

# Document Technique d'Application

Référence Avis Technique **5.2/18-2607\_V1**

*Panneau en polystyrène  
expansé (EPS) non porteur  
support d'étanchéité*

*Non-loadbearing expanded  
polystyrene panel (EPS) for  
waterproofing support*

## Knauf Therm TTI

Relevant de la norme

**NF EN 13163**

**Titulaire :** Société Knauf SAS  
Zone d'Activités  
FR-68600 Wolfgantzen  
Tél. : 08 09 40 40 68  
E-mail : support.technique@knauf.fr  
Internet : <http://www.knauf-batiment.fr>

**Distributeur**

- Knauf Est Ungersheim (Haut Rhin) Tél. : 03 89 26 69 00 Fax : 03 89 26 69 26	- Knauf Ouest Cournon (Morbihan) et St Phil bert du Peuple (Maine et Loire) Tél. 02 99 71 43 77 Fax : 02 99 71 40 49
- Knauf Sud Ouest Colomiers (Haute Garonne) Tél. : 05 61 15 94 15 Fax : 05 61 30 26 60	- Knauf Sud Est Rousset (Bouches du Rhône) Tél. : 04 42 29 11 11 Fax : 04 42 29 11 29
- Knauf Île de France Marolles sur Seine (Seine et Marne) Tél. : 01 64 70 52 00 Fax : 01 64 31 29 62	- Knauf Sud Est Saint André le Gaz (Isère) Tél. : 04 74 88 11 55 Fax : 04 74 88 19 22

### Groupe Spécialisé n° 5.2

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

Publié le 5 février 2019



Commission chargée de formuler les Avis Techniques et Documents Techniques  
d'Application

(arrêté du 21 mars 2012)

Secrétariat de la commission des Avis Techniques  
CSTB, 84 avenue Jean Jaurès, Champs-sur-Marne, FR-77447 Marne-la-Vallée Cedex 2  
Tél. : 01 64 68 82 82 - Internet : [www.ccfat.fr](http://www.ccfat.fr)

**Le Groupe Spécialisé n° 5.2 « Produits et Procédés d'étanchéité de toitures, parois enterrées et cuvelage » de la Commission chargée de formuler les Avis Techniques a examiné, le 15 juin 2018, le procédé « KNAUF Therm TTI » présenté par la Société Knauf SAS. Il a formulé, sur ce procédé, l'Avis Technique ci-après. Cet Avis a été formulé pour les utilisations en Métropolitaine.**

## 1. Description succincte

### 1.1 Description succincte

Le procédé KNAUF Therm TTI est constitué des panneaux isolants thermiques non porteurs de polystyrène expansé suivants :

- Panneaux Knauf Therm TTI Se
  - de dimensions longueur x largeur 1 200 x 1 000 mm, ou 1 770 x 1 200 mm lorsqu'il est associé aux procédés Parasteel 42 et Parasteel 42 TFH,
  - en un ou deux lits d'épaisseur totale maximum de 400 mm, ou
  - comme lit inférieur d'une isolation composée avec panneau supérieur de perlite expansée (fibrée) ou de laine de roche d'épaisseur maximale 50 mm et pour une épaisseur totale maximum de 450 mm.
- Panneaux Knauf Therm TTI Se AA
  - de dimensions longueur x largeur 1 200 x 1 000 mm,
  - en un ou deux lits d'épaisseur totale maximum de 400 mm

Seuls les panneaux Knauf Therm TTI Se AA peuvent être mis en œuvre en pose collée, comme support de revêtements d'étanchéité autoadhésive.

### 1.2 Mise sur le marché

Conformément au Règlement UE n° 305/2011 (RPC), les produits KNAUF Therm TTI Se et KNAUF Therm TTI Se AA font l'objet d'une Déclaration des Performances (DdP) établie par le fabricant, la Société Knauf SAS, sur la base de la norme NF EN 13163. Les produits conformes à cette DdP sont identifiés par le marquage CE.

### 1.3 Identification

L'étiquetage des colis comporte le nom commercial, les dimensions, l'usine d'origine, la date de fabrication, le marquage ACERMI, le marquage CE.

Les produits mis sur le marché portent le marquage CE accompagné des informations prévues par l'annexe Z de la norme NF EN 13163.

## 2. AVIS

### 2.1 Domaine d'emploi accepté

Le procédé KNAUF Therm TTI s'emploie comme support de revêtements d'étanchéité (cf. *tableau 6*) :

- Appareils posés en semi-indépendance par autoadhésivité ou par fixations mécaniques ou en adhérence sur un lit supérieur de panneaux en perlite expansée (fibrée) ou de laine de roche surfacés bitume, des toitures inaccessibles;
- Ou sous protection lourde, posés en indépendance ou en semi-indépendance par autoadhésivité ou par fixations mécaniques. Les revêtements d'étanchéité peuvent aussi être posés en adhérence par soudure sur un lit supérieur de panneaux en perlite expansée (fibrée) ou de laine de roche surfacés bitume. Les toitures visées sont inaccessibles avec protection meuble ou végétalisées, techniques ou à zones techniques protégées par dalles préfabriquées en béton, hors chemin de nacelle.

Sur les éléments porteurs suivants :

- Maçonnerie conformes aux normes NF DTU 20.12 et NF DTU 43.1 :
  - terrasses et toitures inaccessibles, y-compris les chemins de circulation et les toitures destinées à la rétention temporaire des eaux pluviales ;
  - toitures-terrasses techniques ou à zones techniques protégées par dalles préfabriquées en béton, hors *chemin de nacelle* (les charges admissibles sont indiquées au *tableau 15*) ;
  - terrasses et toitures végétalisées, selon l'Avis Technique du procédé de végétalisation (les charges admissibles sont indiquées au *tableau 15*) ;
  - sur locaux à faible, moyenne, forte ou très forte hygrométrie (fixations mécaniques exclues);
  - en climat de plaine, ou de montagne sous protection lourde ou sous porte-neige.

- Dalles de béton cellulaire autoclavé armé, bénéficiant d'un Avis Technique justifiant leur utilisation en tant que support d'isolation et d'étanchéité :
  - terrasses et toitures inaccessibles, y-compris les chemins de circulation et les toitures destinées (hors rétention temporaire des eaux pluviales);
  - toitures-terrasses techniques ou à zones techniques protégées par dalles préfabriquées en béton, hors *chemin de nacelle* (les charges admissibles sont indiquées au *tableau 15*) ;
  - terrasses et toitures végétalisées, selon l'Avis Technique du procédé de végétalisation (les charges admissibles sont indiquées au *tableau 15*) ;
  - sur locaux à faible ou moyenne hygrométrie ;
  - en climat de plaine.
- Tôle d'acier nervurée :
  - conforme au NF DTU 43.3 P1 ;
  - permettant de dissimuler les fixations mécaniques en sous-face, conforme à un Document Technique d'Application (Hacierco FI, Parasteel 42, Parasteel 42 TFH);
  - ou dont l'ouverture haute de nervure (*Ohn*) est supérieure à 70 mm (et  $\leq 200$  mm), TAN à grande ouverture haute de nervure, conforme au 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, dans les départements européens » (*e-Cahier du CSTB 3537\_V2* de janvier 2009) pour les toitures avec des versants plans (*l'épaisseur minimum du panneau Knauf Therm TTI Se est indiquée au tableau 5*) à l'exception des revêtements auto-adhésifs,
  - terrasses et toitures inaccessibles, y-compris les chemins de circulation;
  - toitures-terrasses techniques ou à zones techniques protégées par dalles préfabriquées en béton (*la charge maximale admissible des panneaux Knauf Therm TTI Se est de 30 kPa*) ;
  - terrasses et toitures végétalisées, selon l'Avis Technique du procédé de végétalisation (les charges admissibles sont indiquées dans l'Avis Technique du procédé de végétalisation) ;
  - sur locaux à faible, moyenne ou forte hygrométrie ;
  - sur locaux à très forte hygrométrie, dans le cas de tôles d'acier nervurées sous Avis Technique visant favorablement cette destination d'emploi et dans le cadre du procédé Parasteel 42 TFH de la société Icopal SAS.
  - en climat de plaine, ou de montagne sous porte-neige.
- Bois et panneaux à base de bois conformes à la norme NF DTU 43.4 ou en éléments porteurs non traditionnels bénéficiant d'un Document Technique d'Application justifiant leur utilisation en tant que support d'isolation et d'étanchéité :
  - terrasses et toitures inaccessibles, y-compris les chemins de circulation et les toitures destinées (hors rétention temporaire des eaux pluviales);
  - toitures-terrasses techniques ou à zones techniques protégées par dalles préfabriquées en béton, hors *chemin de nacelle* (la charge maximale admissible des panneaux Knauf Therm TTI Se et Knauf Therm TTI Se AA est de 30 kPa) ;
  - terrasses et toitures végétalisées, selon l'Avis Technique du procédé de végétalisation (les charges admissibles sont indiquées dans l'Avis Technique du procédé de végétalisation) ;
  - sur locaux à faible ou moyenne hygrométrie ;
  - en climat de plaine, ou de montagne sous porte-neige.

En travaux neufs ou de réfections selon la norme NF DTU 43.5.

L'emploi des panneaux isolants collés et sous un revêtement apparent auto-adhésif est limité aux colles citées au §3.32 b et aux zones de pression de vent définies dans le Document Technique d'Application du revêtement d'étanchéité.

L'emploi des panneaux isolants sous un revêtement fixé mécaniquement est admis en tout site et zones de vent.

L'emploi en pose libre des panneaux isolants sous une protection meuble peut apporter des limitations des zones de vent (cf § 5.221).

L'emploi en pose libre des panneaux isolants sous terrasses et toitures végétalisées peut apporter des limitations de zones de vent selon l'Avis Technique du procédé de végétalisation.

L'emploi en pose collée des panneaux isolants sous un revêtement avec protection dure est limité aux zones de pression de vent définies dans le Document Technique d'Application du revêtement d'étanchéité.

L'emploi des panneaux isolants sous un revêtement apparent adhérent est limité aux zones de pression de vent, aux épaisseurs maximum totales admissibles et aux pentes maximales définies dans le Document Technique d'Application du lit supérieur en panneaux de perlite expansée (fibrée) ou de laine de roche surfacés bitume.

#### *Emploi en climat de montagne sous porte neige*

Ce procédé peut être employé en partie courante, associé à un porte neige, dans les conditions prévues par le NF DTU 43.11 et le « Guide des toitures en climat de montagne » (*Cahier du CSTB 2267-2*) de septembre 1988 pour les éléments porteurs en TAN, bois et panneaux à base de bois.

## 2.2 Appréciation sur le procédé

### 2.2.1 Satisfaction aux lois et règlements en vigueur et autres qualités d'aptitude à l'emploi

#### Sécurité en cas d'incendie

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

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

Le comportement au feu des toitures mises en œuvre sous une protection lourde conformes à celles de l'arrêté du 14 février 2003 satisfont aux exigences vis-à-vis du feu extérieur (art. 5 de l'arrêté du 14 février 2003) ; le procédé avec d'autres protections rapportées n'est pas classé.

Le classement de tenue au feu des revêtements apparents est indiqué dans les Documents Techniques d'Application particuliers aux revêtements et au *paragraphe B* du Dossier Technique.

#### *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.

#### Toitures avec élément porteur TAN :

Sur élément porteur tôle d'acier nervurée, l'AVIS ne vise que les bâtiments relevant du Code du Travail dont la hauteur du plancher le plus haut ne dépasse pas 8 m.

La Commission Chargée de formuler les Avis Techniques (CCFAT) a demandé, lors de sa 66<sup>ème</sup> réunion du 28 novembre 2001, que soit indiqué pour information « le comportement au feu relevant de la caractérisation de la toxicité et de l'opacité des fumées » selon des « méthodes définies par un groupe d'experts ». Le document du CSTB n° TRT-02-034 du 16 janvier 2002 donne la liste des méthodes normalisées pour mesurer l'opacité des fumées et pour analyser les gaz.

Le *tableau 14* donne des valeurs moyennes d'opacité de fumée mesurées par le LNE (cf. § B du Dossier Technique).

Le *tableau 13* donne une analyse des gaz émis en cas de dégradation thermique du matériau. Ces quantités moyennes de gaz ont été déterminées à partir des valeurs mesurées par le LNE (cf. § B du Dossier Technique).

#### Prévention des accidents lors de la mise en œuvre ou 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'Equipements de Protection Individuelle (EPI). La FDS est disponible auprès de la Société Knauf SAS.

#### Pose en zone sismique

Selon la réglementation sismique définie par :

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

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

## Isolation thermique

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

Le *paragraphe 3.23* du Dossier Technique donne les résistances thermiques du panneau isolant certifiées par l'ACERMI pour l'année 2018. Il appartiendra cependant à l'utilisateur de vérifier que le certificat ACERMI est toujours valide ; faute de quoi, il y aurait lieu de se reporter aux Règles Th-U pour déterminer la résistance thermique utile de l'isolant.

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

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.

Les panneaux de faibles épaisseurs ne peuvent être mis en œuvre que sur les ouvrages où la réglementation thermique n'est pas applicable.

## Acoustique

Les performances acoustiques des systèmes constituent des données nécessaires à l'examen de la conformité d'un bâtiment vis-à-vis de la réglementation acoustique en vigueur :

- Arrêté du 30 juin 1999 relatif aux bâtiments d'habitation ;
- Arrêté du 25 avril 2003 relatif aux hôtels, établissements d'enseignement et de santé ;
- Arrêté du 13 avril 2017 relatif aux travaux de rénovation en zones exposées au bruit.

Les performances acoustiques n'ont pas été évaluées sur ce procédé.

## Données environnementales

Les panneaux KNAUF Therm TTI Se et KNAUF Therm TTI Se AA disposent d'une Déclaration Environnementale (DE).

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

## 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.

### 2.2.2 Durabilité – entretien

Dans le domaine d'emploi proposé, la durabilité du procédé isolant KNAUF Therm TTI est satisfaisante.

#### Entretien

Cf. les normes NF DTU série 43.

### 2.2.3 Fabrication et contrôle

Cet Avis est formulé en prenant en compte les contrôles et modes de vérification de fabrication décrits dans le Dossier Technique Etabli par le Demandeur (DTED).

### 2.2.4 Mise en œuvre

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

## 2.3 Prescriptions Techniques

### 2.31 Supports 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 avec modificatif n° 4 de février 2009 etc. En outre, dans le cas d'un support en panneaux sandwichs, le Document Technique d'Application précisera si l'ancrage doit se faire dans le parement supérieur ou inférieur du système.

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

a) L'emploi d'attelages de fixations mécaniques pour la liaison des panneaux isolants, et/ou celle du revêtement d'étanchéité, doit être précédé d'une vérification systématique des valeurs d'ancrage des fixations envisagées dans le cas de supports en :

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

conformément au CPT commun de l'e-Cahier du CSTB 3564 de juin 2006.

b) L'usage de fixation mécanique est exclu au-dessus de locaux à très

forte hygrométrie ( $\frac{W}{n} > 7,5 \text{ g/m}^3$ ), sauf lorsque les panneaux

KNAUF Therm TTI Se sont associés au procédé Parasteel 42 TFH de la société Icopal SAS.

### 2.33 Limitations d'emploi pour la mise en œuvre

#### Fixations mécaniques des panneaux sous un revêtement autoadhésif et apparent

Le procédé KNAUF Therm TTI est destiné aux toitures établies à une hauteur de 20 m au plus, conformément aux NF DTU 43.3 P1-1 et NF DTU 43.4 P1-1, lorsque les panneaux isolants sont fixés mécaniquement.

### 2.34 Implantation des zones techniques, sous protection lourde

Pour les zones techniques, les Documents Particuliers du Marché précisent, lorsqu'il y a en toiture des équipements qui justifient le traitement de la toiture en zone(s) technique(s), l'implantation et la surface de ces zones.

Dans le cas de toitures sur éléments porteurs en tôles d'acier nervurées (TAN), ou en bois ou panneaux dérivés du bois, la surface unitaire de la zone technique ou de chaque partie constituant chaque zone technique ne sera jamais inférieure à 200 m<sup>2</sup>.

### 2.35 Cas de la réfection

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

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

#### Addendum

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

## Conclusions

### Appréciation globale

L'utilisation du produit / système / procédé dans le domaine d'emploi accepté est appréciée favorablement.

### Validité

A compter de la date de publication présente en première page et jusqu'au 30 juin 2023 (date de la fin de validité décidée en GS arrondie au dernier jour du mois).

Pour le Groupe Spécialisé n° 5.2  
Le Président

## 3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

Les panneaux Knauf Therm TTI Th36 SE et Knauf Therm TTI Th36 SE BA ont fait l'objet du Document Technique d'Application 5/09-2067.

Le présent Avis intègre les modifications suivantes :

- Le remplacement des dénominations « Knauf Therm TTI Th36 SE » et « Knauf Therm TTI Th36 SE BA » par « KNAUF Therm TTI Se AA » et « Knauf Therm TTI Se » ;
- Ajout du site de production de St Philbert du Peuple (49160) ;
- Revendication de l'épaisseur de 400 mm (épaisseur maxi en un lit et épaisseur totale maxi en deux lits) ;
- Dans le cas de la pose des panneaux Knauf Therm TTI Se AA par collage sous un revêtement d'étanchéité auto-adhésif, limitation des colles à base de polyuréthane visées (cf. §3.32 du *Dossier Technique*) et suppression des colles bitumineuses,
- Utilisation des panneaux Knauf Therm TTI Se comme lit inférieur d'une isolation composée avec un lit supérieur en laine de roche ;
- Pose en deux lits collés sous revêtements auto-adhésif ;
- Ajout de l'isolation des acrotères, exclusivement avec les revêtements d'étanchéité synthétiques ; Découpe des panneaux sur chantier au fil chaud.

Dans le cas de la pose des panneaux par collage sous un revêtement auto-adhésif, seules les colles visées dans ce Document Technique d'Application peuvent être utilisées, même si les Documents Techniques d'Application des revêtements d'étanchéité peuvent viser d'autres types de colles.

Dans le cas d'un procédé composé d'un panneau de laine de roche et d'un (ou plusieurs) panneau(x) KNAUF Therm TTI Se visant les toitures-terrasses techniques ou végétalisées, le panneau de laine de roche doit être de classe C.

Pour le Groupe Spécialisé n° 5.2  
Le Rapporteur

# Dossier Technique

## établi par le demandeur

## A. Description

### 1. Principe

Le procédé KNAUF Therm TTI est constitué des panneaux isolants thermiques non porteurs de polystyrène expansé suivants :

- Panneaux Knauf Therm TTI Se
  - de dimensions longueur x largeur 1 200 x 1 000 mm, ou 1 770 x 1 200 mm lorsqu'il est associé aux procédés Parasteel 42 et Parasteel 42 TFH,
  - en un ou deux lits d'épaisseur totale maximum de 400 mm, ou
  - comme lit inférieur d'une isolation composée avec panneau supérieur de perlite expansée (fibrée) ou de laine de roche d'épaisseur maximale 50 mm et pour une épaisseur totale maximum de 450 mm.
- Panneaux Knauf Therm TTI Se AA
  - de dimensions longueur x largeur 1 200 x 1 000 mm,
  - en un ou deux lits d'épaisseur totale maximum de 400 mm

Seuls les panneaux Knauf Therm TTI Se AA peuvent être mis en œuvre en pose collée, comme support de revêtements d'étanchéité autoadhésive.

### 2. Destination du produit

Le procédé KNAUF Therm TTI s'emploie comme support de revêtements d'étanchéité (cf. *tableau 6*) :

- apparents posés en semi-indépendance par autoadhésivité ou par fixations mécaniques ou en adhérence sur un lit supérieur de panneaux en perlite expansée (fibrée) ou de laine de roche surfacés bitume, des toitures inaccessibles;
- ou sous protection lourde, posés en indépendance ou en semi-indépendance par autoadhésivité ou par fixations mécaniques. Les revêtements d'étanchéité peuvent aussi être posés en adhérence par soudure sur un lit supérieur de panneaux en perlite expansée (fibrée) ou de laine de roche surfacés bitume. Les toitures visées sont inaccessibles avec protection meuble ou végétalisées, techniques ou à zones techniques protégées par dalles préfabriquées en béton, hors chemin de nacelle.

Sur les éléments porteurs suivants :

- Maçonnerie conformes aux normes NF DTU 20.12 et NF DTU 43.1 :
  - terrasses et toitures inaccessibles, y-compris les chemins de circulation et les toitures destinées à la rétention temporaire des eaux pluviales ;
  - toitures-terrasses techniques ou à zones techniques protégées par dalles préfabriquées en béton, hors *chemin de nacelle* (*les charges admissibles sont indiquées au tableau 15*) ;
  - terrasses et toitures végétalisées, selon l'Avis Technique du procédé de végétalisation (*les charges admissibles sont indiquées au tableau 15*) ;
  - sur locaux à faible, moyenne, forte ou très forte hygrométrie (fixations mécaniques exclues);
  - en climat de plaine, ou de montagne sous protection lourde ou sous porte-neige.
- Dalles de béton cellulaire autoclavé armé, bénéficiant d'un Avis Technique justifiant leur utilisation en tant que support d'isolation et d'étanchéité :
  - terrasses et toitures inaccessibles, y-compris les chemins de circulation et les toitures destinées (hors rétention temporaire des eaux pluviales);
  - toitures-terrasses techniques ou à zones techniques protégées par dalles préfabriquées en béton, hors *chemin de nacelle* (*les charges admissibles sont indiquées au tableau 15*) ;
  - terrasses et toitures végétalisées, selon l'Avis Technique du procédé de végétalisation (*les charges admissibles sont indiquées au tableau 15*) ;
  - sur locaux à faible ou moyenne hygrométrie ;
  - en climat de plaine.

- Tôle d'acier nervurée :
  - conforme au NF DTU 43.3 P1 ;
  - permettant de dissimuler les fixations mécaniques en sous-face, conforme à un Document Technique d'Application (Hacierco FI, Parasteel 42, Parasteel 42 TFH) ;
  - ou dont l'ouverture haute de nervure (*Ohn*) est supérieure à 70 mm (et  $\leq 200$  mm), TAN à grande ouverture haute de nervure, conforme au 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, dans les départements européens » (*e-Cahier du CSTB 3537\_V2* de janvier 2009) pour les toitures avec des versants plans (*l'épaisseur minimum du panneau Knauf Therm TTI Se est indiquée au tableau 5*) à l'exception des revêtements auto-adhésifs,
  - terrasses et toitures inaccessibles, y-compris les chemins de circulation;
  - toitures-terrasses techniques ou à zones techniques protégées par dalles préfabriquées en béton (*la charge maximale admissible des panneaux Knauf Therm TTI Se est de 30 kPa*) ;
  - terrasses et toitures végétalisées, selon l'Avis Technique du procédé de végétalisation (*les charges admissibles sont indiquées dans l'Avis Technique du procédé de végétalisation*) ;
  - sur locaux à faible, moyenne ou forte hygrométrie ;
  - sur locaux à très forte hygrométrie, dans le cas de tôles d'acier nervurées sous Avis Technique visant favorablement cette destination d'emploi et dans le cadre du procédé Parasteel 42 TFH de la société Icopal SAS.
  - en climat de plaine, ou de montagne sous porte-neige.
- Bois et panneaux à base de bois conformes à la norme NF DTU 43.4 ou en éléments porteurs non traditionnels bénéficiant d'un Document Technique d'Application justifiant leur utilisation en tant que support d'isolation et d'étanchéité :
  - terrasses et toitures inaccessibles, y-compris les chemins de circulation et les toitures destinées (hors rétention temporaire des eaux pluviales);
  - toitures-terrasses techniques ou à zones techniques protégées par dalles préfabriquées en béton, hors *chemin de nacelle* (*la charge maximale admissible des panneaux Knauf Therm TTI Se et Knauf Therm TTI Se AA est de 30 kPa*) ;
  - terrasses et toitures végétalisées, selon l'Avis Technique du procédé de végétalisation (*les charges admissibles sont indiquées dans l'Avis Technique du procédé de végétalisation*) ;
  - sur locaux à faible ou moyenne hygrométrie ;
  - en climat de plaine, ou de montagne sous porte-neige.

En travaux neufs ou de réfections selon la norme NF DTU 43.5.

L'emploi des panneaux isolants collés et sous un revêtement apparent auto-adhésif est limité aux colles citées au §3.32 b et aux zones de pression de vent définies dans le Document Technique d'Application du revêtement d'étanchéité.

L'emploi des panneaux isolants sous un revêtement fixé mécaniquement est admis en tout site et zones de vent.

L'emploi en pose libre des panneaux isolants sous une protection meuble peut apporter des limitations des zones de vent (cf § 5.221).

L'emploi en pose libre des panneaux isolants sous terrasses et toitures végétalisées peut apporter des limitations de zones de vent selon l'Avis Technique du procédé de végétalisation.

L'emploi en pose collée des panneaux isolants sous un revêtement avec protection dure est limité aux zones de pression de vent définies dans le Document Technique d'Application du revêtement d'étanchéité.

L'emploi des panneaux isolants sous un revêtement apparent adhérent est limité aux zones de pression de vent, aux épaisseurs maximum totales admissibles et aux pentes maximales définies dans le Document Technique d'Application du lit supérieur en panneaux de perlite expansée (fibrée) ou de laine de roche surfacés bitume.

#### Emploi en climat de montagne sous porte neige

Ce procédé peut être employé en partie courante, associé à un porte neige, dans les conditions prévues par le « Guide des toitures en climat de montagne » (*Cahier du CSTB 2267-2*) de septembre 1988 pour les éléments porteurs en TAN, bois et panneaux à base de bois.

### 3. Matériaux

#### 3.1 Définition des panneaux

Polystyrène expansé de couleur blanche obtenu en blocs par moulage selon le procédé dit voie humide discontinue.

#### 3.2 Caractérisation du panneau

##### 3.2.1 Spécifications

Cf. *tableau 1* en fin de Dossier Technique.

Les panneaux sont conformes à la norme NF EN 13163.

##### 3.2.2 Autres caractéristiques (à titre indicatif)

Cf. *tableau 2* en fin de Dossier Technique.

##### 3.2.3 Résistance thermique

Le *tableau 3* en fin de Dossier Technique donne, pour chaque épaisseur, la résistance thermique utile à prendre en compte pour le calcul des coefficients de déperdition thermique. Les valeurs sont celles du Certificat ACERMI n° 03/007/182 en cours de validité en 2018. Il appartiendra à l'utilisateur de se référer au Certificat ACERMI de l'année en cours.

A défaut d'un certificat valide, les résistances thermiques utiles de l'isolant seront calculées en prenant en compte soit la valeur forfaitaire de conductivité thermique du fascicule 2/5 « Matériaux » des Règles Th-U en cours, soit en multipliant par 0,85 la résistance thermique déclarée.

#### 3.3 Autres matériaux

##### 3.3.1 Matériaux pour écrans pare-vapeur

L'écran pare-vapeur et son jointoiement sont définis par les normes NF DTU série 43 de référence ou par le Document Technique d'Application du revêtement d'étanchéité, correspondant à l'élément porteur.

Dans le cas où l'élément porteur est constitué de dalles en béton cellulaire autoclavé armé, l'écran pare-vapeur doit être prescrit selon l'Avis Technique particulier de ces dalles.

Sur les tôles d'acier nervurées perforées ou crevées, lorsque une performance d'absorption acoustique de la toiture est recherchée, est mis en œuvre le pare-vapeur de référence AIRCOUSTIC conforme au NF DTU 43.3, fabriqué par la société Airisol : voile de verre 230 g/m<sup>2</sup> collé sur feuille d'aluminium d'épaisseur 40 µm. La face voile de verre est mise en œuvre sur l'élément porteur conformément au NF DTU 43.3.

##### 3.3.2 Accessoires de fixation

a) Les colles à froid pour le collage de l'isolant, sous un revêtement indépendant et protection rapportée :

- Elles doivent avoir fait l'objet d'un avis favorable du Groupe Spécialisé n° 5.2, dans le cadre d'un Document Technique d'Application de revêtement d'étanchéité.

- Elles sont compatibles avec l'isolant. La compatibilité est mesurée par la cohésion transversale utile (selon la norme NF EN 1607) de l'assemblage par la colle. Après 7 jours de séchage sans pression, la rupture ne doit pas se produire dans le plan de collage. Dans le cas contraire, l'avis formulé au revêtement comporte les justifications appropriées.

Les colles PAR et PUR GLUE (Icopal), SOPRACOLLE et COLTACK (Sopréma), IKOpro Colle Bitume ISOMATIC et IKOpro Colle PU (Meple), MASTIC HYRÈNE et INSTA STIK (Axter), DERBIMASTIC (Derbigum France) ont été vérifiées compatibles.

b) Sous un revêtement autoadhésif associé à :

Un panneau Knauf Therm TTI Se AA collé :

- Les colles à base de polyuréthane PUR GLUE (Icopal), IKO pro colle PU (Meple), HYRA STICK (Axter), INSTA-STICK (Axter), définies et dont la consommation est décrite dans le Document Technique d'Application du revêtement d'étanchéité.

Un panneau Knauf Therm TTI Se fixé mécaniquement :

- Les attelages de fixations mécaniques, éléments de liaison et plaquettes décrits par les normes P 84 série 200 (réf. DTU série 43), et conformes au CPT commun de l'*e-Cahier du CSTB 3564* de juin 2006 pour le support de dalles en béton cellulaire autoclavé armé.

c) Les attelages de fixation mécanique sous un revêtement fixé mécaniquement ou adhérent :

- Les attelages de fixations mécaniques, éléments de liaison et plaquettes décrits par les normes P 84 série 200 (réf. DTU série 43), et conformes au CPT commun de l'*e-Cahier du CSTB 3564* de juin 2006 pour le support de dalles en béton cellulaire autoclavé armé.

- Les attelages de fixations mécaniques prescrits par le Document Technique d'Application du revêtement d'étanchéité fixé mécaniquement avec une plaquette de surface correspondant à une plaquette de  $\varnothing \geq 70$  mm selon l'*e-Cahier du CSTB 3564*, y-compris les attelages à rupture de pont thermique.

- Les attelages de fixations mécaniques prescrits par le Document Technique d'Application des panneaux de lit supérieur de perlite expansée (fibrée) ou de laine de roche. Dans le cas des panneaux en laine de roche les fixations mécaniques sont de type « solide au pas ».

##### 3.3.3 Couche de séparation chimique

Se reporter à l'Avis Technique du revêtement d'étanchéité : voile de verre, non-tissé polyester.

##### 3.3.4 Écran d'indépendance

Voile de verre 100 g/m<sup>2</sup> conforme aux normes DTU série 43 P1-2 ou se reporter au Document Technique d'Application du revêtement d'étanchéité.

##### 3.3.5 Matériau en feuille pour écran thermique entre isolant et étanchéité

Pour les parties courantes :

- Feuille de bitume modifiée par élastomère SBS d'épaisseur minimum 2,5 mm, avec armature voile de verre et autoprotection minérale définie dans le Document Technique d'Application du revêtement ;  
ou
- Tout autre système décrit dans le Document Technique d'Application du revêtement d'étanchéité.

Pour les relevés et émergences :

- Écran thermique de même nature qu'en partie courante ;  
ou
- Tout autre système décrit dans le Document Technique d'Application du revêtement d'étanchéité.

##### 3.3.6 Matériaux d'étanchéité

- On utilise les revêtements d'étanchéité indépendants sous protection lourde, semi-indépendants par autoadhésivité ou fixés mécaniquement, faisant l'objet d'un Document Technique d'Application visant l'application sur polystyrène expansé.

Les revêtements d'étanchéité doivent avoir le classement « FIT » minimum suivant :

- sous-classe « L3 » lorsqu'ils sont autoprotégés,
- sous-classe « L4 » avec un revêtement monocouche, et lorsqu'ils sont mis en œuvre sous granulats ou sous dalles techniques,
- I5 pour les terrasses et toitures végétalisées

Les revêtements d'étanchéité indépendants sous protection lourde, ou semi-indépendants apparents par fixations mécaniques, sont également utilisables lors que le lit supérieur est constitué de panneaux de perlite expansée (fibrée) ou de laine de roche.

- On utilise les revêtements d'étanchéité en asphalte sous Avis Technique, ou mixte à base d'asphalte bénéficiant d'un Avis Technique, avec protection lourde si nécessaire définie dans leur Avis Technique.

Sous un revêtement à base d'asphalte, le panneau KNAUF Therm TTI Se est mis en œuvre en lit inférieur d'une d'isolation composée, sous un lit supérieur de perlite expansée (fibrée) ou de laine de roche bénéficiant d'un Document Technique d'Application.

- On utilise les revêtements mis en œuvre en adhérence totale sur panneaux de lit supérieur de perlite expansée (fibrée) ou de laine de roche parementé bitume et film thermofusible, bénéficiant d'un Document Technique d'Application.

##### 3.3.7 Protection rapportée lorsque nécessaire

La protection meuble par granulats, pour terrasses inaccessibles, est conforme à la NF DTU série 43 P1-2.

La protection par dalles préfabriquées en béton pour les toitures techniques ou zones techniques, et leur couche de désolidarisation, sont conformes aux normes DTU série 43 P1-2.

La protection par végétalisation extensive ou semi-intensive est conforme à son Avis Technique.

---

## 4. Fabrication et contrôles

---

### 4.1 Centres de fabrication

Knauf Est (68190 Ungersheim)

Knauf Île-de-France (77130 Marolles-sur-Seine)

Knauf Sud-Est site de Saint-André-le-Gaz (38490)

Knauf Sud-Est site de Rousset (13790),

Knauf Sud-Ouest (31770 Colomiers)

Knauf Ouest site de Cournon (56204)

Knauf Ouest site de St Philbert du Peuple (49160)

Le système de management intégré QHSE des usines est certifié ISO 9001 :2015 (management de la qualité) et OHSAS 18001 :2007 (management de la santé et de la sécurité au travail).

### 4.2 Fabrication

Utilisation de matière première en polystyrène expansible certifiée par le LNE.

La fabrication des panneaux en polystyrène expansé est réalisée par moulage par voie humide comportant principalement les étapes suivantes :

- une phase d'expansion suivie d'une phase de stabilisation en trémie,
- une phase de moulage en blocs,
- une phase de stabilisation des blocs,
- une découpe des blocs en panneaux dans l'épaisseur et dimensions souhaitées,
- un emballage des panneaux (hauteur maximum des paquets de 60 cm),
- une phase de stabilisation en colis, avant expédition.

### 4.3 Identification, conditionnement, étiquetage, stockage

#### 4.3.1 Identification et étiquetage

Au moins un panneau par colis porte l'impression de son appellation commerciale. Chaque colis porte une étiquette précisant nom du produit, usine d'origine, dimensions, épaisseur, numéro de lot, date de découpe, résistance et conductivité thermique déclarées, numéro de certificat ACERMI, Euroclasse, marquage CE et numéro du Document Technique d'Application.

#### 4.3.2 Conditionnement

Il se fait sous film polyéthylène en colis de 1,3 m<sup>3</sup> environ. Les colis sont empilés sur cales.

#### 4.3.3 Stockage

Les blocs et les panneaux en colis sont stabilisés en usine avant expédition de façon à respecter les spécifications de variation dimensionnelle du *tableau 1*. La durée totale de stockage en usine des blocs et des panneaux est de :

- 5 jours au moins pour les panneaux Knauf Therm TTI Se
- 21 jours au moins pour les panneaux Knauf Therm TTI Se AA

Ces durées de stockage sont validées périodiquement par des mesures de variations dimensionnelles effectuées selon §4.4 du Dossier Technique.

Un stockage sous emballage d'origine est demandé à tous les dépositaires ainsi qu'aux entrepreneurs sur les chantiers.

### 4.4 Contrôle de fabrication (nomenclature)

#### 4.4.1 Contrôles réalisés dans toutes les usines

a) Sur matières premières :

Vérification de la traçabilité de la matière première.

b) En cours de fabrication :

Après pré-expansion : masse volumique apparente ;

Sur blocs : pesée.

c) Sur produits finis :

- À chaque production : densité selon EN 1602, dimensions selon EN 822, épaisseur selon EN 823, équerrage selon EN 824, planéité selon EN 825 ;
- Une fois par semaine : compression à 10 % selon EN 826, allumabilité selon NF EN 11925-2, conductivité thermique selon EN 12667 ;
- Au mois une fois par mois : variation dimensionnelle après 48 h à 80 °C ≤ 3,8 mm/m conformément au protocole de la norme EN 1604 ;

- Pour les TAN de grande ouverture haute de nervure (*Ohn* > 70 mm) (cf. *tableau 5*), une fois par semestre pour les épaisseurs minimales et maximales produites par chaque usine : charge statique concentrée de rupture en porte-à-faux selon le § 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, dans les départements européens » (*e-Cahier du CSTB 3537\_V2* de janvier 2009) ;
- Une fois par semestre : traction perpendiculaire selon EN 1607.

#### 4.4.2 Contrôles complémentaires

Au moins une fois par an au centre d'essai du Pôle Recherche et Développement KNAUF : variation dimensionnelle résiduelle à 20 °C sur éprouvette après stabilisation à 80 °C selon le *Cahier du CSTB 2662\_V2* (juillet 2010) § 4.31

L'ensemble des spécifications et du plan de contrôle est supervisé par le Pôle Recherche et Développement KNAUF.

---

## 5. Mise en œuvre

---

Principe : les panneaux isolants sont posés libres, collés à froid ou fixés mécaniquement ; puis le revêtement d'étanchéité est mis en œuvre en indépendance ou en semi-indépendance conformément à son Document Technique d'Application, et à l'Avis Technique du procédé de végétalisation (cf. *tableaux 6 et 12*). Avec un lit supérieur de perlite expansée (fibrée) ou de laine de roche, le revêtement d'étanchéité est posé en indépendance, en semi-indépendance ou en pleine adhérence conformément au Document Technique d'Application des panneaux de perlite expansée (fibrée) ou de laine de roche.

Seuls les panneaux Knauf Therm TTI Se AA peuvent être mis en œuvre en pose collée, avec les colles citées au § 3.32 b, en support de revêtements d'étanchéité autoadhésive. Ces panneaux peuvent également être mis en œuvre avec le même domaine d'emploi que les panneaux Knauf Therm TTI Se.

### 5.1 Mise en œuvre du pare-vapeur

- Soit conformément aux normes NF DTU série 43 P1-1 ;
- Soit selon les dispositions décrites dans le Document Technique d'Application du revêtement ;
- Cas particuliers du support de dalles de béton cellulaire autoclavé armé : les Avis Techniques des dalles indiquent la constitution du pare-vapeur et le traitement des joints sur appuis des dalles si une isolation thermique est prévue ;
- Cas particulier de la réhabilitation thermique sur toiture existante : après révision de l'ancienne étanchéité selon les prescriptions de la norme NF DTU 43.5, l'ancienne étanchéité asphaltée ou bitumineuse peut constituer, le cas échéant, le pare-vapeur.
- Cas particulier des locaux à forte hygrométrie ou des planchers chauffants n'assurant qu'une partie du chauffage : le pare-vapeur en bitume élastomérique 35 Alu avec surface sablée conforme au Document Technique d'Application du revêtement d'étanchéité est collée sur EIF. Les panneaux Knauf Therm TTI Se AA support de revêtement d'étanchéité apparents auto-adhésifs sont collés à froid
- Cas particulier des locaux à très forte hygrométrie ou planchers chauffants assurant la totalité du chauffage : le pare-vapeur en bitume élastomérique 35 Alu avec surface sablée associé à une couche de diffusion conformes à la norme NF DTU 43.1 est soudé en plein sur EIF. Les panneaux Knauf Therm TTI Se AA support de revêtement d'étanchéité apparents auto-adhésifs sont collés à froid.
- Les pare-vapeur Alu avec une sous-face soudable sont exclus.

### 5.2 Mise en œuvre des panneaux isolants

#### 5.2.1 Généralités

Une organisation spécifique du chantier doit permettre de prévenir à tout moment, et en particulier en fin de journée, l'humidification de l'isolant. Ces dispositions sont décrites dans le Document Technique d'Application du revêtement d'étanchéité. La pose du pare-vapeur, de la couche isolante, du revêtement d'étanchéité et de la protection (éventuelle) est coordonnée pour assurer la mise hors d'eau et lestage dans une même opération :

- Les panneaux de chaque lit d'isolant sont posés en quinconce et jointifs, et en relation avec le revêtement d'étanchéité dans les conditions des *tableaux 6 à 11* ;
- soit par des plots ou cordons de colle à froid, l'application de la colle (quantité, répartition ...) étant décrite dans le Document Technique d'Application du revêtement et au § 5.2.23,
- soit posés libres,
- soit par des attelages de fixations mécaniques.

Dans le cas de la pose en plusieurs lits d'isolants, les joints entre chaque lit d'isolant sont décalés.

En lit inférieur posé directement sur tôle d'acier nervurée d'ouverture haute de nervure Ohn inférieure ou égale à 70 mm, conforme au NF DTU 43.3 P1 ou à un Avis Technique, l'épaisseur minimale des panneaux KNAUF Therm TTI Se est de 50 mm.

Sur les éléments porteurs courbes, les panneaux KNAUF Therm TTI Se et Knauf Therm TTI Se AA sont découpés selon le rayon de courbure du support, avec un rayon minimum de 1 m, et posés en un lit unique.

Les panneaux KNAUF Therm TTI Se et Knauf Therm TTI Se AA sont découpés sur chantier à l'aide d'une scie pour des panneaux d'épaisseur maximale 200 mm ou d'un découpeur à fil chaud compatible avec les panneaux de polystyrène expansé.

Le décaissé au droit des entrées d'eaux pluviales est réalisé à l'aide de panneaux d'épaisseur inférieure à celle des panneaux de partie courante.

## 5.22 Mise en œuvre des panneaux isolants en association avec les revêtements d'étanchéité

Les *tableaux 6 à 11* indiquent les différentes possibilités.

### 5.221 Cas particulier du revêtement indépendant sous protection lourde (voir *tableau 7*)

Les panneaux isolants sont posés en un ou plusieurs lits :

- soit libres sans limitation de surface et à condition de lester à l'avancement des travaux :
  - sous protection par dalles préfabriquées en béton
  - sous protection lourde meuble, jusqu'à une dépression au vent extrême de 3 927 Pa selon les Règles V 65 modifiées
- soit collés à froid par des plots ou des cordons de colle à froid (voir § 3.32 a), avec une consommation et une répartition conformes à celles du Document Technique d'Application du revêtement d'étanchéité
- soit à l'aide de fixations mécaniques préalables, sauf dans le cas de locaux à très forte hygrométrie et de planchers chauffants (voir § 5.222)

### 5.222 Cas particulier du revêtement fixé mécaniquement, apparent ou sous protection lourde (voir *tableau 8*)

Les panneaux isolants sont posés à l'aide de fixations mécaniques préalables (voir § 3.32 c) à raison :

- d'une fixation au moins par panneau de dimensions 1200x1000 mm
- de deux fixations au moins dans chaque caisson de bac Parasteel 42 par panneau de dimensions 1770x1200 mm (voir § 5.226).

Les panneaux isolants du 1<sup>er</sup> lit ou du lit intermédiaire peuvent être posés libres.

### 5.223 Cas particulier du revêtement auto-adhésif, apparent ou sous protection lourde (voir *tableaux 9a et 9b*)

Les panneaux isolants sont posés :

- soit à l'aide de fixations mécaniques (voir § 3.32 c) de densité conforme aux DTU de la série 43 et aux Avis techniques des éléments porteurs,
- soit collés à froid (voir § 3.32 b) sur la face sablée d'un pare-vapeur conforme au Document Technique d'Application du revêtement d'étanchéité et soudé en adhérence à l'élément porteur.

Dans le cas de la pose en deux lits :

- le premier lit est posé libre si le deuxième lit est fixé mécaniquement,
- le premier lit est collé à froid si le deuxième lit est collé à froid.

La mise en œuvre des colles à froid est la suivante :

- Colle PUR GLUE, pour un ou deux lits d'isolant, selon le DTA Adepart JS n° 5.2/17-2547\_V1.

Le support doit être sec et à une température  $\geq +5$  °C.

Les panneaux Knauf Therm TTI Se AA sont collés en un ou deux lits par cordons de colle polyuréthane PUR GLUE, à l'aide du bec verseur du jerrican plastique, de 1,5 cm minimum de large (soit 60 g/ml) espacés régulièrement d'au maximum 30 cm.

Une consommation forfaitaire de 250 g/m<sup>2</sup> est à retenir.

La colle PUR GLUE est une colle expansive réactive. La pose des panneaux doit s'opérer immédiatement en prenant soin de presser le panneau sur le support, en marchant dessus par exemple, afin d'assurer correctement un mouillage de la sous-face du panneau par les cordons de colle. En présence de défauts ponctuels de planéité du support, les panneaux seront recoupés pour assurer un contact de leur sous-face avec le support. Dans le cas où la pose des panneaux est tardive (+ 3 minutes après pose des cordons), il convient de racler la colle et de redéposer des cordons de colle comme indiqué ci-avant.

- IKOpro Colle PU, pour un ou deux lits d'isolant, selon le DTA Meps Adhésif SI n° 5/14-2393.

Températures de mise en œuvre : de + 5 °C à + 30 °C.

Les panneaux Knauf Therm TTI Se AA sont collés en un ou deux lits par cordons de colle polyuréthane IKOpro Colle PU de 2 cm (70 g environ / ml) de large espacés régulièrement de 25, 33 ou 50 cm en fonction de la dépression de vent en toiture du bâtiment.

- Colle HYRA STIK, pour un ou deux lits d'isolant, selon le DTA Hyrene Spot n° 5.2/17-2567\_V1.

Le support doit être sec et à une température  $\geq 5$  °C.

La température de mise en œuvre doit être comprise entre 5 °C et 50 °C, et l'humidité relative comprise entre 30 et 95 %HR.

Les panneaux Knauf Therm TTI Se AA sont collés en un ou deux lits par cordons de colle polyuréthane HYRA STIK de 1,5 cm minimum de large (soit, environ 50 g/ml) espacés régulièrement de 33 cm.

Une consommation minimale de 200 g/m<sup>2</sup> est à retenir.

La mise en œuvre des cordons s'effectue à l'aide de l'embout rétractable du bidon.

La colle HYRA STIK est une colle dont le caractère maximal d'expansion est obtenu au bout de 3 heures. La pose des panneaux doit se faire immédiatement en prenant soin de presser le panneau sur le support, en circulant dessus par exemple afin d'assurer un contact de la sous-face du panneau aux cordons de colle. En présence de défauts ponctuels de planéité du support, les panneaux seront redécoupés pour assurer la liaison de leur sous-face avec le support. Dans le cas où la pose des panneaux est retardée ( $\geq 3$  min après la pose des cordons, la colle sera raclée, et d'autres cordons seront redéposés comme indiqué ci-avant).

- Colle INSTA STICK, en un seul lit d'isolant, selon le DTA Hyrene Spot 5.2/17-2567\_V1.

La température du support ne doit pas être inférieure à 5 °C.

La température de mise en œuvre doit être comprise entre 5 °C et 50 °C, et l'humidité relative comprise entre 30 et 95 %HR.

Les panneaux Knauf Therm TTI Se AA sont collés en un seul lit par cordons colle INSTA STICK espacés de 30 cm à raison de 3 ml de cordons par m<sup>2</sup> d'isolant. Une disposition continue en « S » peut être adoptée dès lors qu'elle respecte ce même développement de 3 ml par m<sup>2</sup> d'isolant. Au droit des relevés et émergences, un premier cordon continu de colle est disposé à 10 cm du bord environ.

Le diamètre des cordons est d'environ 20 mm. Le dépôt de la colle moussante est maîtrisé par l'applicateur grâce au système de distribution adapté à la bonbonne dans laquelle est conditionnée la colle. Le positionnement à joints serrés des panneaux doit s'opérer avant qu'une peau de surface ne se crée sur les cordons de la colle dont le toucher doit rester poisseux. Il est ensuite recommandé d'exercer une pression sur les panneaux (en circulant dessus par exemple) afin d'assurer correctement leur contact avec les cordons de colle. La mise en œuvre du revêtement d'étanchéité peut commencer immédiatement après. Afin d'obtenir un mélange bien homogène de la mousse avant extrusion de la bonbonne, celle-ci sera préalablement stockée à l'abri des intempéries et à une température ambiante de 15 °C au moins pendant quelques heures.

Le temps de polymérisation est supérieur à 5 heures à une température ambiante de 5 °C, il est d'environ 2 heures à une température ambiante de 15 °C.

### 5.224 Cas particulier du revêtement adhérent, apparent ou sous protection lourde (voir *tableau 10*)

Les panneaux isolants du lit supérieur en perlite expansé (fibrée) ou de laine de roche, parementé bitume et film thermofusible, sont fixés mécaniquement selon leur Document Technique d'Application.

Les panneaux isolants du premier lit ou du lit intermédiaire sont posés libres ou à l'aide de fixations mécaniques préalables (voir § 2.42 c et § 5.222).

### 5.225 Cas particulier des travaux de réfection sur isolant et revêtement d'étanchéité conservés

Les panneaux KNAUF Therm TTI Se et Knauf Therm TTI Se AA sont posés jointifs à joints décalés et en relation avec le revêtement d'étanchéité, selon les prescriptions de la norme NF DTU 43.5 et du *tableau 11*.

Dans le cas où la résistance en compression de l'isolant conservé est inférieure à 100 kPa à 10 % de déformation (norme NF EN 826), la mise en œuvre du panneau KNAUF Therm TTI Se est réalisée à l'aide d'attelages de fixations mécaniques solides au pas.

Le terme « solide au pas » s'applique à un attelage composé d'un élément de liaison et d'une plaquette de répartition servant à assurer la fixation mécanique d'un isolant ou d'un revêtement d'étanchéité sur un support. Cet attelage est muni d'un dispositif permettant d'éviter, en service, le désaffleurement de la tête de l'élément de liaison (par



exemple vis) de la partie supérieure de la plaquette de répartition. Les attelages conformes à la norme NF P 30-317 répondent à cette caractéristique.

### 5.226 Cas particulier des bacs PARASTEEL 42

La mise en œuvre des panneaux est faite conformément aux Avis Techniques Parasteel 42 et Parasteel 42 TFH de la société Icopal SAS.

Seul le panneau KNAUF Therm TTI Se de format 1770x1200 peut être utilisé sur bacs PARASTEEL 42 (cf. *tableau 12*). Ils sont fixés mécaniquement à raison de 2 attelages de fixation mécanique au moins par caisson dans le cas de revêtements d'étanchéité fixés mécaniquement et de 5 attelages de fixation mécanique au moins par caisson dans le cas de revêtements d'étanchéité auto-adhésifs.

### 5.3 Protection des tranches des panneaux au droit des relevés et émergences

Dans le cas de revêtements d'étanchéité sous Document Technique d'Application soudés à la flamme ouverte, les tranches de la couche isolante de polystyrène expansé sont protégées au droit des relevés et émergences :

- Soit par une équerre rapportée de développé 0,50 m : cette équerre est posée en rebordement de la tranche du panneau avec talon de 15 cm environ, puis rabattue sur le panneau d'au moins 20 cm ; le recouvrement entre bandes est d'au moins 10 cm ;
- Soit selon le Document Technique d'Application du revêtement d'étanchéité.

### 5.4 Mise en œuvre de la couche d'indépendance et de l'écran thermique et de la couche de séparation chimique sous le revêtement

Sous revêtement d'étanchéité utilisant la soudure à la flamme ouverte entre couches, mise en œuvre de la couche d'indépendance (§ 3.34) puis de l'écran thermique (§ 3.35) à recouvrements de 10 cm, selon le Document Technique d'Application du revêtement. La mise en œuvre de l'écran thermique n'est pas requise si la première couche du revêtement comporte un joint de recouvrement adapté tel que décrit dans le Document Technique d'Application du revêtement ou lorsque le lit supérieur d'isolant est constitué de panneaux en perlite expansée (fibrée) ou en laine de roche nus.

Sous revêtement d'étanchéité synthétique, mise en œuvre de la couche de séparation chimique (§ 3.33) à recouvrements, selon le Document Technique d'Application du revêtement.

Pour d'autres revêtements les écrans d'indépendance et/ou de protection thermique ou chimique sont décrits dans le Document Technique d'Application du revêtement

### 5.5 Mise en œuvre des revêtements d'étanchéité

La mise en œuvre du revêtement d'étanchéité ainsi que les limites de pente d'emploi et d'exposition aux effets du vent extrême selon les Règles V 65 avec modificatif n° 4 de février 2009, sont conformes au Document Technique d'Application du revêtement, et de l'Avis Technique de la végétalisation extensive.

### 5.6 Mise en œuvre de la protection rapportée (lorsque nécessaire) du revêtement d'étanchéité

- Toitures-terrasses inaccessibles : lorsque la protection meuble est nécessaire, elle est mise en œuvre conformément aux normes NF DTU série 43 P1 et au Document Technique d'Application du revêtement.
- Terrasses techniques ou à zones techniques : la protection dure est faite par des dalles de béton préfabriqué, avec couche de désolidarisation, conformément aux normes DTU série 43 P1 et au Document Technique d'Application du revêtement.
- Terrasses et toitures végétalisées : le système de végétalisation extensive ou semi-intensive est mis en œuvre conformément à son Avis Technique.

### 5.7 Cas d'un lit supérieur en panneau de perlite expansée (fibrée) ou de laine de roche

Un panneau de perlite expansée (fibrée) ou de laine de roche, nu ou parementé bitume et film thermofusible, d'épaisseur maximale 50 mm et de classe de compressibilité adaptée à la destination de la toiture peut être utilisé sur un lit inférieur de panneau KNAUF Therm TTI Se.

Les panneaux de perlite expansée (fibrée) et de laine de roche sont mis en œuvre conformément à leur Document Technique d'Application et aux *tableaux 7, 8 et 10*.

Le revêtement d'étanchéité, et la protection lourde éventuelle, sont mis en œuvre conformément aux Documents Techniques d'Application des panneaux de perlite expansée (fibrée) ou de laine de roche.

Dans le cas d'un procédé composé d'un panneau de laine de roche et d'un (ou plusieurs) panneau(x) KNAUF Therm TTI Se visant les toitures-terrasses techniques ou végétalisées, le panneau de laine de roche doit être de classe C.

### 5.8 Mise en œuvre des panneaux isolants en climat de montagne

Les panneaux KNAUF Therm TTI Se peuvent être employés en partie courante dans les conditions prévues par :

- a) la norme NF DTU 43.11 (Avril 2014) sur les éléments porteurs en maçonnerie, sous protection lourde ou sous porte-neige;
- b) le Guide des toitures en climat de montagne (*Cahier du CSTB n° 2267-2*) de septembre 1988 pour les éléments porteurs en tôle d'acier nervurée, en bois et panneaux à base de bois avec porte-neige.

### 5.9 Mise en œuvre des panneaux isolants sur acrotère en béton

Lorsqu'est requise une isolation des acrotères en béton sur éléments porteurs en maçonnerie de toitures inaccessibles, techniques, y compris les toitures à rétention temporaire des eaux pluviales ou végétalisées, les panneaux KNAUF Therm TTI Se d'épaisseur maximale 80 mm sont mis en œuvre exclusivement en support de revêtement d'étanchéité synthétique selon les dispositions prévues par le *Cahier CSTB n° 3741* de décembre 2013 (cf *figures 1 et 2*) et exclusivement sur locaux à faible ou moyenne hygrométrie.

### 5.10 Organisation de la mise en œuvre

Elle est réalisée par des entreprises d'étanchéité qualifiées. La société distributrice peut fournir une assistance technique.

## 6. TAN de grande vallée

Sur tôle d'acier nervurée dont l'ouverture haute de nervure (*Ohn*) est supérieure à 70 mm, conforme au CPT commun de l'e-*Cahier du CSTB 3537\_V2* de janvier 2009, l'épaisseur minimum du panneau KNAUF Therm TTI Se est indiquée au *tableau 5*.

Les revêtements d'étanchéité sont mis en œuvre en indépendance sous protection lourde, par fixation mécanique ou en adhérence sur panneaux de perlite expansée (fibrée) ou de laine de roche parementés bitume et film thermofusible conformément au § 5.5 ci-avant.

Le panneau KNAUF Therm TTI Se est mis en œuvre conformément aux *tableaux 7, 8 et 10*. Le sens de pose du panneau par rapport à l'orientation des nervures est indifférent. L'épaisseur du panneau est définie au *tableau 5*.

## 7. Détermination de la résistance thermique de la toiture étanchée

Les modalités de calcul de «  $U_{bât}$  » ou coefficient de déperdition par transmission à travers la paroi-toiture sont données dans les Règles Th-bât / Th-U. Pour le calcul il faut prendre en compte la valeur  $R_{utile}$  du panneau donnée au § 2.33 du Dossier Technique.

Sur élément porteur en tôle d'acier nervurée, les ponts thermiques intégrés courants du système isolant, et ceux du revêtement d'étanchéité lorsqu'il est fixé mécaniquement, doivent être pris en compte conformément au Cahier des Prescriptions Techniques communes « Ponts thermiques intégrés courants des toitures métalliques étanchées » (e-Cahier du CSTB 3688 de janvier 2011) :

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

avec :

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

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

dans laquelle :

- $\chi_{fixation}$  : coefficient ponctuel du pont thermique intégré, en W/K, fixé par le fascicule 4/5 des Règles Th-U en fonction du diamètre des fixations, indiqué au *tableau 4*,
- $A$  : surface totale de la paroi, en  $m^2$ ,
- le coefficient majorateur  $\Delta U_{fixation}$  calculé, en  $W/(m^2.K)$ , doit être arrondi à deux chiffres après la virgule (cf. *tableau 4*) ; exemple :  $0,006 \times 8 \rightarrow 0,05$  ;  $0,008 \times 8 = 0,06$ .

## Exemple d'un calcul thermique

Toiture sur bâtiment fermé et chauffé	Résistances thermiques (m <sup>2</sup> .K/W)
- résistances superficielles intérieures et extérieures : R <sub>si</sub> + R <sub>se</sub>	0,140
- élément porteur TAN pleine d'épaisseur 0,75 mm - panneau KNAUF Therm TTI Se d'épaisseur 400 mm fixé mécaniquement (R <sub>UTILÉ</sub> = 11,25 m <sup>2</sup> .K/W) - panneau de laine de roche d'épaisseur 50 mm fixé mécaniquement (R <sub>UTILÉ</sub> = 1,25 m <sup>2</sup> .K/W) - étanchéité bicouche bitumineuse fixée mécaniquement d'épaisseur 5 mm	12,522
	ΣR = 12,662
ΔU <sub>fixation</sub> pour 6 fixations mécaniques Ø 4,8 mm au m <sup>2</sup> , d'où un coefficient majorateur = 0,04 W/(m <sup>2</sup> .K).	
Le coefficient de transmission surfacique global de la toiture : Up = 1 / ΣR + ΔU <sub>fixation</sub> = 0,079 + 0,04 = 0,12 W/(m <sup>2</sup> .K)	

## 8. Assistance Technique

La Société Knauf SAS fournit une assistance technique aux entreprises qui en font la demande.

## B. Résultats expérimentaux

Les essais d'identification, aptitude à l'emploi et durabilité ont été rapportés dans les comptes rendus suivants :

- Rapport d'essais du LNE n° P165165 DE/1 et annexes, analyse de gaz et opacité des fumées, du 24 janvier 2017.
- Certificat Acermi n° 03/007/182.
- Rapport d'essai au caisson des vents du CSTC :
  - n° 651XG788 n° 651XG788 du 22 août 2008, avec bacs PARASTEEL 42 - panneau KNAUF Therm TTI Th36 SE BA 1 700 x 1 200 x 120 mm -feuilles ADÉPAR JS et PARADIÈNE 30.1 GS,
  - n° CAR 16091/1 du 14 juillet 2016, avec pare-vapeur Rampar soudé, deux lits de panneaux Knauf Therm TTI Th36 SE BA 1 200 x 1 200 x 80 mm assemblés et collés sur le pare-vapeur avec la colle Pur Glue, membrane auto-adhésive Adepar JS et membrane Paradiene 30.1 GS soudée.
- Rapports d'essais ou PV du CSTB, en complément des précédents Avis Techniques :
  - n° RSET 08-26010870 du 12 février 2008, identification - Classe de compressibilité B à 80 °C et C 60 °C en épaisseurs 150 et 300 mm,
  - n° RSET 09-26019426/B-1 du 15 juin 2009, identification - essai de poinçonnement à 50 °C épaisseur 300 mm,
  - n° R2EM-12-26035845 du 30 janvier 2012, identification, classe de compressibilité B à 80 °C et C à 60 °C en épaisseur 2x250 mm valable pour une épaisseur de 400 mm,
  - n° AC02-171/1 et AC03-087/2 avec extension n° 08/1 des 16 décembre 2002 - 2 juillet 2003 et 22 octobre 2008, essais acoustiques,
  - n° RA16-0141 du 17 octobre 2018, rapport de classement européen de réaction au feu, classement E.

- Rapport d'essai APPLUS n°17/15493-2669 du 05 février 2018 : identification - variation dimensionnelle résiduelle à 23 °C après stabilisation à 60 °C et à 80 °C en épaisseurs 30 et 400 mm - Incurvation sous l'effet d'un gradient thermique 23/80 °C en épaisseurs 30, 2x30, 400 et 2x200 mm - Classe de compressibilité B à 80 °C et C 60 °C en épaisseur 30 mm - Essai de charge ponctuelle à 50 °C en épaisseur 400 mm
- Rapports de classement B<sub>ROOF</sub>(t3) de toitures (0 ≤ pente ≤ 10°)
  - n° RS05-201/A du 19 décembre 2005,
  - n° RS07-027 du 28 mai 2007,
  - n° RS08-149 du 20 novembre 2008,
  - n° 16372A du 27 mars 2014,
  - n° 17330C du 26 octobre 2015,
  - n° 17331C du 26 octobre 2015,
  - n° 17427C du 19 novembre 2015,
  - n° 17308F du 28 août 2015.
- Rapport interne :
  - n° 1694 du 3 mars 2008 de Knauf CRD, comportement à la flexion en porte-à-faux,
  - n° GRD/SCU-PBN/08-143 du 14 novembre 2008 d'Icopal, essai de choc thermique sur KNAUF Therm TTI Th36 SE BA avec complexe PARASTEEL 42 (ADÉPAR JS + PARADIÈNE 30.1).
  - essai de compression à 10% sur un panneau de 400 mm en un lit et 2 x 200 mm en deux lits.

## C. Références

### C1. Donnée Environnementales <sup>1</sup>

Les panneaux Knauf Therm TTI Se et KNAUF Therm TTI Se AA font l'objet d'une Déclaration Environnementale (DE).

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

### C2. Autres références

Les usines Knauf Est, Knauf Îdf, Knauf Sud-Est produisent régulièrement depuis 1983 ; Knauf Sud-Ouest depuis 1991, Knauf Ouest site de Cournon depuis 2007 et Knauf Ouest site de St Philbert du Peuple depuis 2015.

À ce jour les panneaux KNAUF Therm TTI Se ont été appliqués sur 6 millions de m<sup>2</sup> environ de toitures en tôles d'acier nervurées, et sur plus de 1 million de m<sup>2</sup> environ de toitures en maçonnerie.

<sup>1</sup> Non examiné par le Groupe Spécialisé dans le cadre de cet Avis

## Tableaux du Dossier Technique

**Tableau 1 – Caractéristiques spécifiées**

Caractéristiques		Valeurs spécifiées		Unités	Référence
		KNAUF Therm TTI Se KNAUF Therm TTI Se AA	KNAUF Therm TTI Se pour bacs PARASTEEL 42 (1)		
Pondérales	Masse volumique sèche	19 à 22		kg/m <sup>3</sup>	NF EN 1602
Dimensions	Longueur L	1 200 ± 2 (2)	1 770 ± 2	mm	NF EN 822
	Largeur l	1 000 ± 2 (2)	1 200 ± 2	mm	NF EN 822
	Épaisseur (pas de 5 mm)	30 (3) à 400 ± 2	50 à 400 ± 2	mm	NF EN 823
	Équerrage	± 2	± 2	mm/m	NF EN 824
	Planéité	± 3	± 3	mm	NF EN 825
	Bords	droits	droits	mm	/
Mécaniques	Contrainte de compression à 10 % de déformation	CS(10)100 ≥ 100		kPa	(6) NF EN 826
	Classe de compressibilité	B (20 kPa à 80 °C sous revêtement apparent) C (40 kPa à 60 °C sous protection lourde)			Cahier du CSTB 2662_V2 (juillet 2010) § 4.51
	Contrainte de rupture en traction perpendiculaire	TR180 ≥ 180		kPa	(6) NF EN 1607
Stabilité dimensionnelle	Variation dimensionnelle résiduelle à 20 °C sur éprouvette après stabilisation à :				
	- 60 °C, sous protection lourde	≤ 2,8		mm/m	Cahier du CSTB 2662_V2 (juillet 2010) § 4.31
	- 80 °C, sous revêtement apparent	≤ 3,8		mm/m	
	Variation dimensionnelle résiduelle à 20 °C sur panneau entier après stabilisation à 80°C: (4)	/	≤ 5	mm	NF EN 1108 (4)
	Variation dimensionnelle sur éprouvette après 48 h à 80 °C	≤ 3,8		mm/m	NF EN 1604
Incurvation sous un gradient de température 80 / 20 °C sur panneau entier 1200x1000, en 1 ou 2 lits	≤ 3		mm	Cahier du CSTB 2662_V2 (juillet 2010) § 4.32	
Hygrothermique	Transmission de vapeur d'eau	MU 30 à 70		/	(6)
Thermique	Conductivité thermique utile	0,036		W/(m.K)	EN 12667 (6)
	Résistance thermique utile	Cf. <i>tableau 7</i>		(m <sup>2</sup> .K)/W	(6)
Réaction au feu		Euroclasse E		/	NF EN 13501-1 (5) (6)
<p>(1) Cf. les Avis Techniques</p> <p>(2) Possibilité de dimensions inférieures sur demande.</p> <p>(3) Sur élément porteur en tôle d'acier nervurée d'ouverture haute de nervure (<i>Ohn</i>) ≤ 70 mm : épaisseur minimale 50 mm; pour les TAN de grande vallée (<i>Ohn</i> &gt; 70 mm) : se reporter au <i>tableau 5</i>.</p> <p>(4) Essai dans les conditions de mise en œuvre du procédé, selon le rapport d'essai n° GRD/SCU-PBN/08-143 de ICOPAL : panneau fixé mécaniquement, support du complexe d'étanchéité Adepar JS + Paradiene 30.1</p> <p>(5) Euroclasse E selon le Rapport n° RA16-041 du CSTB</p> <p>(6) Certificat ACERMI n° 03/007/182</p>					

**Tableau 2 – Caractéristiques indicatives des panneaux KNAUF Therm TTI Se et KNAUF Therm TTI Se AA**

Caractéristiques		Valeurs indicatives	Unités	Référence
Hygrothermiques	Absorption d'eau en immersion totale	2 à 3	%	NF EN 12087
Charge ponctuelle	pour une épaisseur de 400 mm	30	kPa	(1)(2)
(1) Charge déterminée à partir de l'essai de poinçonnement à 50 °C (cf. § B du Dossier Technique) pour une déformation maximale de 2 mm à 100 000 h (cf. tableau 15). (2) Cette charge admissible n'est pas valable pour un système d'isolation composé. Dans le cas de la pose en deux ou trois lits avec un lit supérieur en perlite expansée fibrée ou laine de roche, les tassements absolus du panneau Knauf Therm TTI Se et du panneau de perlite expansée fibrée ou de laine de roche sont additionnés. Il est donc nécessaire de déterminer par un calcul spécifique la charge maximum admissible par le système, prenant en compte une valeur maximale du tassement de 2 mm.				

**Tableau 3 – Résistance thermique utile des panneaux KNAUF Therm TTI Se et KNAUF Therm TTI Se AA (1)**

Épaisseur (mm)	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80
R <sub>UTILE</sub> (m <sup>2</sup> .K/W)	0,80	0,95	1,10	1,25	1,40	1,55	1,65	1,80	1,95	2,10	2,25
Épaisseur (mm)	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135
R <sub>UTILE</sub> (m <sup>2</sup> .K/W)	2,40	2,50	2,65	2,80	2,95	3,10	3,20	3,35	3,50	3,65	3,80
Épaisseur (mm)	140	145	150	155	160	165	170	175	180	185	190
R <sub>UTILE</sub> (m <sup>2</sup> .K/W)	3,95	4,05	4,20	4,35	4,50	4,65	4,80	4,90	5,05	5,20	5,35
Épaisseur (mm)	195	200	205	210	215	220	225	230	235	240	245
R <sub>UTILE</sub> (m <sup>2</sup> .K/W)	5,50	5,60	5,75	5,90	6,05	6,20	6,35	6,45	6,60	6,75	6,90
Épaisseur (mm)	250	255	260	265	270	275	280	285	290	295	300
R <sub>UTILE</sub> (m <sup>2</sup> .K/W)	7,05	7,20	7,30	7,45	7,60	7,75	7,90	8,05	8,15	8,30	8,45
Épaisseur (mm)	305	310	315	320	325	330	335	340	345	350	355
R <sub>UTILE</sub> (m <sup>2</sup> .K/W)	8,60	8,75	8,85	9,00	9,15	9,30	9,45	9,60	9,70	9,85	10,00
Épaisseur (mm)	360	365	370	375	380	385	390	395	400		
R <sub>UTILE</sub> (m <sup>2</sup> .K/W)	10,15	10,30	10,45	10,55	10,70	10,85	11,00	11,15	11,25		

(1) Selon le Certificat Acermi n° 03/007/182.

**Tableau 4 – Valeurs du coefficient majorateur  $\Delta U_{\text{fixation}}$  des panneaux KNAUF Therm TTI Se sur TAN**

diamètre vis	$\chi_{\text{fixation}}$	$\Delta U_{\text{fixation}}$											
		nombre de fixations au m <sup>2</sup>											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4,8 mm	0,006	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,04	0,04	0,05	0,05	0,06	0,07	0,07
6,3 mm	0,008	0,01	0,02	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10

**Tableau 5 – Ouverture haute de nervure des panneaux KNAUF Therm TTI Se sur TAN de grande vallée (1)**

Épaisseur minimum de KNAUF Therm TTI Se (en mm)	55	60	65	70	75	80	85	90	100
Ouverture haute de nervure maximum (Ohn) (mm)	75	90	100	120	130	140	155	170	200

(1) Pour une charge statique concentrée de rupture en porte-à-faux minimum de 1 400 N (VLF).

**Tableau 6 – Mise en œuvre des panneaux isolants en association avec le revêtement d'étanchéité**

Pose des panneaux isolants selon les tableaux 7 à 10	Pose du revêtement d'étanchéité						
	Apparent			Sous protection lourde			
	Semi-indépendant par auto-adhésivité	Semi-indépendant par fixation mécanique	Soudé en adhérence (1)(4)	Semi-indépendant par auto-adhésivité	Semi-indépendant par fixation mécanique	Indépendant	Soudé en adhérence (1)
Colle à froid (§ 3.32)	Pente maximum selon DTA du revêtement Zones et sites de vent selon DTA du revêtement (tableau 9b)			Zones et sites de vent selon DTA du revêtement (tableau 9b)		Zones et sites de vent selon les normes NF DTU 43.1 et NF DTU 43.4 (tableau 7)	
Fixé mécaniquement (§ 5.222) (3)	Pente maximum selon DTA du revêtement Zones et sites de vent selon DTA du revêtement (2) (tableau 9a)	Pente maximum selon DTA du revêtement sans dépasser 100% Zones et sites de vent selon DTA du revêtement (tableau 8)	Pente maximum selon DTA du revêtement Zones et sites de vent selon DTA du revêtement (tableau 10)	Zones et sites de vent selon DTA du revêtement (tableau 9a)	Zones et sites de vent selon DTA du revêtement (tableau 8)	Zones et sites de vent selon les normes NF DTU 43.1 et NF DTU 43.4 (tableau 7)	Zones et sites de vent selon DTA du revêtement (tableau 10)
Libre					Zones et sites de vent selon DTA du revêtement (tableau 8)	Limitation : voir § 5.221 (tableau 7)	

Les cases grisées correspondent à des exclusions d'emploi.

- (1) Sur panneaux de perlite expansée (fibrée) ou de laine de roche parementés bitume et film thermofusible, titulaires d'un Document Technique d'Application ; le revêtement d'étanchéité est mis en œuvre conformément au Document Technique d'Application du panneau de perlite expansée (fibrée) ou de laine de roche.
- (2) Le nombre de fixations mécaniques est conforme aux normes DTU série 43 P1 et à l'Avis Technique des dalles de béton cellulaire autoclavé armé. La hauteur des toitures est limitée à 20 m sur l'élément porteur tôle d'acier nervurée, bois - panneaux dérivés du bois, selon les NF DTU 43.3 P1-1 - NF DTU 43.4 P1-1.
- (3) En plusieurs lits, la pose libre du panneau inférieur ou intermédiaire est possible selon sa position et le mode de mise en œuvre des autres lits (cf. tableau 7, 8, 9a et 10)
- (4) Revêtement en asphalte uniquement avec le Document Technique d'Application ISOPHALTE N.

**Tableau 7 – Mise en œuvre des panneaux isolants support de revêtement d'étanchéité indépendant sous protection lourde (voir § 5.221)**

Pose en un lit	Lit unique	KNAUF Therm TTI Se	Libre (1) ou Colle à froid (2) ou fixation mécanique préalable (3)
Pose en deux lits	1 <sup>er</sup> lit (inférieur)	KNAUF Therm TTI Se	Libre (1) ou colle à froid (2) ou fixation mécanique préalable (3)
	2 <sup>ème</sup> lit (supérieur)	KNAUF Therm TTI Se	Libre (1) ou colle à froid (2) ou fixation mécanique préalable (3)
		ou panneaux de perlite expansée (fibrée) ou de laine de roche	Libre ou colle à froid ou fixation mécanique préalable (4)
Pose en trois lits	1 <sup>er</sup> lit (inférieur)	KNAUF Therm TTI Se	Libre (1) ou Colle à froid (2) ou fixation mécanique préalable (3)
	2 <sup>ème</sup> lit (intermédiaire)	KNAUF Therm TTI Se	Libre (1) ou Colle à froid (2) ou fixation mécanique préalable (3)
	3 <sup>ème</sup> lit (supérieur)	Panneaux de perlite expansée (fibrée) ou de laine de roche	Libre ou colle à froid ou fixation mécanique préalable (4)

- (1) Limitations voir § 5.221
- (2) voir § 3.32 a) sauf sur tôle d'acier nervurée (voir tableau 12)
- (3) voir § 3.32 c)
- (4) selon le Document Technique d'Application du panneaux de perlite expansée (fibrée) ou de laine de roche

**Tableau 8 – Mise en œuvre des panneaux isolants support de revêtement d'étanchéité fixé mécaniquement, apparent ou sous protection lourde (voir § 5.222)**

Pose en un lit	Lit unique	KNAUF Therm TTI Se	fixation mécanique préalable (1)
Pose en deux lits	1 <sup>er</sup> lit (inférieur)	KNAUF Therm TTI Se	Libre ou fixation mécanique préalable (1)
	2 <sup>ème</sup> lit (supérieur)	KNAUF Therm TTI Se	fixation mécanique préalable (1)
		ou panneaux de perlite expansée (fibrée) ou de laine de roche	fixation mécanique préalable (2)
Pose en trois lits	1 <sup>er</sup> lit (inférieur)	KNAUF Therm TTI Se	Libre ou fixation mécanique préalable (1)
	2 <sup>ème</sup> lit (intermédiaire)	KNAUF Therm TTI Se	Libre ou fixation mécanique préalable (1)
	3 <sup>ème</sup> lit (supérieur)	Panneaux de perlite expansée (fibrée) ou de laine de roche	Fixation mécanique préalable (2)
(1) voir § 3.32 c)			
(2) selon le Document Technique d'Application des panneaux de perlite expansée (fibrée) ou de laine de roche			

**Tableau 9a – Mise en œuvre des panneaux isolants fixés mécaniquement, support de revêtement d'étanchéité auto-adhésif apparent ou sous protection lourde (voir § 5.223)**

Lit unique	KNAUF Therm TTI Se	Fixation mécanique (1)	
Deux lits	1 <sup>er</sup> lit (inférieur)	KNAUF Therm TTI Se	Libre
	2 <sup>ème</sup> lit (supérieur)	KNAUF Therm TTI Se	Fixation mécanique (1)
(1) voir § 3.32 c)			

**Tableau 9b – Mise en œuvre des panneaux isolants collés à froid, support de revêtement d'étanchéité auto-adhésif, apparent ou sous protection lourde (voir § 5.223)**

Lit unique	KNAUF Therm TTI Se AA	Colle à froid (1)	
Deux lits	1 <sup>er</sup> lit (inférieur)	KNAUF Therm TTI Se AA	Colle à froid (2)
	2 <sup>ème</sup> lit (supérieur)	KNAUF Therm TTI Se AA	Colle à froid (2)
(1) Uniquement avec les colles PUR GLUE, HYRA STICK, INSTA STICK et IKOPRO COLLE PU			
(2) Uniquement avec les colles PUR GLUE, HYRA STICK et IKOPRO COLLE PU			

**Tableau 10 – Mise en œuvre des panneaux isolants support de revêtement d'étanchéité soudé en adhérence, apparent ou sous protection lourde (voir § 5.224)**

Pose en deux lits	1 <sup>er</sup> lit (inférieur)	KNAUF Therm TTI Se	Libre ou fixation mécanique préalable (1)
	2 <sup>ème</sup> lit (supérieur)	Panneaux de perlite expansée (fibrée) ou de laine de roche parementés bitume et d'un film thermofusible	Fixation mécanique (2)
Pose en trois lits	1 <sup>er</sup> lit (inférieur)	KNAUF Therm TTI Se	Libre ou fixation mécanique préalable (1)
	2 <sup>ème</sup> lit (intermédiaire)	KNAUF Therm TTI Se	Libre fixation mécanique préalable (1)
	3 <sup>ème</sup> lit (supérieur)	Panneaux de perlite expansée (fibrée) ou de laine de roche parementés bitume et film thermofusible	Fixation mécanique (2)
(1) voir § 3.32 c)			
(2) selon le Document Technique d'Application des panneaux de perlite expansée (fibrée) ou de laine de roche parementés bitume et film thermofusible			

**Tableau 11 – Mise en œuvre du procédé Knauf Therm TTI en travaux de réfection (1)**

Anciens revêtements (2)	Mise en œuvre des panneaux isolants			
	Pose libre sous protection rapportée	Collage à froid (6)		Fixations mécaniques (7)
		Apparent	Sous protection lourde	
Asphalte	OUI		OUI	OUI
Bitumineux indépendants	OUI			OUI
Bitumineux semi-indépendants (3)	OUI	OUI	OUI	OUI
Bitumineux adhérents	OUI	OUI	OUI	OUI
Enduit pâteux, ciment volcanique (4)	OUI			OUI
Membrane synthétique (5)	OUI			OUI

Les cases grisées correspondent à des exclusions d'emploi.

(1) Sur élément porteur en tôle d'acier nervurée, le panneau KNAUF Therm TTI Se n'est mis en œuvre qu'au-dessus bâtiments relevant du Code du Travail dont la hauteur du plancher le plus haut ne dépasse pas 8 m.

(2) Anciens revêtements conservés selon la NF DTU 43.5 (§ 5.22).

(3) Sauf sur ancien revêtement avec fixations mécaniques en ligne espacées de plus de 0,50 m, en système apparent.

(4) Nouveau pare-vapeur obligatoire.

(5) Nouveau pare-vapeur obligatoire, sauf sur TAN pleines sur locaux à faible et moyenne hygrométrie, ou cloué sur bois et panneaux à base de bois. Interposition d'un écran de séparation chimique, selon le Document Technique d'Application de l'ancien revêtement.

(6) Le Document Technique d'Application du revêtement indique les possibilités de collage à froid sur un ancien revêtement. L'éventuelle autoprotection métallique est délaardée avant le collage des panneaux.

(7) Avec des attelages solides au pas pour les panneaux et le revêtement d'étanchéité, si la résistance en compression de l'isolant conservé est inférieure à 100 kPa à 10 % de déformation (norme NF EN 826) (§ 5.223).

**Tableau 12 – Mise en œuvre des panneaux Knauf Therm TTI Se et Knauf Therm TTI Se AA en fonction de l'élément porteur (1)**

Élément porteur	Panneaux posés libre (5)	Panneaux collés à froid (5)	Panneaux fixés mécaniquement (5)
Maçonnerie conforme au DTU ou à un DTA	oui	oui	oui
Dalles de béton cellulaire autoclavé armé	oui	oui	oui
Tôle d'acier nervurée : - TAN conforme au NF DTU 43.3 P1, avec une $Ohn \leq 70$ mm (2) - TAN de grande vallée, $70 \text{ mm} < Ohn \leq 170$ mm (3) - TAN permettant de dissimuler les fixations mécaniques en sous-face, conforme à un Document Technique d'Application, avec une $Ohn \leq 70$ mm (2) - Bac PARASTEEL 42 conforme à son AT (4)	non	non	oui
Bois et panneaux à base de bois conforme au NF DTU 43.4 P1 ou au Document technique d'Application	oui	oui	oui

(1) Pour le choix du revêtement d'étanchéité, se reporter au *tableau 6* et à son Document Technique d'Application.

(2) Épaisseur minimum des panneaux 50 mm en pose directe sur élément porteur en tôle d'acier nervurée.

(3) Toitures planes (cf. § 6 du Dossier Technique) ; épaisseur minimum des panneaux : cf. *tableau 5*.

(4) Procédés Parasteel 42 et Parasteel 42 TFH de la société Icopal SAS (cf. § 5.2242 du Dossier Technique).

(5) En plusieurs lits, la pose libre du panneau inférieur ou intermédiaire est possible selon sa position et le mode de mise en œuvre des autres lits (se reporter aux *tableaux 7 à 11*).

**Tableau 13 – Analyse de gaz émis lors de la dégradation thermique du panneau KNAUF Therm TTI Se et Knauf Therm TTI Se AA (1)**

Monoxyde de carbone CO	Dioxyde de carbone CO <sub>2</sub>	Acide chlorhydrique - HCl	Acide bromhydrique HBr	Dioxyde de soufre SO <sub>2</sub>	Acide cyanhydrique HCN	Acide fluorhydrique HF
102 mg/g	1184 mg/g	<LoQ	<LoQ	<LoQ	<LoD	<LoD

(1) Essai à 600 °C selon la norme NF X 70-100 (Dossier LNE réf. P165165-DE/1, cf. § B) moyenne de 3 mesures  
LoQ limite de quantification – LoD limite de détection

**Tableau 14 – Opacité des fumées du panneau KNAUF Therm TTI Se et Knauf Therm TTI Se AA (1)**

VOF4	Dmax	T(Dmax)min	Classement
20	52	20	F0

(1) Essai avec flammes pilote selon la norme NF X 10-702 Parties 1, 2 à 5 (Dossier LNE réf. P165165-DE/1, cf. § B) moyenne de 3 mesures.

**Tableau 15 – Tassement absolu des panneaux KNAUF Therm TTI Se et Knauf Therm TTI Se AA en un ou deux lits sous charge d'utilisation maintenue pour une déformation admissible de 2 mm, sur élément porteur en maçonnerie et panneaux structuraux en bois**

Charges (1) (kPa)	Épaisseurs (mm)													
	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160
4,5	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2
10	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3
15	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4
20	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5
30	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7

Charges (1) (kPa)	Épaisseurs (mm)													
	170	180	190	200	210	220	230	240	250	260	270	280	290	300
4,5	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
10	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5
15	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7
20	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9
30	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	1,0	1,0	1,1	1,1	1,2	1,2	1,2	1,3	1,3

Charges (1) (kPa)	Épaisseurs (mm)									
	310	320	330	340	350	360	370	380	390	400
4,5	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
10	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6
15	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9
20	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0	1,1	1,1	1,1	1,2	1,2
30	1,4	1,4	1,5	1,5	1,5	1,6	1,6	1,7	1,7	1,7

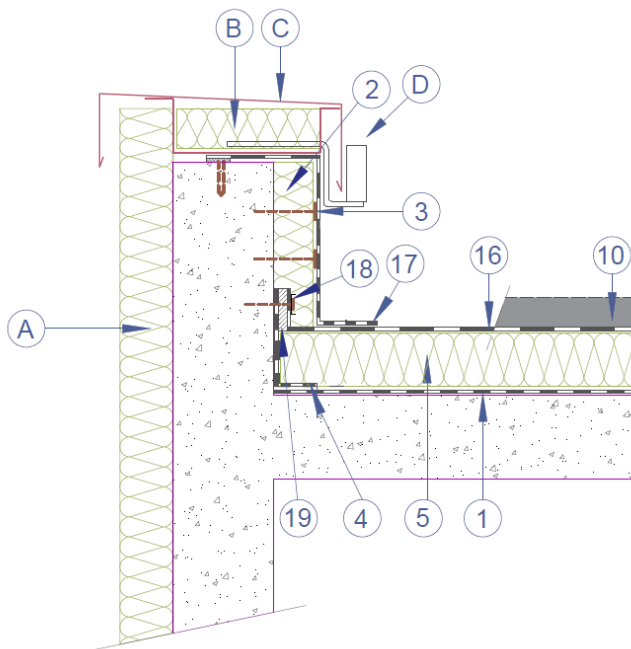
(1) La charge maintenue appliquée sur le panneau Knauf Therm TTI Se par l'intermédiaire du revêtement d'étanchéité est le cumul des charges descendantes défini par la norme NF DTU 43.1 pour le climat de plaine et par la norme NF DTU 43.11 pour le climat de montagne

Nota : dans le cas de la pose avec un lit supérieur en perlite expansée fibrée ou de laine de roche, les tassements absolus du panneau Knauf Therm TTI Se et du panneau de perlite expansée fibrée ou de laine de roche sont additionnés. La valeur maximale du tassement est de 2 mm.



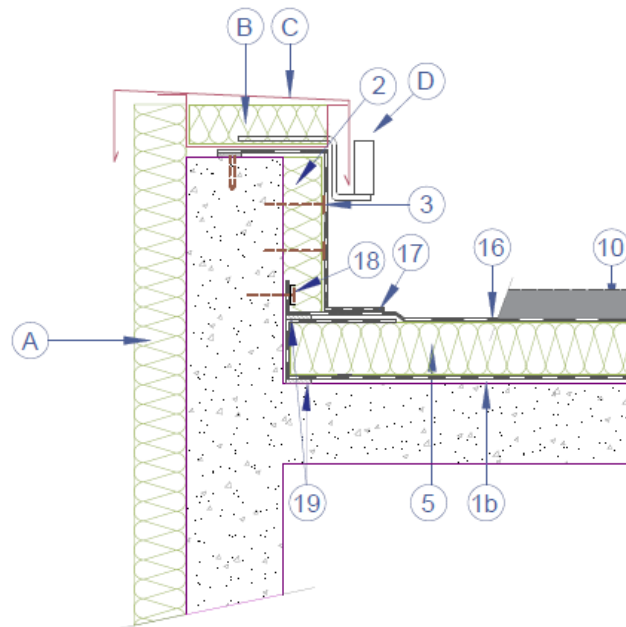
**Figure 1 : Relevé d'étanchéité sur panneau Knauf Therm TTI Se support de revêtement synthétique – cas du pare-vapeur bitumineux**

*Hors locaux à forte et très forte hygrométrie*



**Figure 2 : Relevé d'étanchéité sur panneau Knauf Therm TTI Se support de revêtement synthétique – variante de la figure 3 - cas du pare-vapeur synthétique**

*Hors locaux à forte et très forte hygrométrie*



- 1-Pare-vapeur bitumineux sur EIF, conforme au Document Technique d'Application du revêtement d'étanchéité
- 1b-Pare-vapeur synthétique conforme au Document Technique d'Application du revêtement d'étanchéité
- 2-Panneau isolant vertical d'acrotère Knauf Therm TTI Se d'épaisseur maximale 80 mm
- 3-Fixations de l'isolant selon DTU 43.1 – CCT - § 7.1.22 avec au moins 2 rangées de fixations
- 4-Équerre de compartimentage avec talon de 0,06 m minimum soudé (de même nature que la remontée du pare-vapeur : BE 35 PY)
- 5-Panneau isolant de surface courante (mise en œuvre selon son Document Technique d'Application)
- 10-Protection lourde si requise
- 16-Revêtement d'étanchéité synthétique (mise en œuvre selon son Document Technique d'Application)
- 17-Relevé d'étanchéité fixé conformément à son Document Technique d'Application
- 18-Bande de serrage + fixation
- 19-Bande butyl
- A-Isolation thermique par l'extérieur (ITE)
- B-Isolant rapporté sur étanchéité en tête d'acrotère
- C-Couvertine étanche à l'eau
- D-Sabot pour garde-corps