

# Document Technique d'Application

référence Avis Technique **5/07-1932**

Édition corrigée du 4 janvier 2008

*Système d'isolation composée (EPS + EPB) non porteur  
support d'étanchéité*

*Isolant thermique non  
porteur support d'étanchéité*

*Non-loadbearing insulation  
as base for waterproofing*

*Nichttragender  
Wärmedämmstoff als  
Untergrund für Abdichtungen*

## Fesco-Knauf Therm

relevant des normes

**NF EN 13169**  
**NF EN 13163**

- Co-titulaires :** Knauf  
Zone d'activités rue Principale  
F-68600 Wolfgantzen
- Usines et distributeurs :**
- Knauf Îdf  
F- Marolles sur Seine  
(Seine et Marne)  
Tél. : 01 64 70 52 00  
Fax : 01 64 31 29 62
  - Knauf Sud-Est  
F-Rousset (Bouches du Rhône)  
Tél. : 04 42 29 11 11  
Fax : 04 42 29 11 29  
F-Saint-André le Gaz (Isère)  
Tél. : 04 74 88 11 55  
Fax : 04 74 88 19 22
  - Knauf Sud-Ouest  
F-Colomiers (Haute Garonne)  
Tél. : 05 61 15 94 15  
Fax : 05 61 30 26 60
  - Knauf Est  
F-Ungersheim (Haut Rhin)  
Tél. : 03 89 26 69 00  
Fax : 03 89 26 69 20
- Thermal Ceramics de France SAS  
Division Sitek  
5 boulevard Marcel Pourtout  
F-92563 Rueil Malmaison
- Thermal Ceramics de France  
route de Lauterbourg  
F-Wissembourg (Bas Rhin)  
Tél. : 03 88 54 87 34  
Fax : 03 88 54 87 39

Commission chargée de formuler des Avis Techniques  
(arrêté du 2 décembre 1969)

**Groupe Spécialisé n° 5**

Toitures, couvertures, étanchéités

Vu pour enregistrement le 21 décembre 2007



Secrétariat de la commission des Avis Techniques  
CSTB, 84 avenue Jean Jaurès, Champs sur Marne, F-77447 Marne la Vallée Cedex 2  
Tél. : 01 64 68 82 82 - Fax : 01 60 05 70 37 - Internet : [www.cstb.fr](http://www.cstb.fr)

**Le Groupe Spécialisé n° 5 « Toitures, Couvertures, Étanchéités » de la Commission chargée de formuler les Avis Techniques a examiné, le 19 février 2007, la demande relative au système d'isolation thermique composée non porteur Fesco-Knauf Therm support d'étanchéité fabriqué et distribué par le groupe Knauf et la société Thermal Ceramics de France. Le présent document, auquel est annexé le dossier technique établi par le demandeur, transcrit l'avis formulé par le Groupe Spécialisé n° 5 « Toitures, Couvertures, Étanchéités » sur les dispositions de mise en œuvre proposées pour l'utilisation du procédé dans le domaine d'emploi visé et dans les conditions de la France européenne.**

## 1. Définition succincte

### 1.1 Description succincte

Fesco-Knauf Therm est un système d'isolation composée support d'étanchéité utilisant :

- un lit de panneaux isolants de polystyrène expansé, KNAUF Therm TTI Th 36 SE BA, d'épaisseur comprise entre 60 à 150 mm, ces panneaux étant fixés mécaniquement jusqu'à l'élément porteur TAN,
- un écran thermique de panneaux de perlite expansée (fibrée) feuillurés, FESCO C-DO, ces panneaux étant préalablement fixés sur les éléments porteurs de tôles d'acier nervurées conformes à la norme NF P 84-206 (réf. DTU 43.3), d'épaisseur minimum :
  - 50 mm pour une toiture de bâtiments relevant du « Guide d'emploi des isolants combustibles dans les établissements recevant du public » (cf. annexe II de l'arrêté du 6 octobre 2004 - JORF du 29 décembre 2004), TAN pleines ou perforées ou crevées,
  - 40 mm pour une toiture de bâtiments relevant du « Guide de l'isolation thermique par l'intérieur des bâtiments d'habitation du point de vue des risques en cas d'incendie » (*Cahier du CSTB 3231* de juin 2000), TAN pleines uniquement.

Le système Fesco-Knauf Therm est utilisé sur des toitures, établies en climat de plaine :

- Inaccessibles, sous un revêtement apparent ou sous protection lourde, y compris avec chemins de circulation ;
- Terrasses avec des zones techniques uniquement sous une protection dure par dalles en béton préfabriquées ;
- En :
  - travaux neufs selon la norme NF P 84-206 (réf. DTU 43.3),
  - travaux de réfection selon la norme NF P 84-208 (réf. DTU 43.5), uniquement à partir de l'élément porteur existant constitué de tôles d'acier nervurées conformes à la norme NF P 84-206 (réf. DTU 43.3),
  - toitures situées au-dessus de locaux dont l'hygrométrie est classée en moyenne hygrométrie au plus ( $\frac{W}{n} \leq 5 \text{ g/m}^3$ ).

### 1.2 Mise sur le marché

Les produits relevant des normes NF EN 13169 et NF EN 13163 sont soumis, pour leur mise sur le marché, aux dispositions de l'arrêté du 22 février 2002 portant application pour les produits d'isolation thermique manufacturés pour le bâtiment du décret n° 92-647 du 8 juillet 1992 modifié, concernant l'aptitude à l'usage des produits de construction.

Les caractéristiques des panneaux suivantes sont indiquées sur leur étiquette CE :

- KNAUF Therm TTI Th 36 SE BA :
  - conductivité thermique déclarée : 0,036 W/(m.K),
  - euroclasse : E dans les conditions finales d'usage où les bords et les champs du produit sont protégés (selon le rapport de classement européen n° RA03-0087-2 du 5 juillet 2006 du CSTB) ;
- FESCO C-DO :
  - conductivité thermique déclarée : 0,050 W/(m.K),
  - euroclasse : C - s1, d0 (selon le rapport de classement européen n° C110020-CEMAT/18 du 17 août 2004 du LNE).

### 1.3 Identification

Les produits mis sur le marché portent le marquage CE accompagné des informations visées par l'annexe Z des normes NF EN 13169 et NF EN 13163.

## 2. AVIS

### 2.1 Domaine d'emploi accepté

Identique au domaine proposé par le Dossier Technique.

### 2.2 Appréciation sur le procédé

#### 2.2.1 Aptitude à l'emploi

#### Sécurité au feu

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

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

Le comportement au feu des toitures mises en œuvre sous une protection lourde conformes à celles de l'arrêté du 14 février 2003 satisfont aux exigences vis-à-vis du feu extérieur (art. 5 de l'arrêté du 14 février 2003).

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

#### *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.

Des éléments complémentaires relatifs à l'emploi du système Fesco-Knauf Therm dans les établissements recevant du public sont décrits au Dossier Technique (se reporter au *paragraphe 5.2.3*).

Le procédé a été présenté au Groupe d'appui de sécurité incendie du CSTB, pour information.

#### Prévention des accidents lors de la mise en œuvre ou de l'entretien

Elle peut être normalement assurée.

Les fiches de sécurité sont disponibles aux sociétés Knauf et Thermal Ceramics de France.

#### Isolation thermique

Le *paragraphe 2.2.3* du Dossier Technique donne les résistances thermiques du panneau isolant certifiées par l'ACERMI pour l'année 2007. 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.

Pour les constructions neuves qui entrent dans le champ d'application de la Réglementation Thermique 2005, la paroi dans laquelle est incorporée le système isolant support d'étanchéité Fesco-Knauf Therm devra satisfaire aux exigences du tableau VIII du fascicule 1/5 « Coefficient Ubât » des Règles Th-U, qui définit le coefficient (Up) surfacique maximum admissible pour la toiture.

Les panneaux KNAUF Therm TTI Th 36 SE BA de faibles épaisseurs ne peuvent être mis en œuvre que sur les ouvrages où la réglementation thermique n'est pas applicable.

De plus, sur élément porteur en tôles d'acier nervurées, l'influence des fixations mécaniques du système isolant Fesco-Knauf Therm, et celle du revêtement d'étanchéité lorsqu'il est 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 «  $\gamma_{\text{fixation}}$  » indiqué au Dossier Technique.

### Accessibilité de la toiture

a) Toitures inaccessibles, sous une protection meuble ou en système apparent.

b) Toitures avec zones techniques :

Les zones techniques, et leurs chemins d'accès s'ils sont considérés comme « techniques » dans les Documents Particuliers du Marché, sont toujours mis en œuvre sous une protection dure par dalles préfabriquées en béton.

c) Sous un revêtement autoprotégé :

- Les zones techniques, et leurs chemins d'accès s'ils sont considérés comme « techniques » dans les Documents Particuliers du Marché, ne sont pas visés par ce présent Document Technique d'Application ;
- La superposition de panneaux KNAUF Therm TTI Th 36 SE BA de classe compressibilité « B » (cf. Guide UEAtc), au-dessus de panneaux FESCO C-DO, ne peut être utilisée sur des toitures autres qu'inaccessibles.

### Emploi en climat de montagne

Ce procédé d'isolation n'est pas revendiqué pour une utilisation en climat de montagne.

### 2.22 Durabilité – entretien

Dans le domaine d'emploi proposé, la durabilité des revêtements d'étanchéité sous Document Technique d'Application indépendants sous protection lourde et apparents semi-indépendants par fixation mécanique est satisfaisante.

### Entretien

Cf. les normes NF P 84-206 et NF P 84-205 (réf. DTU 43.3, DTU 43.5).

### 2.23 Fabrication

Se reporter aux Documents Techniques d'Application KNAUF Therm TTI Th 36 SE BA et Gamme Fesco® non revêtu.

### 2.24 Mise en œuvre

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

Knauf et Sitek apportent une assistance technique sur demande de l'entreprise de pose.

## 2.3 Cahier des Prescriptions Techniques

### 2.31 Implantation des zones techniques

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. 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>.

### 2.32 Addendum

#### Cas de la réfection

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

## Conclusions

### Appréciation globale

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

### Validité

Deux ans, venant à expiration le 28 février 2009, sauf éléments nouveaux relatifs à la réglementation contre l'incendie nécessitant de revoir ce dossier avant cette date.

*Pour le Groupe Spécialisé n° 5*  
*Le Président*  
C. DUCHESNE

## 3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

En ce qui concerne les terrasses et toitures végétalisées, le système de végétalisation et le revêtement d'étanchéité et devra (devront) être titulaire(s) d'un Avis Technique particulier adapté à ce type de toitures.

*Le Rapporteur du Groupe Spécialisé n° 5*  
E. SALIMBENI

# Dossier Technique

## établi par le demandeur

## A. Description

### 1. Destination

Procédé d'isolation thermique disposé en deux lits, le premier lit servant d'écran thermique, support direct de revêtements d'étanchéité de toitures-terrasses et de toitures inclinées :

- inaccessibles, sauf pour l'entretien normal de la toiture, avec chemins de circulation éventuels,
- avec zones techniques protégées par dalles,
- sur des éléments porteurs plans en tôles d'acier nervurées pleines, perforées ou crevées conformes à la norme NF P 84-206 (DTU 43.3),
- sur tout type de bâtiment y compris les établissements recevant du public (ERP),
- en climat de plaine (altitude inférieure à 900 m),
- en travaux neufs ou de réfection (à partir de l'élément porteur),
- sur locaux à faible ou moyenne hygrométrie,
- avec végétalisation.

Les revêtements d'étanchéité non traditionnels sont posés :

- apparents par fixations mécaniques en se reportant à leur Document Technique d'Application <sup>(1)</sup>,
- ou
- en indépendance sous protection lourde, en se reportant à leur Document Technique d'Application.

En zones techniques, ils sont protégés par dalles.

Les éléments porteurs en tôles d'acier nervurées d'ouverture haute de vallée > à 70 mm, ne sont pas visés par ce Document Technique d'Application.

L'assistance technique est assurée par les sociétés Knauf et Thermal Ceramics de France.

### 2. Description

#### 2.1 Désignation commerciale

Le procédé Fesco-Knauf Therm comporte deux lits d'isolants :

- lit inférieur : panneau « FESCO C-DO »,
- lit supérieur : panneau « KNAUF Therm TTI Th 36 SE BA » en partie courante et panneau « FESCO C » aux points singuliers.

#### 2.2 Définition des matériaux

##### 2.2.1 Panneau FESCO C-DO

Panneau de perlite expansée d'épaisseur 40, 50 ou 60 mm, conforme aux exigences réglementaires de l'annexe ZA de la norme NF EN 13169 et aux caractéristiques du Document Technique d'Application « Gamme Fesco® non revêtu » en cours de validité, comportant des feuillures à mi-épaisseur de largeur 20 mm sur 4 côtés.

Dimensions : voir *tableau 1* en fin de Dossier Technique.

##### 2.2.2 Panneau KNAUF Therm TTI Th 36 SE BA

Panneau de polystyrène expansé type EPS 100 d'épaisseur 60 à 150 mm, conforme aux exigences réglementaires de l'annexe ZA de la norme NF EN 13163 et aux caractéristiques du Document Technique d'Application en cours de validité.

##### 2.2.3 Résistance thermique

Les *tableaux 3 et 4* donnent pour l'épaisseur totale des deux lits d'isolant la résistance thermique utile à prendre en compte pour le calcul des coefficients de déperdition thermique. Les valeurs sont respectivement celles des certificats ACERMI n° 03/017/091 et 03/007/182 en cours de validité en 2007. Il appartiendra à l'utilisateur de se référer au Certificat ACERMI de l'année en cours. À défaut de certificats valides, les résistances thermiques utiles des isolants seront calculées en prenant respectivement la conductivité utile de 0,059 ou de 0,042 W/(m.K) selon les § 2.6.4.1 - 2.6.5 du fascicule 2/5 « Matériaux » des Règles Th-U (Réglementation Thermique 2005) version 2004 ou la résistance thermique déclarée multipliée par 0,85, selon les Règles Th-U.

#### 2.3 Autres matériaux

##### 2.3.1 Matériaux pour écrans pare-vapeur

Écrans rapportés voile de verre aluminium conformes à la norme NF P 84-206 (DTU 43.3),

ou

Systèmes pare-vapeur du revêtement d'étanchéité décrits dans son Document Technique d'Application.

##### 2.3.2 Matériaux d'étanchéité

Revêtements d'étanchéité non traditionnels et matériaux pour relevés définis par leurs Documents Techniques d'Application, visant leur emploi sur panneaux de polystyrène expansé :

- revêtements fixés mécaniquement,
- revêtements sous protection lourde.

Les revêtements d'étanchéité doivent avoir un sous-classement « FIT » L3 au minimum (bi-couche) ou L4 (monocouche) lorsqu'ils sont autoprotégés, et L4 lorsqu'ils sont mis en œuvre sous gravillons ou sous dalles en zones techniques.

##### 2.3.3 Couche de séparation chimique

Se reporter au Document Technique d'Application du revêtement d'étanchéité : voile de verre, non-tissé polyester...

##### 2.3.4 Écran d'indépendance

Voile de verre 100 g/m<sup>2</sup> conforme aux normes NF P 84 série 200 (DTU série 43) ou se reporter au Document Technique d'Application du revêtement d'étanchéité.

##### 2.3.5 Écran thermique

sous le revêtement d'étanchéité

- Pour les parties courantes :
  - feuille de bitume modifié par élastomère SBS, d'épaisseur minimale 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.

(1) Ou Avis Technique dans la suite du document.

## 2.36 Fixations mécaniques

### 2.361 Attelages de fixations pour panneaux isolants

Vis auto-perceuse ou rivet à expansion et plaquette de répartition conformes à la norme NF P 84-206 (DTU 43.3) et au Cahier des Prescriptions Techniques communes (*Cahier du CSTB 3564*).

Les attelages de fixations mécaniques de l'écran FESCO C-DO et des panneaux isolants KNAUF Therm TTI Th 36 SE BA sont métalliques.

### 2.362 Attelages de fixations pour revêtement fixé mécaniquement

Les fixations mécaniques sont conformes Document Technique d'Application du revêtement.

## 2.37 Protections

Protection lourde meuble par gravillons et protection lourde dure par dallettes préfabriquées conformes à la norme NF P 84-206 (DTU 43.3). Systèmes de végétalisation définis par leurs Avis Techniques.

---

## 3. Fabrication et contrôles

### 3.1 Centres de fabrication

- FESCO C-DO et FESCO C :  
Thermal Ceramics de France (67160 Wissembourg).
- KNAUF Therm TTI Th 36 SE BA :  
KNAUF Est (68190 Ungersheim)  
KNAUF Île de France (77130 Marolles Sur Seine)  
KNAUF Sud Est Site Rhône Alpes (38490 Saint André le Gaz)  
KNAUF Sud Est (13790 Rousset)  
KNAUF Sud Ouest (31770 Colomiers)

### 3.2 Fabrication et contrôle

- FESCO C-DO et FESCO C  
Se référer au Document Technique d'Application « Gamme Fesco® non revêtu » en cours de validité.
- KNAUF Therm TTI Th 36 SE BA  
Se référer au Document Technique d'Application « Knauf Therm TTI Th 36 SE BA » en cours de validité.

---

## 4. Conditionnement, identification, étiquetage et stockage

- FESCO C-DO et FESCO C  
Se référer au Document Technique d'Application en cours de validité ; de plus pour le FESCO C-DO le conditionnement est le suivant : paquets sous film polyéthylène thermorétracté sur palette bois avec film polyéthylène et protection des arêtes verticales par cornières en carton.
- KNAUF Therm TTI Th 36 SE BA  
Se référer au Document Technique d'Application en cours de validité.

---

## 5. Description de la mise en œuvre

Les panneaux isolants sont fixés aux tôles d'acier nervurées par fixations mécaniques, avec interposition éventuelle d'un pare-vapeur, puis le revêtement d'étanchéité est mis en œuvre :

- par fixation mécanique,  
ou
- en indépendance sous protection lourde.

## 5.1 Mise en œuvre du pare-vapeur

Le pare-vapeur, requis uniquement dans le cas de locaux à faible ou moyenne hygrométrie, sur tôles d'acier nervurées perforées ou crevées, est mis en œuvre :

- soit conformément à la norme NF P 84-206 (DTU 43.3),
- soit selon les dispositions décrites dans les Documents Techniques d'Application des revêtements d'étanchéité.

## 5.2 Mise en œuvre des panneaux isolants

### 5.21 Mise en œuvre du 1<sup>er</sup> lit d'isolation FESCO C-DO

(voir figure 1)

#### 5.211 Domaine d'emploi

Les panneaux FESCO C-DO s'utilisent comme écran de protection du KNAUF Therm TTI Th 36 SE BA vis-à-vis d'un feu intérieur :

**Cas (a)** : en épaisseur 50 mm minimum, pour les toitures de tout type de bâtiment y compris les établissements recevant du public relevant de l'arrêté du 6 octobre 2004.

**Cas (b)** : en épaisseur 40 mm minimum, pour les bâtiments suivants :

- Bâtiments d'habitation relevant de l'arrêté du 31 janvier 1986 modifié,
- Bâtiments industriels ou agricoles relevant du code du travail.

#### 5.212 Mise en œuvre

Les feuillures des panneaux qui sont au contact des costières (de rive, lanternaux etc.) sont découpées sur chantier à la scie égoïne sur leur largeur, soit 20 mm. Les bandes de calfeutrement sont découpées dans des panneaux FESCO C-DO ou FESCO C avec une largeur minimale de 15 cm.

Les panneaux sont posés jointifs et en quinconce, à joints alignés perpendiculaires aux nervures des tôles d'acier nervurées. L'emboîtement des panneaux doit être réalisé avec soin (*figure 1*).

Aux noues, faitages et arêtières les rives de panneaux sont découpés de façon à ce que les bords des panneaux soient en contact (*figures 2a, 2b, 2c et 2d*). Une tôle de liaison en acier galvanisé de 0,75 mm d'épaisseur nominale, en 0,20 m de développé, pliée au centre, est fixée sur chaque aile à la jonction entre les tôles d'acier nervurées tous les 0,50 m, lorsque celles-ci reposent sur deux appuis, conformément à la norme NF P 84-206 (*figures 2c et 2d*).

Les panneaux et les bandes de calfeutrements sont fixés mécaniquement dans le support (tôle d'acier nervurée ou costière) à l'aide des attelages de fixation définis au § 2.362 et à raison de 1 fixation minimum par panneau ou bande.

La pose se fait sur des surfaces limitées (de l'ordre de 100 m<sup>2</sup>) de façon à permettre la pose du 2<sup>ème</sup> lit d'isolation à l'avancement.

### 5.22 Mise en œuvre du 2<sup>ème</sup> lit d'isolation KNAUF Therm TTI Th 36 SE BA

Les panneaux sont posés jointifs sur le premier lit d'isolant conformément à la norme NF P 84-206 (DTU 43.3), en quinconce, et à joints décalés.

Ils sont fixés mécaniquement dans le support à raison de 1 fixation minimum au centre de chaque panneau, qu'il soit entier ou découpé, dans le cas de revêtements d'étanchéité fixés mécaniquement ou indépendants sous protection lourde.

## 5.23 Dispositions particulières aux établissements recevant du public (ÉRP) en application de l'arrêté du 6 octobre 2004 cas (a) du § 5.211

### 5.231 Matériaux

- FESCO C-DO épaisseur minimum 50 mm s'utilise en partie courante.
- FESCO C ou FESCO C-DO s'utilisent en complément de protection aux jonctions (voir § 5.232) et FESCO C aux recouvrements (voir § 5.233).

### 5.232 Exemples de jonctions

Voir *tableau 5* et *figures* suivantes :

- évacuation d'eau pluviale cylindrique (*figures 3a et 3c*),
- évacuation d'eau pluviale tronconique (*figures 3b et 3c*),
- conduit ou gaine rectangulaire (*figures 4a et 4b*),
- conduit ou gaine circulaire (*figures 5a et 5b*),
- lanterneau ou exutoire de fumée pré-isolé (*figure 6*),
- lanterneau ou exutoire de fumée avec isolation rapportée (*figures 7a et 7b*),
- costière sur tôle d'acier nervurée (*figures 8a, 8b, 8c et 8d*),
- costière isolée sur tôle d'acier nervurée (*figures 9a et 9b*),
- costière de joint de dilatation (*figure 10*).

### 5.233 Recouvrements

Voir *tableau 5*, *figures 11a et 11b*

Le recouvrement des panneaux KNAUF Therm TTI Th 36 SE BA par des panneaux FESCO C s'applique dans les conditions de l'article I-3.2.3 du « Guide d'emploi des isolants combustibles dans les établissements recevant du public ».

## 5.24 Dispositions particulières aux autres types de bâtiment : cas (b) du § 5.211

### 5.241 Matériaux

- FESCO C-DO épaisseur minimum 40 mm s'utilise en partie courante ;
- FESCO C ou FESCO C-DO s'utilisent au droit des relevés et émergences (voir § 5.242).

### 5.242 Relevés et émergences

S'il est fait usage de feuilles d'étanchéité soudées à la flamme ouverte sans protection de la tranche des panneaux KNAUF Therm TTI Th 36 SE BA (§ 5.3), les panneaux FESCO C ou FESCO C-DO de largeur minimale 15 cm assurent dans ce cas cette protection : voir les *figures 4a, 4b, 5a, 5b, 6, 7b, 8a, 8b, 9b et 10*. Sinon, utiliser une équerre rapportée : voir § 5.3a ci-dessous.

## 5.3 Protection des tranches des panneaux de KNAUF Therm TTI Th 36 SE BA au droit des relevés et émergences

Dans le cas de relevés d'étanchéité soudés à la flamme, les tranches des panneaux de KNAUF Therm TTI Th 36 SE BA sont protégées au droit des relevés et émergences :

- Par une équerre rapportée (voir § 2.35) développé 0,50 m ou selon les dispositions du Document Technique d'Application des revêtements d'étanchéité, ou
- Par un panneau de FESCO C de largeur 15 cm au minimum et d'épaisseur égale à celle du KNAUF Therm TTI Th 36 SE BA.

## 5.4 Mise en œuvre des couches de séparation chimique, d'indépendance et d'écran thermique

- Sous revêtement d'étanchéité synthétique, mise en œuvre de la couche de séparation chimique (§ 2.33) à recouvrements, selon le Document Technique d'Application du revêtement.
- Sous revêtement d'étanchéité utilisant la soudure à la flamme entre couches, mise en œuvre de la couche d'indépendance (§ 2.34) puis de l'écran thermique (§ 2.35) à recouvrements de 10 cm, selon le Document Technique d'Application du revêtement.
- Pour les autres cas, se reporter au Document Technique d'Application du revêtement d'étanchéité.

**Nota** : la couche de séparation chimique tient lieu également d'écran anti-poussière lorsqu'il est requis sur panneaux de perlite expansée.

## 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, sont conformes au Document Technique d'Application particulier.

## 5.6 Mise en œuvre des protections

Protection lourde meuble par gravillons et protection lourde dure par dalles préfabriquées mises en œuvre conformément à la norme NF P 84-206 (DTU 43.3).

Système de végétalisation mis en œuvre conformément à son Avis Technique.

## 5.7 Cas de la mise en œuvre du procédé en travaux de réfection

Les travaux de réfection seront réalisés à partir de la tôle d'acier nervurée conservée, dans les conditions de la norme NF P 84-208 (DTU 43.5).

## 5.8 Organisation de la mise en œuvre

Elle est réalisée par des entreprises d'étanchéité qualifiées.

Les sociétés Knauf et Thermal Ceramics de France (division Sitek) peuvent fournir une assistance technique sur le procédé.

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

Les modalités de calcul du coefficient de déperdition par transmission  $U_p$  d'une toiture sont données dans les « Règles « Th-U » de la Réglementation Thermique 2005.

Pour le calcul de la résistance thermique utile de la toiture, il faut prendre en compte la résistance thermique utile totale des deux panneaux donnée aux *tableaux 3 et 4*.

Les ponts thermiques intégrés courants des fixations mécaniques du système isolant, et ceux dus aux fixations mécaniques du revêtement d'étanchéité fixé mécaniquement, doivent être pris en compte :

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

avec :

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

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

dans laquelle :

- $\chi_{\text{fixation}}$  : coefficient ponctuel du pont thermique intégré, en W/K, défini par le fascicule 4/5 des Règles Th-U pour le KNAUF Therm TTI Th 36 SE BA, et dans le courrier du 22 novembre 2006 réf. DER/HTO2006-184-SF/LS du CSTB pour le FESCO C-DO
- $A$  : surface totale de la paroi, en m<sup>2</sup>.

Le *tableau 2* donne les valeurs du coefficient majorateur  $\Delta U_{\text{fixation}}$  en fonction du nombre total de fixations au mètre carré.

**Tableau – Exemple d'un calcul thermique**

Hypothèse de la construction de la toiture : bâtiment fermé et chauffé à Baccarat (54) (zone climatique H1)	Résistances thermiques :
- toiture avec résistances superficielles ( $R_{si} + R_{se} = 0,14 \text{ m}^2.K/W$ )	0,140 $\text{m}^2.K/W$
- tôle d'acier nervurée ép. 0,75 mm	0,000 $\text{m}^2.K/W$
- panneaux FESCO C-DO ép. 50 mm + Knauf Therm TTI Th 36 SE BA ép. 115 mm	4,150 $\text{m}^2.K/W$
- étanchéité bitumineuse ép. 5 mm	0,021 $\text{m}^2.K/W$
Coefficient de transmission surfacique de la toiture : $U_c = \frac{1}{\sum R}$	0,23 $\text{m}^2.K/W$
$\Delta U_{\text{fixation}}$ pour 6 fixations au $\text{m}^2$ (1 préalable au $\text{m}^2$ pour l'isolation + 5 au $\text{m}^2$ pour le revêtement d'étanchéité)	0,04 $\text{m}^2.K/W$
Coefficient de transmission global de la toiture : $U_p = U_c + \Delta U_{\text{fixation}}$	0,27 $\text{m}^2.K/W$

## B. Résultats expérimentaux

Rapport de classement européen de réaction au feu du LNE n° C110020-CEMAT/18 du 17 août 2004, pour les FESCO C-DO et FESCO C - classement C S1 d0.

Rapport de classement européen de réaction au feu du CSTB n° RA03-0087-2 du 5 juillet 2006, pour le KNAUF Therm TTI Th 36 SE BA - classement E.

Rapport d'essai de tenue au feu d'un élément de couverture du CTICM n° 02-F-105 du 4 juillet 2002.

Télécopie du Ministère de l'Intérieur du 6 février 2007 relative à la réunion du CECMI du 5 décembre 2006.

## C. Références

Le procédé Fesco-Knauf Therm a été appliqué depuis 2002 sur plus de 40 000  $\text{m}^2$  de toitures.

## Tableaux et figures du Dossier Technique

**Tableau 1 – Dimensions du FESCO C-DO**

Caractéristiques	Valeurs spécifiées	Unités	Référence
Longueur utile	1 200 ± 2	mm	EN 822
Largeur utile	600 ± 2 ou 1 000 ± 2	mm	EN 822
Épaisseur	40 ou 50 ou 60 ± 1,6	mm	EN 823
Bords : feuillures 4 côtés à mi-épaisseur	largeur 20 ± 1	mm	

**Tableau 2 – Coefficient majorateur  $\Delta U_{\text{fixation}}$**

		$\Delta U_{\text{fixation}}$ (en $W/(m^2.K)$ )											
		nombre de fixations au $\text{m}^2$											
diamètre vis	$\chi_{\text{fixation}}$	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 3 – Résistance thermique utile totale FESCO C-DO (ép. 40 mm) + KNAUF Therm TTI Th 36 SE BA (1)**

Épaisseur totale (mm)	100 (40+60)	105 (40+65)	110 (40+70)	115 (40+75)	120 (40+80)	125 (40+85)	130 (40+90)	135 (40+95)	140 (40+100)	145 (40+105)
R (m <sup>2</sup> .K/W)	2,45	2,60	2,70	2,85	3,00	3,15	3,30	3,40	3,55	3,70
Masse surfacique totale (kg/m <sup>2</sup> )	7,3	7,4	7,5	7,6	7,7	7,8	7,9	8,0	8,1	8,2
Épaisseur totale (mm)	150 (40+110)	155 (40+115)	160 (40+120)	165 (40+125)	170 (40+130)	175 (40+135)	180 (40+140)	185 (40+145)	190 (40+150)	
R (m <sup>2</sup> .K/W)	3,85	3,95	4,10	4,25	4,40	4,55	4,65	4,80	4,95	
Masse surfacique totale (kg/m <sup>2</sup> )	8,3	8,4	8,5	8,6	8,7	8,8	8,9	9,0	9,2	

(1) Selon les certificats ACERMI n° 03/017/091 et 03/007/182.

**Tableau 4 – Résistance thermique utile totale FESCO C-DO (ép. 50 mm) + KNAUF Therm TTI Th 36 SE BA (1)**

Épaisseur totale (mm)	110 (50+60)	115 (50+65)	120 (50+70)	125 (50+75)	130 (50+80)	135 (50+85)	140 (50+90)	145 (50+95)	150 (50+100)	155 (50+105)
R (m <sup>2</sup> .K/W)	2,65	2,80	2,90	3,05	3,20	3,35	3,50	3,60	3,75	3,90
Masse surfacique totale (kg/m <sup>2</sup> )	8,8	8,9	9,0	9,1	9,2	9,3	9,4	9,5	9,6	9,7
Épaisseur totale (mm)	160 (50+110)	165 (50+115)	170 (50+120)	175 (50+125)	180 (50+130)	185 (50+135)	190 (50+140)	195 (50+145)	200 (50+150)	
R (m <sup>2</sup> .K/W)	4,05	4,15	4,30	4,45	4,60	4,75	4,85	5,00	5,15	
Masse surfacique totale (kg/m <sup>2</sup> )	9,8	9,9	10,0	10,1	10,2	10,3	10,4	10,5	10,7	

(1) Selon les certificats ACERMI n° 03/017/091 et 03/007/182.

**Note :** dans le cas de FESCO C-DO en épaisseur 60 mm, la résistance thermique utile totale est égale à la somme des résistances thermiques des panneaux selon leur certificat ACERMI en cours de validité, et la masse surfacique totale est égale à la somme des masses surfaciques des panneaux selon leur Document Technique d'Application.

**Tableau 5 – Nomenclature des figures**

n°	nom	n°	nom
1	Bardage	6	FESCO C-DO
2	Poteau	7	KNAUF Therm TTI Th 36 SE BA
3	TAN	8	FESCO C ou FESCO C-DO avec feuillures découpées
4	Appui des TAN	9	Isolant d'euroclasse A2 - s2, d0 au moins, d'épaisseur supérieure ou égale à celle du FESCO C-DO
5	Costière sur TAN	10	Tôle de liaison

Les feuillures du 1<sup>er</sup> lit en FESCO C-DO sont découpées:

- en angle, sur 2 côtés (p1),
- en rives, sur un côté (p2, p3 et p4)

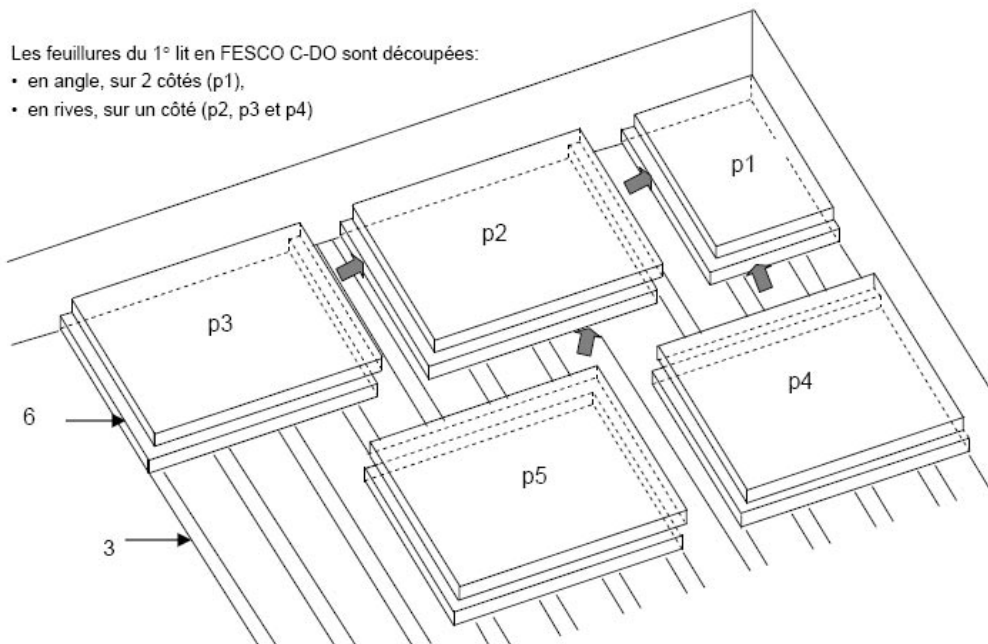


Figure 1 – Schéma de pose du premier lit en FESCO C-DO

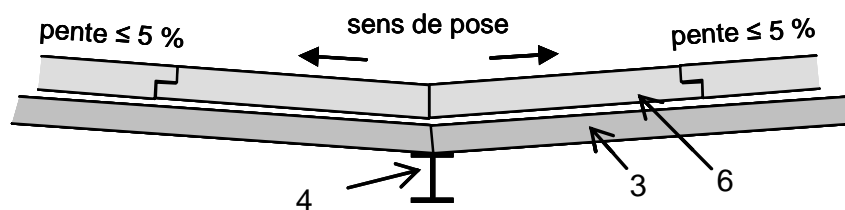


Figure 2a – Raccordement FESCO C-DO en noe - appui simple

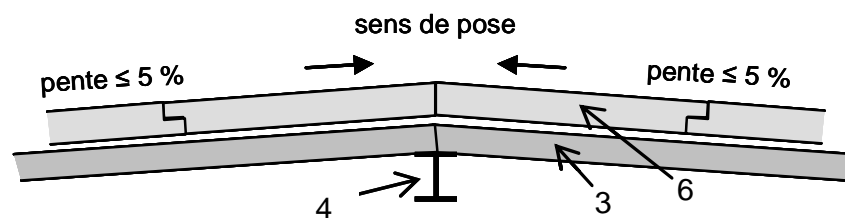


Figure 2b – Raccordement FESCO C-DO en faîtage et arêtier - appui simple

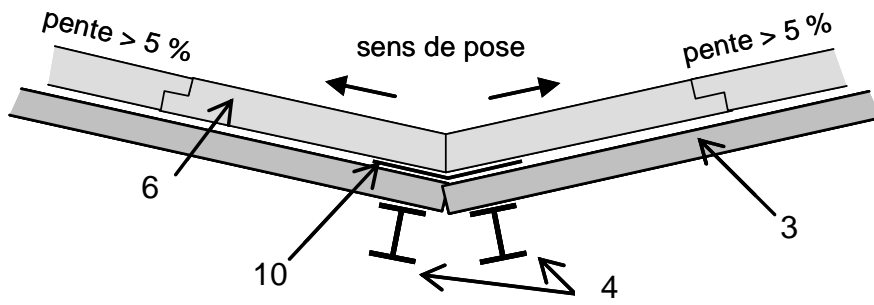


Figure 2c – Raccordement FESCO C-DO en noue - appuis doubles

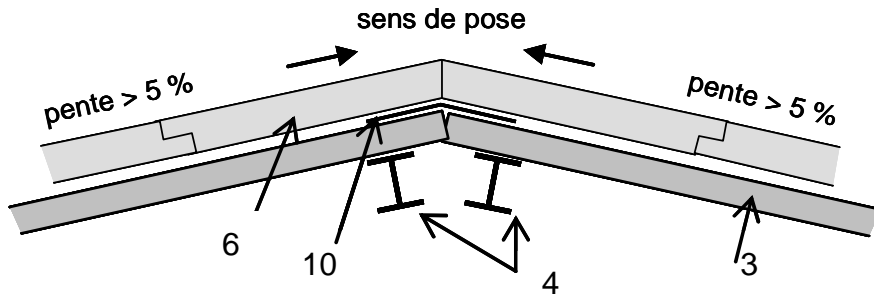


Figure 2d – Raccordement FESCO C-DO en faitage et arêtier - appuis doubles

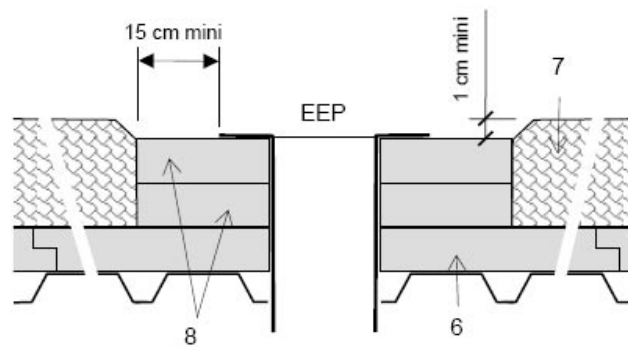


Figure 3a – Exemple de calfeutrement autour d'évacuation d'eau pluviale cylindrique

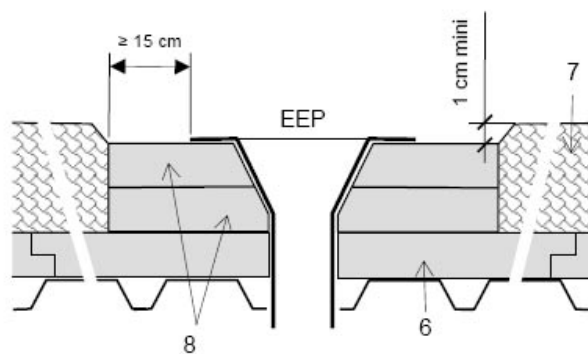


Figure 3b – Exemple de calfeutrement autour d'évacuation d'eau pluviale tronconique

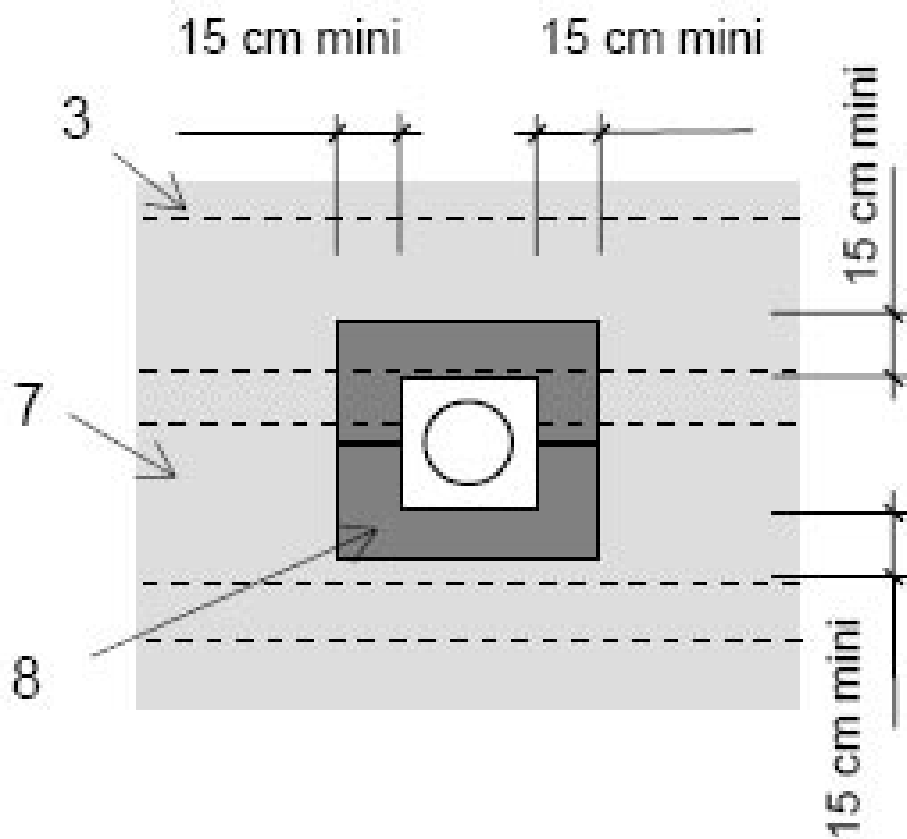


Figure 3c – Exemple de calfeutrement autour d'EEP (vue de dessus)

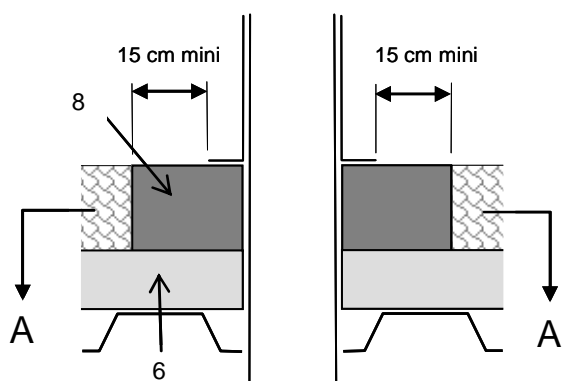


Figure 4a – Exemple de calfeutrement sur fourreau de conduit ou gaine rectangulaire

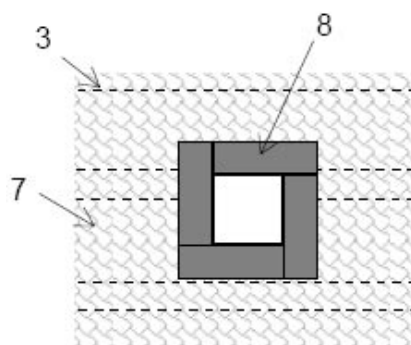


Figure 4b – Coupe AA

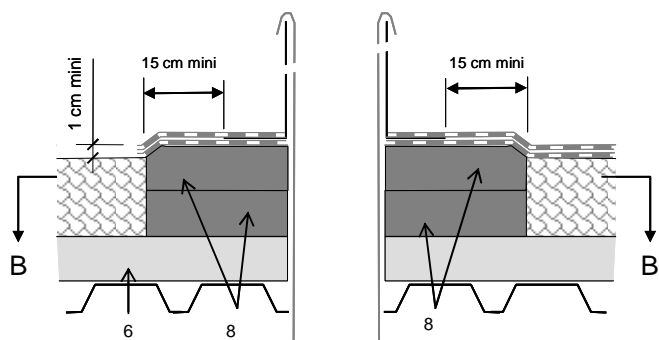


Figure 5a – Exemple de calfeutrement de conduit ou gaine circulaire

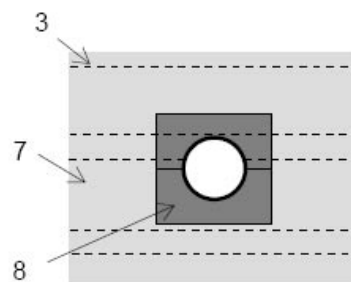
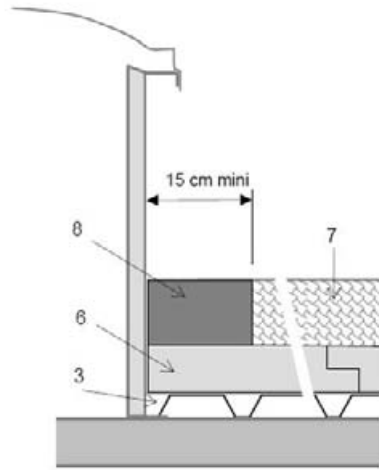
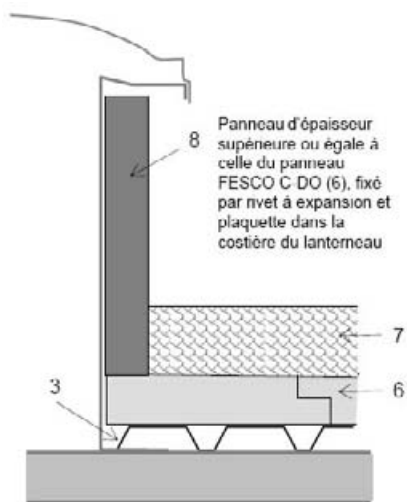


Figure 5b – Coupe BB

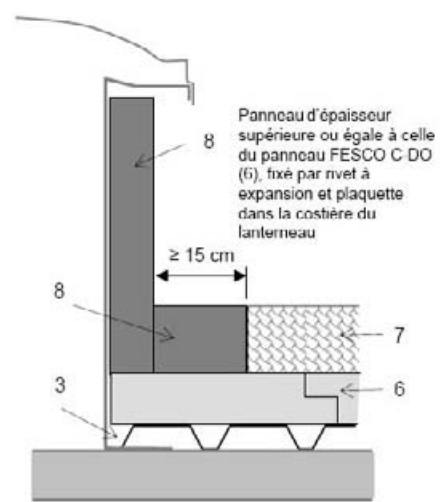


**Figure 6 – Exemple de raccordement sur lanterneau ou exutoire de fumée pré-isolé**



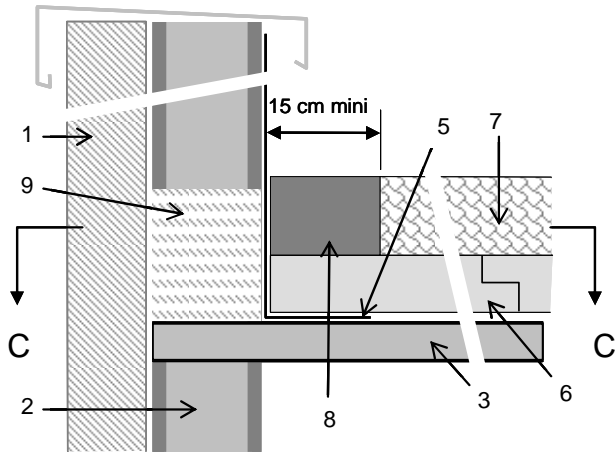
**Figure 7a – Exemple de raccordement sur lanterneau ou exutoire de fumée avec isolation rapportée**

Cas de soudure sans flamme des revêtements d'étanchéité ou de soudure à la flamme avec protection de la tranche du KNAUF Therm TTI Th 36 SE BA (voir § 5.3)



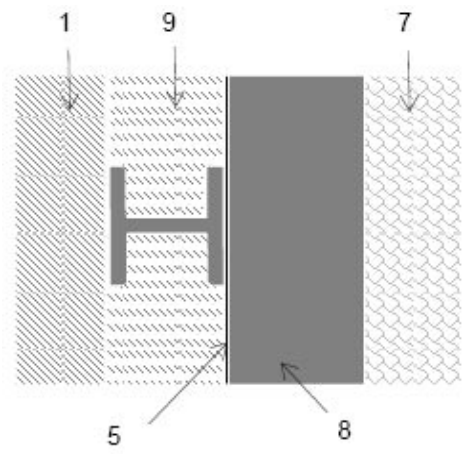
**Figure 7b – Exemple de raccordement sur lanterneau ou exutoire de fumée avec isolation rapportée**

Cas de soudure à la flamme des revêtements d'étanchéité sans protection de la tranche du KNAUF Therm TTI Th 36 SE BA



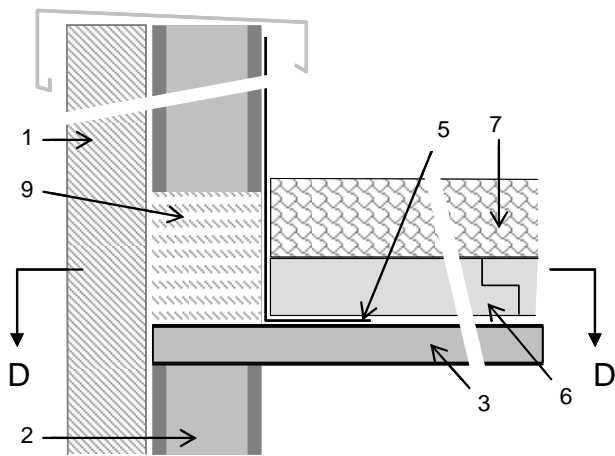
**Figure 8a – Exemple avec costière sur TAN**

Cas de soudure à la flamme ouverte des revêtements d'étanchéité sans protection de la tranche du KNAUF Therm TTI Th 36 SE BA



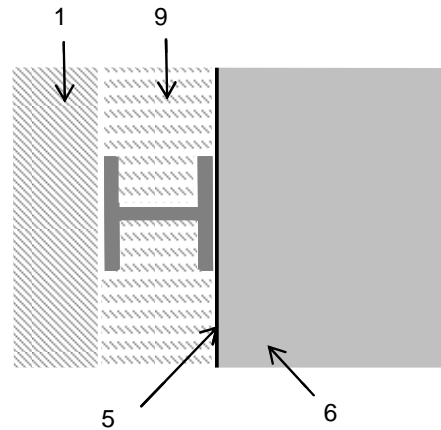
**Figure 8b – Coupe CC**

Cas de soudure à la flamme ouverte des revêtements d'étanchéité sans protection de la tranche du KNAUF Therm TTI Th 36 SE BA



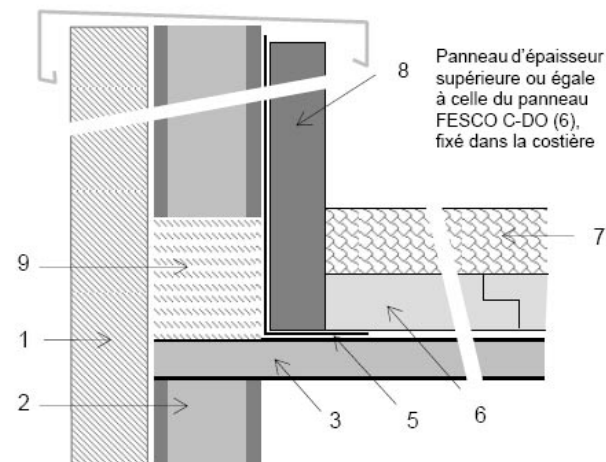
**Figure 8c – Exemple avec costière sur TAN**

Cas de soudure sans flamme des revêtements d'étanchéité ou de soudure à la flamme avec protection de la tranche du KNAUF Therm TTI Th 36 SE BA (voir § 5.3)



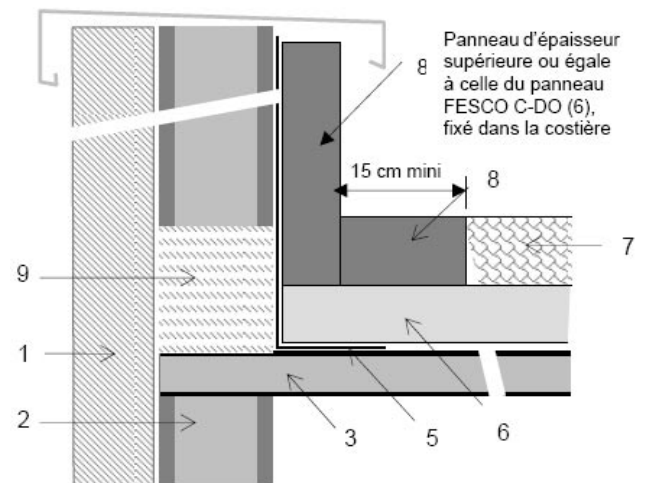
**Figure 8d – Coupe DD**

Cas de soudure sans flamme des revêtements d'étanchéité ou de soudure à la flamme avec protection de la tranche du KNAUF Therm TTI Th 36 SE BA (voir § 5.3)



**Figure 9a – Exemple avec costière isolée sur TAN**

Cas de soudure sans flamme des revêtements d'étanchéité ou de soudure à la flamme avec protection de la tranche du KNAUF Therm TTI Th 36 SE BA (voir § 5.3)



**Figure 9b – Exemple avec costière isolée sur TAN**

Cas de soudure à la flamme des revêtements d'étanchéité sans protection de la tranche du KNAUF Therm TTI Th 36 SE BA

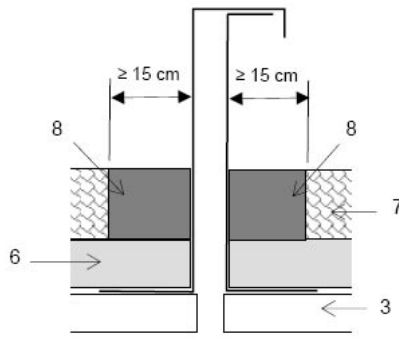


Figure 10 – Exemple de calfeutrement dans le cas de joint de dilatation

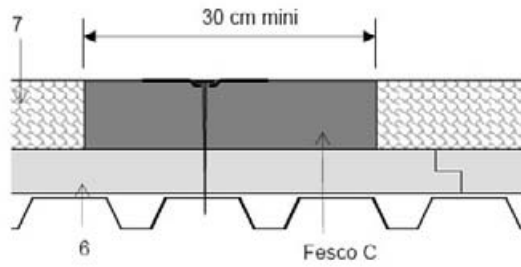


Figure 11a – Recouplement

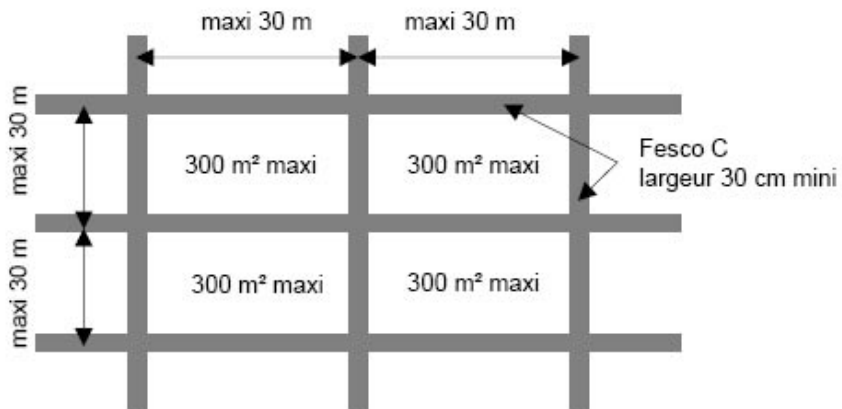


Figure 11b – Exemple de maillage dans le cas de recouplement (vue de dessus)