> ) :	0,038	0,037	W/(m.K)	Certificats ACERMI : n° 19/016/1379 ; n° 19/016/1381
Résistance thermique utile (R <sub>UTILE</sub> ) :	cf. tableau 2			
<b>Réaction au feu</b>				
Classement de réaction au feu (Euroclasse)	A1		Rapport de classement de réaction au feu n° B18116 et n° B19301 (cf. § 2.9.1).	

**Tableau 1 - Caractéristiques spécifiées du SmartRoof C**

Caractéristique	Spécification	Unité	Norme de référence ou observations
Contrainte admissible sur panneau de laine de roche SmartRoof C pour une épaisseur de 40 à 260 mm (en deux lits)	20	kPa	Charge déterminée à partir de l'essai de comportement sous charge maintenue à 50 °C pour une déformation de 2 mm maxi selon le Cahier du CSTB 3669_V2.

**Tableau 1 bis – caractéristiques indicatives du SmartRoof C**

Épaisseur	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125
R <sub>UTILE</sub>	1,05	1,15	1,30	1,40	1,55	1,70	1,80	1,95	2,10	2,20	2,35	2,50	2,70	2,80	2,95	3,10	3,20	3,35
Épaisseur	130	135	140	145	150	155	160	165	170	175	180	185	190	195	200			
R <sub>UTILE</sub>	3,50	3,60	3,75	3,90	4,05	4,15	4,30	4,45	4,55	4,70	4,85	5,00	5,10	5,25	5,40			

Épaisseur en millimètre (mm)  
- SmartRoof C (38) – épaisseurs de 40 à 95 mm  
- SmartRoof C (37) – épaisseurs de 100 à 200 mm

Résistance thermique utile (R<sub>UTILE</sub>) en (m<sup>2</sup>.K/W)

**Tableau 2 – Résistance thermique utile des panneaux SmartRoof C (38) et SmartRoof C (37), selon les Certificats ACERMI n°19/016/1379 et n°19/016/1381**

Épaisseur nominale (mm)	Masse surfacique nominale (kg/m <sup>2</sup> )	Épaisseur nominale (mm)	Masse surfacique nominale (kg/m <sup>2</sup> )	Épaisseur nominale (mm)	Masse surfacique nominale (kg/m <sup>2</sup> )
40	5,8	100	14,5	160	24,0
45	6,5	105	15,2	165	23,9
50	7,3	110	16,0	170	24,7
55	8,0	115	16,7	175	25,4
60	8,7	120	17,4	180	26,1
65	9,4	125	18,1	185	26,8
70	10,2	130	18,9	190	27,6
75	10,9	135	19,6	195	28,3
80	11,6	140	20,3	200	29,0
85	12,3	145	21,0		
90	13,1	150	21,8		
95	13,8	155	22,5		

**Tableau 2 bis – Masse surfacique nominale des panneaux SmartRoof C (38) et SmartRoof C (37)**

Élément porteur	Pente (%) <sup>(5)</sup>	Autoprotection
		Revêtement sous DTA fixé mécaniquement <sup>(3)</sup>
Maçonnerie selon DTU 43.1 et Avis Techniques	0 <sup>(2)</sup> minimum	I3 <sup>(4)</sup> si bicouche I4 si monocouche et selon le DTA du revêtement
Tôles d'acier nervurées conformes au NF DTU 43.3 et Avis Techniques	3% minimum	
Tôles d'acier nervurées conformes au Cahier du CSTB 3537_V2	3% minimum	
Bois et panneaux à base de bois	3% minimum	

(1) Chemins de circulation conformes aux NF DTU de la série 43 ou au Document Technique d'Application du revêtement ; pente ≤ 50 %.

(2) Pente minimale 1 % en climat de montagne selon NF DTU 20.12 et NF DTU 43.11 avec la technique du porte-neige.

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

(4) Pour les chemins de circulation, les zones techniques et terrasses comportant des membranes photovoltaïques avec modules souples, une sous-classe « I4 » est requise.

(5) Pentes conformes aux NF DTU 43.3 P1-1 et NF DTU 43.4 P1-1 en travaux neufs et à la norme NF DTU 43.5 en réfection.

(6) Cf. Avis technique du revêtement photovoltaïque avec modules souples.

**Tableau 3 – Conditions d'emploi des revêtements d'étanchéité en toitures inaccessibles, en chemins de circulation (1), zones techniques et terrasses comportant des membranes photovoltaïques avec modules souples (6)**

Élément porteur	Mode de pose des panneaux isolants SmartRoof C		Mode de pose du revêtement d'étanchéité
			Apparent fixé mécaniquement <sup>(1)</sup>
Maçonnerie selon DTU 43.1 et Avis Techniques	Pose en 1 lit unique		1 ou 2 fixation(s) préalable(s) <sup>(2)</sup>
	Pose en 2 lits	Lit inférieur	
		Lit supérieur	
Tôles d'acier nervurées conformes au NF DTU 43.3, aux Avis Techniques ou au Cahier du CSTB 3537_V2	Pose en 1 lit unique		
	Pose en 2 lits	Lit inférieur	
		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	
		Lit supérieur	

(1) Attelages de fixations solides au pas (cf. § 2.2.2.4).

(2) cf. § 2.4.3.2.

**Tableau 4 – Mode de fixation des panneaux SmartRoof C**

Charge (kPa)	Epaisseurs (mm)						
	40	50	60	70	80	90	95
10	0,3	0,3	0,4	0,5	0,5	0,5	0,6
15	0,4	0,5	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
20	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1

**Tableau 5 – Tassement absolu (mm) du panneau SmartRoof C (38) sur toiture terrasse en maçonnerie et béton cellulaire**

Charge (kPa)	Epaisseurs (mm)								
	100	110	120	130	140	150	160	170	180
10	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5
15	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,8
20	0,6	0,6	0,7	0,7	0,8	0,8	0,9	0,9	1,0
Charge (kPa)	Epaisseurs (mm)								
	190	200	210	220	230	240	250	260	
10	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	
15	0,9	0,9	0,9	0,9	1,0	1,0	1,0	1,1	
20	1,1	1,1	1,2	1,2	1,3	1,3	1,3	1,4	

**Tableau 5bis – Tassement absolu (mm) du panneau SmartRoof C (37) sur toiture terrasse en maçonnerie et béton cellulaire**

Diamètre vis	χ <sub>fixation</sub> (W/K)	ΔU <sub>fixation</sub> (en W/ (m <sup>2</sup> .K))											
		Nombre de fixation au m <sup>2</sup>											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4,8 mm	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 ponts 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 intec).

**Tableau 6 – Coefficient majorateur ΔU<sub>fixation</sub>**

Epaisseur du panneau (en mm)	≥ 60 et < 80	≥ 80
Ohn maxi (en mm)	130	200
Charge de rupture en porte-à-faux (N) (VLF) <sup>(1)</sup>	1 200	1 200

<sup>(1)</sup> 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 7 – Ouverture haute de nervure (Ohn) maximale utilisable avec panneaux SmartRoof C selon les épaisseurs**

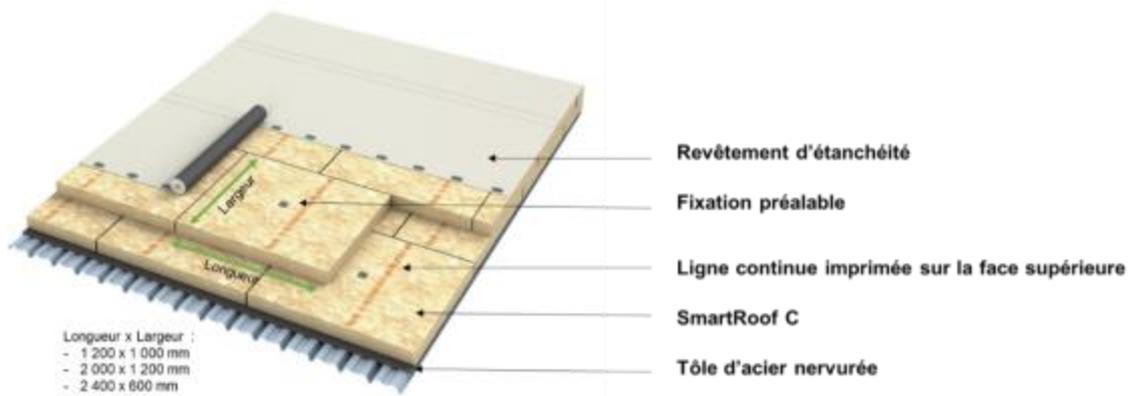
Anciens revêtements <sup>(1)</sup>	Mode de liaisonnement des panneaux SmartRoof C	
	En système apparent <sup>(2)</sup>	
	Fixations mécaniques <sup>(3)</sup>	
	avec nouveau pare-vapeur	sans nouveau pare-vapeur
Asphalte apparent	OUI	OUI
Bitumineux indépendants	OUI	OUI
Bitumineux semi-indépendants	OUI	OUI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

*Les cases grisées correspondent à des exclusions d'emploi.*

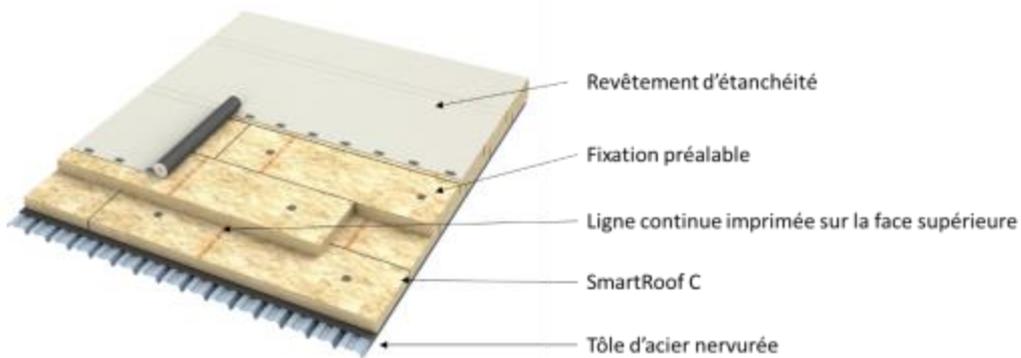
(1) Anciens revêtements conservés selon la norme NF DTU 43.5 (§ 2.3.3).  
(2) Nouveau revêtement avec des attelages de fixations mécaniques solides au pas (§ 2.2.2.4).  
(3) Liaisonnement des panneaux SmartRoof C avec des attelages de fixations mécaniques solides au pas (§ 2.2.2.4).

**Tableau 8 – Liaisonnement des panneaux SmartRoof C en travaux de réfection**

## 2.10.2. Figures du Dossier Technique



**Figure 1 – Sens de pose des panneaux SmartRoof C au format standard sur TAN**



**Figure 2 – Sens de pose des panneaux SmartRoof C de grand format sur TAN**



**Figure 3 – Pare vapeur SmartPhonic**