

Sur le procédé

Fesco-Knauf Therm

Famille de produit/Procédé : Isolation composée non porteur support d'étanchéité

Titulaire(s) : Société SITEK INSULATION SASU
Société KNAUF SAS

AVANT-PROPOS

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

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

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

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

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

Versions du document

Version	Description	Rapporteur	Président
V2	Cette version intègre : - La suppression des panneaux KNAUF Therm ATTIK ; - Ajout des toitures inaccessibles avec revêtement d'étanchéité avec modules souples photovoltaïques bénéficiant d'un Avis Technique [dans le cas où le lit supérieur est en perlite expansée (fibrée)].	MINON Anouk	DRIAT Philippe

Descripteur :

Le Fesco-Knauf Therm est un procédé d'isolation thermique non porteur support direct de revêtements d'étanchéité de toitures-terrasses et de toitures inclinées en :

- Tôles d'acier nervurées :
 - pleines, perforées ou crevées conformes au NF DTU 43.3,
 - pleines, perforées ou crevées d'ouverture haute de nervure (Ohn) > 70 mm (et ≤ 170 mm) conformes au *Cahier du CSTB 3537_V2* de janvier 2009 uniquement sous protection lourde rapportée ou revêtements d'étanchéité fixé mécaniquement.
 - conformes à un Document Technique d'Application permettant de dissimuler les fixations mécaniques en sous-face :
 - inaccessibles, sauf pour l'entretien normal de la toiture, avec chemins de circulation éventuels,
 - terrasses comportant des revêtements d'étanchéité avec modules souples photovoltaïques bénéficiant d'un Avis Technique, uniquement avec un lit supérieur en perlite expansée (fibrée),
 - technique ou à zones techniques protégées par dalles préfabriquées en béton sur couche de désolidarisation,
 - terrasses et toitures végétalisées, selon l'Avis Technique du procédé de végétalisation ;
- Bois ou panneaux à base de bois identifié au § 2.2.2.2 et conformes au NF DTU 43.4 ou à un Document Technique d'Application :
 - inaccessible, sauf pour l'entretien normal de la toiture, avec chemins de circulation éventuels,
 - terrasses comportant des revêtements d'étanchéité avec modules souples photovoltaïques bénéficiant d'un Avis Technique, uniquement avec un lit supérieur en perlite expansée (fibrée),
 - technique ou à zones techniques protégées par dalles préfabriquées en béton sur couche de désolidarisation,
 - terrasses et toitures végétalisées, selon l'Avis Technique du procédé de végétalisation.

Il s'emploie en travaux neuf et de réfection, en France métropolitaine en climat de plaine et de montagne.

Table des matières

1.	Avis du Groupe Spécialisé.....	4
1.1.	Domaine d'emploi accepté	4
1.1.1.	Zone géographique	4
1.1.2.	Ouvrages visés.....	4
1.2.	Appréciation.....	4
1.2.1.	Aptitude à l'emploi du procédé	4
1.2.2.	Durabilité et entretien.....	5
1.2.3.	Impacts environnementaux	6
1.3.	Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé	6
2.	Dossier Technique.....	7
2.1.	Mode de commercialisation	7
2.1.1.	Coordonnées.....	7
2.1.2.	Mise sur le marché.....	7
2.1.3.	Identification.....	7
2.2.	Description.....	7
2.2.1.	Principe.....	7
2.2.2.	Caractéristiques des composants.....	8
2.3.	Dispositions de conception	10
2.3.1.	Eléments porteurs.....	10
2.4.	Dispositions de mise en œuvre	11
2.4.1.	Mise en œuvre du pare-vapeur.....	11
2.4.2.	Mise en œuvre des panneaux isolants.....	11
2.4.3.	Protection des tranches des panneaux de KNAUF Therm TTI Se au droit des relevés et émergences	13
2.4.4.	Mise en œuvre des couches de séparation chimique, d'indépendance et d'écran thermique	13
2.4.5.	Mise en œuvre des revêtements d'étanchéité.....	13
2.4.6.	Mise en œuvre des protections.....	13
2.4.7.	Cas de la mise en œuvre du procédé en travaux de réfection.....	13
2.4.8.	Organisation de la mise en œuvre.....	13
2.4.9.	Emploi en climat de montagne sous porte-neige hors système de revêtement fixé mécaniquement.....	13
2.5.	Assistance technique.....	13
2.6.	Principes de fabrication et de contrôle de cette fabrication.....	14
2.6.1.	Centres de fabrication.....	14
2.6.2.	Fabrication et contrôle	14
2.7.	Détermination de la résistance thermique de la toiture étanchée	14
2.8.	Mention des justificatifs.....	15
2.8.1.	Résultats expérimentaux.....	15
2.8.2.	Références chantiers	15
2.9.	Annexe du Dossier Technique – Schémas de mise en œuvre	16
2.9.1.	Tableaux du Dossier Technique	16
2.9.2.	Figures du Dossier Technique.....	23

1. Avis du Groupe Spécialisé

Le procédé décrit au chapitre 2 « Dossier Technique » ci-après a été examiné le 20/11/2023 par le Groupe Spécialisé n° 5.2 qui a conclu favorablement à son aptitude à l'emploi dans les conditions définies ci-après :

1.1. Domaine d'emploi accepté

1.1.1. Zone géographique

Le procédé « Fesco-Knauf Therm » s'emploie en France métropolitaine en climat de plaine et de montagne hors système de revêtement fixé mécaniquement et toujours sous porte-neige (cf. §2.4.9 du Dossier Technique).

1.1.2. Ouvrages visés

Le procédé Fesco-Knauf Therm s'emploie en toitures-terrasses comme support de revêtements d'étanchéité, en travaux neufs ou de réfection selon la norme NF DTU 43.5, sur éléments porteurs en :

- Tôles d'acier nervurées :
 - pleines, perforées ou crevées conformes au NF DTU 43.3 P1,
 - pleines, perforées ou crevées d'ouverture haute de nervure (Ohn) > 70 mm (et ≤ 170 mm) conformes au *Cahier du CSTB 3537_V2* de janvier 2009 uniquement sous protection lourde rapportée ou revêtements d'étanchéité fixés mécaniquement,
 - conformes à un Document Technique d'Application permettant de dissimuler les fixations mécaniques en sous-face :
 - inaccessibles, sauf pour l'entretien normal de la toiture, avec chemins de circulation éventuels,
 - terrasses comportant des revêtements d'étanchéité avec modules souples photovoltaïques bénéficiant d'un Avis Technique, uniquement avec un lit supérieur en perlite expansé (fibrée),
 - techniques ou à zones techniques protégées par dalles préfabriquées en béton sur couche de désolidarisation,
 - terrasses et toitures végétalisées, selon l'Avis Technique du procédé de végétalisation ;
- Bois ou panneaux à base de bois identifié au paragraphe 2.3.1.2 du Dossier Technique, et conforme au NF DTU 43.4 P1 ou à un Document Technique d'Application :
 - inaccessibles, sauf pour l'entretien normal de la toiture, avec chemins de circulation éventuels,
 - terrasses comportant des revêtements d'étanchéité avec modules souples photovoltaïques bénéficiant d'un Avis Technique, uniquement avec un lit supérieur en perlite expansée (fibrée),
 - techniques ou à zones techniques protégées par dalles préfabriquées en béton sur couche de désolidarisation,
 - terrasses et toitures végétalisées, selon l'Avis Technique du procédé de végétalisation.

L'emploi des modules souples photovoltaïques est limité au domaine d'emploi validé dans leur Avis Technique.

Les revêtements d'étanchéité sont posés, selon leur Document Technique d'Application :

- Sous protection lourde en :
 - indépendance,
 - semi-indépendance par autoadhésivité ou par fixations mécaniques,
 - adhérence totale uniquement sur Fesco C-S ;
- En système apparent en :
 - semi-indépendance par autoadhésivité ou par fixations mécaniques,
 - adhérence totale uniquement sur Fesco C-S.

Le procédé Fesco-Knauf Therm peut être utilisé :

- Sur locaux à faible ou moyenne hygrométrie, selon les NF DTU 43.3 P1 et NF DTU 43.4 P1 ;
- Sur locaux à forte hygrométrie selon le NF DTU 43.3 P1 et de l'amendement A1, uniquement avec les éléments porteurs plans en tôles d'acier nervurées conformes à un Document Technique d'Application permettant de dissimuler les fixations mécaniques en sous-face ;
- Sur les locaux à très forte hygrométrie selon le NF DTU 43.3 P1, sur éléments porteurs plans en tôles d'acier nervurées permettant de dissimuler les fixations mécaniques en sous-face, uniquement avec le procédé PARASTEEL 42-TFH conformément à son Document Technique d'Application 5.2/19-2668 en vigueur.

1.2. Appréciation

1.2.1. Aptitude à l'emploi du procédé

Stabilité

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

Sécurité en cas d'incendie

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

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

Le comportement au feu des toitures mises en œuvre sous une protection lourde conforme à celles de l'arrêté du 14 février 2003 satisfait 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.

Des complexes d'étanchéité présentent un classement de tenue au feu Broof(t3). Ils sont définis dans les procès-verbaux cités au § 2.8.1 du Dossier Technique. L'entreprise de pose doit se procurer ces procès-verbaux auprès des titulaires de l'Avis Technique et vérifier que le complexe d'étanchéité à mettre en œuvre est pris en compte par l'un de ces procès-verbaux.

Vis-à-vis du feu intérieur

Certaines 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.

Certaines dispositions décrites au Dossier Technique permettent l'emploi du procédé Fesco-Knauf Therm au-dessus de certains locaux particuliers (cf. § 2.8.1 - Appréciation de laboratoire n° AL18-240).

Le procédé Fesco-Knauf Therm dispose d'une Euroclasse B-s1,d0 citée au § 2.8.1.

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

Les panneaux du procédé Fesco-Knauf Therm disposent de Fiches 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) ou les formations appropriées pour l'utilisation des produits. Les FDS sont disponibles auprès des Sociétés Knauf SAS et Sitek Insulation SASU.

Pose en zones sismiques

Le procédé peut être mis en œuvre, en respectant les prescriptions du Dossier Technique sur des bâtiments de catégorie d'importance I, II, III et IV, situés en zone de sismicité 1 (très faible), 2 (faible), 3 (modérée), 4 (moyenne) et 5 (forte) sur des sols de classe A, B, C, D et E.

Isolation thermique

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

Le paragraphe 2.2.2.1.6 du Dossier Technique donne les résistances thermiques des panneaux isolants certifiées par l'ACERMI. Il appartiendra cependant à l'utilisateur de vérifier que le certificat ACERMI est toujours valide ; faute de quoi, il y aura lieu de se reporter aux Règles Th-Bât pour déterminer la résistance thermique utile de l'isolant.

De plus,

- L'influence des fixations mécaniques du complexe isolant Fesco-Knauf Therm et du revêtement d'étanchéité fixé mécaniquement sur un élément porteur métallique, est à prendre en compte conformément aux dispositions prévues dans les Règles Th-Bât (fascicule 4/5), avec le coefficient ponctuel du pont thermique intégré « $\chi_{fixation}$ » indiqué au Dossier Technique ;
- Le traitement des points singuliers à l'aide de panneaux de perlite expansée (fibrée) de la couche isolante en panneaux de polystyrène expansé, pour les jonctions et recouvrements éventuels, modifie le comportement thermique global de la paroi-toiture.

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 complexes 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 du procédé « Fesco-Knauf Therm » n'ont pas été évaluées.

Aspects sanitaires

Le présent Avis est formulé au regard de l'engagement écrit des titulaires 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. Les titulaires du présent Avis conservent l'entière responsabilité de ces informations et déclarations.

Fabrication et contrôle

Cet Avis est formulé en prenant en compte les contrôles et modes de vérification de fabrication décrits dans le Dossier Technique.

1.2.2. Durabilité et entretien

Durabilité

Dans le domaine d'emploi accepté, la durabilité du procédé Fesco-Knauf Therm est satisfaisante.

Entretien

Cf. normes NF DTU 43.3 et NF DTU 43.4.

1.2.3. Impacts environnementaux

Certaines épaisseurs des panneaux KNAUF Therm TTI Se disposent de Fiches de Déclaration Environnementale et Sanitaire (FDES) individuelles.

Ces FDES ont été établies en février 2018 et ont fait l'objet d'une vérification par tierce partie indépendante selon l'arrêté du 31 août 2015 et sont déposées sur le site www.inies.fr.

Certaines épaisseurs des panneaux Fesco C et Fesco C -DO disposent de Fiches de Déclaration Environnementale et Sanitaire (FDES) individuelles.

Ces FDES ont été établies le 20/07/2023 et ont fait l'objet d'une vérification par tierce partie indépendante selon l'arrêté du 31 août 2015 et sont déposées sur le site www.inies.fr.

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

1.3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

- a. La mise en œuvre de l'aile horizontale de la costière métallique sur le panneau de perlite expansée (fibrée), ne concerne pas la mise en œuvre des costières de lanterneaux (ou voûtes - bandes filantes éclairantes) ou support de contre-bardage.
- b. Avec un 3^{ème} lit supérieur en panneau FescoDrain ou FescoDrain S, la réalisation de la toiture doit être établie conformément à l'Avis Technique de ces panneaux à forme de pente intégrée, notamment pour la conception des besaces et les entrées des eaux pluviales (EEP) à dédoubler dans les conditions prévues par l'annexe E du NF DTU 43.3 P1-1 et la norme NF DTU 43.5.

2. Dossier Technique

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

2.1. Mode de commercialisation

2.1.1. Coordonnées

Cotitulaires :	Knauf SAS Zone d'activités FR-68600 Wolfgantzen Site : www.knauf.fr Tél. : 0 809 404 068 Email : stk@knauf.com	Sitek Insulation SASU Route de Lauterbourg FR-67163 Wissembourg cedex Site : www.sitekinsulation.com Tél. : 03 88 54 87 34
Distributeurs :	Knauf Centre Est : site Est Ungersheim Tél. : 03 89 26 69 00 Knauf Sud : site Sud-Ouest Colomiers Tél. : 05 61 15 94 15 Knauf Centre Est: site Rhône-Alpes Saint André le Gaz Tél. : 04 74 88 11 55 Knauf Sud: site Sud-Est Rousset Tél :04 42 29 11 11	Sitek Insulation SASU Wissembourg Tél. : 03 88 54 87 34 Knauf Ile-de-France Ouest : site Ouest Cournon Tél. : 02 99 71 43 77 Knauf Île de France Ouest : site Ile-de-France Marolles sur Seine Tél. : 01 64 70 52 00

2.1.2. Mise sur le marché

Conformément au Règlement UE n° 305/2011 (RPC), les produits de la gamme Fesco et les produits KNAUF Therm font l'objet d'une Déclaration des Performances (DdP) établie par les fabricants Knauf SAS et Sitek Insulation SASU, sur la base des normes NF EN 13169 et NF EN 13163.

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

2.1.3. Identification

Se reporter aux Documents Techniques d'Application :

- Des panneaux « Fesco C-DO » et « Fesco C » : se référer au Document Technique d'Application « Gamme Fesco® non revêtu » en cours de validité ;
- Des panneau « Fesco C-S » : se référer au Document Technique d'Application « Gamme Fesco® surfacé bitume » en cours de validité ;
- Des panneaux « FescoDrain » et « FescoDrain S » : se référer à l'Avis Technique « Gamme de panneaux à pente intégrée FescoDrain » en cours de validité ;
- Des panneaux « KNAUF Therm TTI Se » : se référer au Document Technique d'Application en cours de validité ;

2.2. Description

2.2.1. Principe

Le « Fesco-Knauf Therm » est un procédé d'isolation thermique non porteur support direct de revêtements d'étanchéité de toitures-terrasses et de toitures inclinées.

Ce procédé est disposé, soit en :

- Deux lits d'isolants d'épaisseur totale maximale de 360 mm ;
- Trois lits d'isolants d'épaisseur totale maximale de 390 mm.

Il se compose de :

- Un premier lit inférieur en panneau de perlite expansée (fibrée) non revêtu Fesco C ou Fesco C-DO servant d'écran de protection thermique, d'épaisseur 30 à 60 mm ;
- Un deuxième lit en panneaux de polystyrène expansé KNAUF Therm TTI Se, d'épaisseur comprise entre 30 et 300 mm ;
- Avec éventuellement, un troisième lit supérieur en panneau de perlite expansée Fesco C, Fesco C-S d'épaisseur 30 mm ou FescoDrain, FescoDrain S d'épaisseur 30 mm à 200 mm.

2.2.2. Caractéristiques des composants

2.2.2.1. Panneaux isolants

2.2.2.1.1. Panneau Fesco C

Panneau de perlite expansée (fibrée) de la Gamme Fesco® non revêtu d'épaisseur minimale 30 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 bords droits.

Dimensions : selon Document Technique d'Application « Gamme Fesco® non revêtu » ou pour les bandes aux points singuliers, dimensions spécifiques possibles sur demande avec largeur minimale de 150 mm.

2.2.2.1.2. Panneau Fesco C-S

Panneau de perlite expansée (fibrée) de la Gamme Fesco® surfacé bitume d'épaisseur 30 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® surfacé bitume » en cours de validité, comportant des bords droits.

Dimensions : selon Document Technique d'Application « Gamme Fesco® surfacé bitume ».

2.2.2.1.3. Panneau Fesco C-DO

Panneau de perlite expansée (fibrée) 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 et figure 1 en fin de Dossier Technique.

Nota : le panneau Fesco C-DO 60 mm peut être remplacé par deux lits de Fesco C de 30 mm à joints décalés.

2.2.2.1.4. Panneaux FescoDrain et FescoDrain S

Panneaux de perlite expansée de la Gamme de panneaux à pente intégrée FescoDrain, usinés en usine à partir de panneau de perlite expansée (fibrée), conformes aux caractéristiques de l'Avis Technique « Gamme de panneaux à pente intégrée FescoDrain ».

Dimensions : selon Avis Technique « Gamme de panneaux à pente intégrée FescoDrain » avec une épaisseur de 30 à 200 mm.

2.2.2.1.5. Panneau KNAUF Therm TTI Se

Panneau isolant non porteur de polystyrène expansé, conforme aux exigences réglementaires de l'annexe ZA de la norme NF EN 13163 et aux caractéristiques définies par le Document Technique d'Application « KNAUF Therm TTI Se » en cours de validité.

Dans le cas de la pose avec le procédé Parasteel 42/Parasteel 42 TFH conforme à son Document Technique d'Application, le format spécifique du panneau « KNAUF Therm TTI Se » est 1 770 × 1 200 mm.

2.2.2.1.6. Résistance thermique

La résistance thermique utile d'isolation à prendre en compte pour le calcul des coefficients de déperdition thermique du procédé Fesco-Knauf Therm est la somme des résistances thermiques utiles de chaque lit de panneaux isolants.

Les valeurs sont respectivement celles des certificats ACERMI n° 03/017/091 (Gamme Fesco® non revêtu), n° 03/007/182 (KNAUF Therm TTI Se, et n° 03/017/093 (Gamme Fesco® surfacé bitume) en cours de validité.

Il appartiendra à l'utilisateur de se référer au Certificat ACERMI de l'année en cours.

Le tableau 4 donne pour l'épaisseur totale du procédé Fesco-Knauf Therm composé d'un premier lit inférieur de Fesco C ou Fesco C-DO d'épaisseur 50 mm et d'un deuxième lit de KNAUF Therm TTI Se la résistance thermique utile à prendre en compte pour le calcul des coefficients de déperdition thermique.

Le tableau 4 bis donne les termes correctifs à appliquer à la résistance thermique utile du procédé Fesco-Knauf Therm du tableau 4 ci-dessus, pour d'autres épaisseurs de Fesco C ou Fesco C-S en 1^{er} et 3^{ème} lit, à épaisseur égale du panneau KNAUF Therm TTI Se.

À défaut de certificats valides, les résistances thermiques utiles des isolants seront calculées en prenant en compte soit la valeur forfaitaire de conductivité thermique du fascicule 2/5 « Matériaux » des Règles Th-Bât en cours soit la résistance thermique déclarée multipliée par 0,85.

Dans le cas de la mise en œuvre d'un éventuel troisième lit supérieur de panneaux FescoDrain / FescoDrain S, il faudra se référer à l'Avis Technique « Gamme de panneaux à pente intégrée FescoDrain » pour la détermination de la résistance thermique utile de ce troisième lit à forme de pente.

2.2.2.2. Matériaux pour écrans pare-vapeur

L'écran pare-vapeur et son jointoiement sont définis dans les NF DTU 43.3 P1-2 et NF DTU 43.4 P1-2 de référence, par le Document Technique d'Application du revêtement d'étanchéité, correspondant à l'élément porteur ou par le Document Technique d'Application du procédé Parasteel 42-TFH.

2.2.2.3. Couche de séparation chimique

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

Nota : la couche de séparation chimique tient lieu également d'écran anti-poussière lorsqu'il est requis entre les panneaux de perlite expansée (fibrée) et le revêtement d'étanchéité.

2.2.2.4. Écran d'indépendance ou écran anti-poussières

Voile de verre 100 g/m² conforme au NF DTU 43.3 P1-2 ou NF DTU 43.4 P1-2 de référence, ou se reporter au Document Technique d'Application du revêtement d'étanchéité, correspondant à l'élément porteur.

2.2.2.5. Matériaux en feuilles pour 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 d'étanchéité, 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.

2.2.2.6. Matériaux d'étanchéité

On utilise :

- Les revêtements d'étanchéité indépendants (sous protection lourde), semi-indépendants autoadhésifs ou fixés mécaniquement, faisant l'objet d'un Document Technique d'Application visant leur emploi sur polystyrène expansé ;
- Les revêtements d'étanchéité indépendants ou semi-indépendants par fixations mécaniques, faisant l'objet d'un Document Technique d'Application visant leur emploi sur panneaux de perlite expansée (fibrée) ;
- Les revêtements d'étanchéité utilisables en adhérence totale, faisant l'objet d'un Document Technique d'Application visant leur emploi sur panneaux de perlite expansée (fibrée) parementé bitume et film thermofusible.

2.2.2.7. Protections lourdes éventuelles du revêtement d'étanchéité

Protection lourde meuble par granulats et protection lourde dure par dallettes préfabriquées conformes aux NF DTU 43.3 P1-2 et NF DTU 43.4 P1-2. Les dallettes sont conformes à la norme NF EN 1339 et certifiées NF.

Procédés de végétalisation définis par leurs Avis Techniques pour terrasses et toitures végétalisées.

2.2.2.8. Fixations mécaniques

2.2.2.8.1. Cas général

2.2.2.8.1.1. Attelages de fixation pour les panneaux de la Gamme Fesco® non revêtu du premier lit inférieur

Attelages de fixation mécanique, éléments de liaison et plaquettes de répartition, conformes aux NF DTU 43.3 P1-2 ou NF DTU 43.4 P1-2, et au Cahier des Prescriptions Techniques communes « Résistance au vent des isolants, supports de systèmes d'étanchéité de toitures » (e-cahier du CSTB 3564).

2.2.2.8.1.2. Attelages de fixation pour le panneau KNAUF Therm TTI Se du deuxième lit

Attelages de fixation mécanique, éléments de liaison et plaquettes de répartition, dont les attelages de fixation mécanique à rupture de pont thermique :

- Conformes aux NF DTU 43.3 P1-2 et NF DTU 43.4 P1-2 et au Cahier des Prescriptions Techniques communes (e-Cahier du CSTB 3564) ; ou
- Attelages de fixation mécanique prescrits par le Document Technique d'Application du revêtement d'étanchéité fixé mécaniquement avec une plaquette de surface correspondant à une plaquette de Ø ≥ 70 mm selon le CPT Commun de l'e-Cahier du CSTB 3564.

2.2.2.8.1.3. Attelages de fixation des panneaux de la Gamme Fesco® non revêtu en points singuliers

- a. Panneaux placés horizontalement par rapport à l'élément porteur, dont les attelages de fixation mécanique à rupture de pont thermique :
 - les panneaux de la Gamme Fesco® non revêtu sont utilisés horizontalement, dans l'épaisseur du lit supérieur de polystyrène expansé,
 - les attelages de fixations mécaniques sont identiques à ceux du § 2.2.2.8.1.1 décrits ci-dessus.
- b. Panneaux placés verticalement par rapport à l'élément porteur :
 - les panneaux de la Gamme Fesco® non revêtu sont utilisés verticalement le long des reliefs (costières...),
 - les attelages de fixations mécaniques, éléments de liaison et plaquettes, sont définis dans les NF DTU 43.3 P1-2 et NF DTU 43.4 P1-2 de référence, correspondant à l'élément porteur.

Les attelages de fixation mécanique de l'écran thermique (1^{er} lit) en panneaux de la Gamme Fesco® non revêtu sont métalliques.

2.2.2.8.1.4. Attelages de fixation pour les panneaux de la Gamme Fesco® non revêtu, Gamme Fesco® surfacé bitume ou FescoDrain / FescoDrain S d'un éventuel troisième lit supérieur

Attelages de fixation mécanique, éléments de liaison et plaquettes de répartition, conformes aux NF DTU 43.3 P1-2 ou NF DTU 43.4 P1-2 de référence, et au Cahier des Prescriptions Techniques communes « Résistance au vent des isolants, supports de systèmes d'étanchéité de toitures » (e-Cahier du CSTB 3564), correspondant à l'élément porteur.

2.2.2.8.1.5. Attelages de fixation pour revêtement fixé mécaniquement

Les attelages de fixation mécanique des kits d'étanchéité sont conformes Document Technique d'Application du revêtement d'étanchéité.

2.2.2.8.2. Fixations des costières métalliques

2.2.2.8.2.1. Avec un élément porteur en tôles d'acier nervurées

- a. 1^{er} cas :
La costière est fixée sur ou sous les TAN, ou intégrées à l'ossature selon le paragraphe 7.5.4.1 du NF DTU 43.3 P1-1 : Les fixations sont conformes au NF DTU 43.3 P1-2.
- b. 2^{ème} cas :
La costière est placée sur le premier lit inférieur utilisé comme écran thermique, c'est-à-dire au-dessus des panneaux de la Gamme Fesco® non revêtu :
Les fixations sont conformes au NF DTU 43.3 P1-2, et l'élément de liaison utilisé sans sa plaquette.
L'élément de liaison doit avoir une capacité de perçage correspondant à l'épaisseur de l'aile de la costière augmentée de celle de la tôle d'acier nervurée : vis autoperceuse à pointe foret, par exemple.

Ne sont pas visées les costières sur voûtes et support de contre-bardage.

2.2.2.8.2.2. Avec un élément porteur en bois et panneaux à base de bois

Les fixations sont conformes au NF DTU 43.4 P1-2.

2.2.2.8.3. Cas des locaux à très forte hygrométrie uniquement avec le procédé Parasteel 42 TFH

Les attelages de fixation mécaniques sur tôles d'acier nervurées pour :

- Les panneaux de la Gamme Fesco® non revêtu du premier lit inférieur ;
- Le panneau KNAUF Therm TTI Se du deuxième lit ;
- Les panneaux de la Gamme Fesco® non revêtu en points singuliers ;
- Les panneaux de la Gamme Fesco® non revêtu, Gamme Fesco® surfacé bitume ou FescoDrain / FescoDrain S d'un éventuel troisième lit supérieur ;
- Le revêtement fixé mécaniquement,
- Les costières métalliques,

sont conformes au Document Technique d'Application du procédé Parasteel 42 TFH.

2.3. Dispositions de conception

2.3.1. Eléments porteurs

2.3.1.1. Supports en tôles d'acier nervurées (TAN)

Les éléments porteurs en TAN sont les suivants :

- Eléments porteurs plans en tôles d'acier nervurées pleines, perforées ou crevées conformes au NF DTU 43.3 P1 ou à un Document Technique d'Application favorable ;
- Eléments porteurs plans en tôles d'acier nervurées pleines ou perforées ou crevées d'ouverture haute de nervure (Ohn) > 70 mm (et Ohn ≤ 170 mm) conformes au Cahier du CSTB 3537_V2 de janvier 2009 uniquement sous protection lourde rapportée ou revêtements d'étanchéité fixé mécaniquement ;

- Éléments porteurs plans en tôles d'acier nervurées pleines ou perforées permettant de dissimuler les fixations mécaniques en sous-face, conformes soit à un Document Technique d'Application favorable d'élément porteur, soit au Document Technique d'Application du procédé Parasteel 42/Parasteel 42 TFH.

Dans le cas de la pose en lit unique des panneaux Fesco C, l'épaisseur minimale est donnée au tableau 1bis en fonction de l'Ohn.

Pour les panneaux d'épaisseur 30 et 35 mm, la portée maximale d'utilisation des TAN est celle qui correspond à une charge d'exploitation, selon le tableau « portée-charge » de la fiche technique du profil, au moins égale à la valeur indiquée au tableau ci-dessous (ou charge réelle si supérieure).

Épaisseur Fesco C	Charge d'exploitation
30 mm	$\geq 175 \text{ daN/m}^2$
35 mm	$\geq 150 \text{ daN/m}^2$

* Ohn > 70 mm (et ≤ 170 mm) conformes au *Cahier du CSTB 3537_V2*

Tableau des charges minimales à retenir pour le choix des TAN* (se référer au Document Technique d'Application Gamme Fesco non revêtu en cours de validité)

En travaux neufs, ils sont mis en œuvre selon le NF DTU 43.3 P1, le CPT Commun de l'e-Cahier du CSTB 3537_V2 de janvier 2009 ou le Document Technique d'Application.

2.3.1.2. Supports en bois massif ou en panneaux à base de bois

La mise en œuvre du procédé est possible sur un support en bois, de panneaux de contreplaqué, de panneaux de particules conforme au NF DTU 43.4 P1-2 ou à un Document Technique d'Application.

Dans le cas d'un support à base de bois sous Document Technique d'Application, celui-ci 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 NV 65 modifiées.

2.3.1.3. Cas de la réfection

En réfection à partir des éléments porteurs en tôles d'acier nervurées ou en bois et panneaux à base de bois, une étude préalable de stabilité est réalisée selon la norme NF DTU 43.5.

Attelages de fixation mécanique

L'emploi d'attelages de fixation mécanique pour la liaison des panneaux isolants et du revêtement d'étanchéité, doit être précédé d'une vérification systématique des valeurs d'ancrage des fixations envisagées dans le cas d'un support en bois et panneaux à base de bois, conformément au CPT Commun de l'e-cahier du CSTB 3564 de juin 2006.

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

2.3.1.4. Implantation des zones techniques

Pour les zones techniques, les Documents Particuliers du Marché (DPM) précisent, lorsqu'il y a, en toiture, des équipements qui justifient le traitement de la toiture en zone(s) technique(s), l'implantation et la surface de ces zones. Dans le cas de toitures sur éléments porteurs en bois ou panneaux à base de bois, la surface unitaire de la zone technique ou de chaque partie constituant chaque zone technique ne sera jamais inférieure à 200 m².

2.4. Dispositions de mise en œuvre

2.4.1. Mise en œuvre du pare-vapeur

a) Sur élément porteur en tôles d'acier nervurées :

- Dans le cas de locaux à faible ou moyenne hygrométrie, le pare-vapeur est mis en œuvre sur des tôles d'acier nervurées :
 - soit, conformément au NF DTU 43.3 P1-1 et son amendement A1,
 - soit selon les dispositions décrites dans le Document Technique d'Application des revêtements d'étanchéité ;
- Dans le cas de locaux à forte hygrométrie, le pare-vapeur est mis en œuvre uniquement sur des tôles d'acier nervurées pleines permettant de dissimuler les fixations mécaniques en sous-face, selon les dispositions décrites dans leur Document Technique d'Application ;
- Dans le cas de locaux à très forte hygrométrie, le pare-vapeur est mis en œuvre uniquement sur des tôles d'acier nervurées pleines permettant de dissimuler les fixations mécaniques en sous-face, selon les dispositions décrites dans le Document Technique d'Application du procédé Parasteel 42 TFH.

b) Sur élément porteur bois et panneaux à base de bois, le pare-vapeur est mis en œuvre :

- Soit, conformément au NF DTU 43.4 P1-1 ;
- Soit, selon les dispositions décrites dans le Document Technique d'Application des revêtements d'étanchéité ou de d'éléments porteurs.

2.4.2. Mise en œuvre des panneaux isolants

Cf. tableaux 5, 6, 7a et 7b en fin du dossier technique.

2.4.2.1. Mise en œuvre des panneaux sur tôles d'acier nervurées pleines, perforées ou crevées

2.4.2.1.1. Généralités de pose

Les panneaux de chaque lit sont posés jointifs conformément au NF DTU 43.3 P1-1, en quinconce, et à joints décalés.

Les panneaux du premier lit inférieur en panneaux de la Gamme Fesco® non revêtu (Fesco C ou Fesco C-DO) sont recouverts à l'avancement par les panneaux du deuxième lit de KNAUF Therm TTI Se, éventuellement eux-mêmes recouverts à l'avancement par un troisième lit de panneaux Fesco C, Fesco C-S et/ou FescoDrain ou FescoDrain S d'épaisseur minimale 30 mm.

Les panneaux de la Gamme Fesco® non revêtu (Fesco C ou Fesco C-DO) du premier lit inférieur sont posés avec une fixation préalable conformément à leur Document Technique d'Application (cf. § 2.2.2.8.1.1).

Dans le cas de revêtement d'étanchéité fixés mécaniquement, le deuxième et l'éventuel troisième lit sont fixés mécaniquement dans l'élément porteur à raison de 1 fixation minimum (cf. § 2.2.2.8.1.2 et 2.2.2.8.1.4) au centre de chaque panneau.

Dans le cas de revêtement d'étanchéité apparent semi-indépendant par autoadhésivité sur le 2^{ème} lit de panneaux KNAUF Therm TTI Se, ces panneaux sont fixés mécaniquement pour résister au vent conformément à leur Document Technique d'Application.

Dans le cas de revêtement d'étanchéité apparent en adhérence totale sur un 3^{ème} lit de panneaux Fesco C-S ou FescoDrain S, ces panneaux sont fixés mécaniquement pour résister au vent conformément à leur Document Technique d'Application ou Avis Technique.

Dans le cas de revêtement fixé mécaniquement du procédé Parasteel 42 TFH conforme au Document Technique d'Application :

- Premier lit inférieur en panneaux de la Gamme Fesco® non revêtu (Fesco C ou Fesco C-DO) :
 - Une fixation préalable par panneau dans chaque « nervure caisson » ;
- Deuxième lit en KNAUF Therm TTI Se de format spécifique 1 770 × 1 200 :
 - deux fixations préalables par panneau à raison d'une fixation dans chacune des deux « nervures caisson ».

Dans le cas de revêtement autoadhésif du procédé Parasteel 42 TFH conforme au Document Technique d'Application :

- Premier lit inférieur en panneaux de la Gamme Fesco® non revêtu (Fesco C ou Fesco C-DO) :
 - une fixation préalable par panneau dans chaque « nervure caisson » ;
- Deuxième lit en KNAUF Therm TTI Se de format spécifique 1 770 × 1 200 :
 - dix fixations au moins par panneau à raison de 5 fixations au moins dans chacune des deux « nervures caisson ».

Les feuillures des panneaux Fesco C-DO qui sont au contact des costières (de rive, lanterneaux, etc.) sont découpées sur chantier à la scie égoïne sur leur largeur. Les panneaux Fesco C-DO sont posés à joints alignés perpendiculaires aux nervures des tôles d'acier nervurées (cf. figure 2).

2.4.2.1.2. Traitements des points singuliers

- Calfeutrement autour d'une évacuation d'eaux pluviales tronconique (cf. figure 4) ;
- Calfeutrement sur fourreau de conduit ou gaine métallique (cf. figure 5) ;
- Calfeutrement de conduit ou gaine métallique avec costière (cf. figure 6) ;
- Costière de joint de dilatation (cf. figure 7) ;
- Lanterneau ou exutoire de fumée pré-isolé (cf. figure 8) ;
- Lanterneau ou exutoire de fumée avec isolation rapportée (cf. figure 9) ;
- Costière métallique sur Fesco C-DO contre un mur (cf. figure 10) ;
- Costière métallique isolée contre un mur (cf. figure 11) ;
- Calfeutrement, costière métallique contre un mur (cf. figures 12) ;
- Costière métallique sur Fesco C-DO contre des poteaux (cf. figures 13) ;
- Costière métallique isolée contre des poteaux (cf. figure 14) ;
- Calfeutrement, costière métallique contre des poteaux (cf. figures 15) ;
- Recoupement au droit d'un mur (cf. figure 16a) et d'un écran de cantonnement (cf. figure 16b).

2.4.2.2. Mise en œuvre des panneaux sur élément porteur en bois et panneaux à base de bois

2.4.2.2.1. Généralités de pose

Les panneaux isolants de chaque lit sont posés jointifs conformément au NF DTU 43.4 P1-1, en quinconce, et à joints décalés.

Les panneaux du premier lit inférieur en panneaux de la Gamme Fesco® non revêtu (Fesco C ou Fesco C-DO) sont recouverts à l'avancement par les panneaux du deuxième lit de KNAUF Therm TTI Se, éventuellement eux-mêmes recouverts à l'avancement par un troisième lit de panneaux Fesco C, Fesco C-S, FescoDrain ou FescoDrain S d'épaisseur minimale 30 mm.

Le 2^{ème} et l'éventuel 3^{ème} lit sont fixés mécaniquement dans l'élément porteur à raison de 1 fixation minimum (cf. § 2.2.2.8.1.2 et 2.2.2.8.1.4) au centre de chaque panneau.

Dans le cas de revêtement apparent semi-indépendant par autoadhésivité sur le 2^{ème} lit de panneaux KNAUF Therm TTI Se, ces panneaux sont fixés mécaniquement pour résister au vent conformément à leur Document Technique d'Application.

Dans le cas de revêtement d'étanchéité apparent en adhérence totale sur un 3^{ème} lit de panneaux Fesco C-S ou FescoDrain S, ces panneaux sont fixés mécaniquement pour résister au vent conformément à leur Document Technique d'Application ou Avis Technique.

2.4.2.2.2. Traitements des points singuliers

- Calfeutrement autour d'une évacuation d'eaux pluviales tronconique (cf. figure 19) ;
- Calfeutrement sur fourreau de conduit ou gaine métallique (cf. figure 20) ;
- Calfeutrement de conduit ou gaine métallique avec costière (cf. figure 21) ;
- Costière de joint de dilatation (cf. figure 22) ;
- Costière métallique contre un mur (cf. figure 23) ;
- Costière métallique isolée contre un mur (cf. figure 24) ;
- Calfeutrement, costière métallique contre un mur (cf. figures 25).

2.4.3. Protection des tranches des panneaux de KNAUF Therm TTI Se 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 Se sont protégées au droit des relevés et émergences par une équerre rapportée (cf. § 2.2.2.5) développé 0,50 m ou selon les dispositions du Document Technique d'Application des revêtements d'étanchéité ou par des bandes de calfeutrement Fesco C (cf. figures 12b, 15b et 25b).

2.4.4. 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 (cf. § 2.2.2.3) 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 (cf. § 2.2.2.4) puis de l'écran thermique (cf. § 2.2.2.5) 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 entre les panneaux de perlite expansée et le revêtement d'étanchéité.

2.4.5. 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), sont conformes au Document Technique d'Application particulier.

2.4.6. Mise en œuvre des protections

Protection lourde meuble et protection lourde dure par dalles préfabriquées mises en œuvre conformément aux NF DTU 43.3 P1 et NF DTU 43.4 P1. Les dalles de béton préfabriquées sont conformes à la norme NF EN 1339, certifiées et marquées NF. Procédés de végétalisation mis en œuvre conformément à leurs Avis Techniques pour terrasses et toitures végétalisées.

2.4.7. 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 ;
- Du bois ou des panneaux à base de bois conservés ;

dans les conditions de la norme NF DTU 43.5, du Document Technique d'Application des panneaux FescoDrain/FescoDrain S et du § 2.4.1 pour les caractéristiques de l'élément porteur en bois et panneaux à base de bois.

2.4.8. Organisation de la mise en œuvre

Elle est réalisée par des entreprises d'étanchéité qualifiées.

2.4.9. Emploi en climat de montagne sous porte-neige hors système de revêtement fixé mécaniquement

Ce procédé peut être employé en partie courante, associé à un porte-neige liaisonné à structure, 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.

Nota : Les dispositions de l'e-Cahier du CSTB 2267-2 de septembre 1988 étant susceptibles d'être modifiées, il convient de prendre en compte la version publiée la plus récente.

2.5. Assistance technique

À la demande de l'entrepreneur, Les Sociétés Knauf - Division bâtiment et Sitek Insulation SASU doivent apporter leur assistance technique vis-à-vis des dispositions pour le complexe à mettre en œuvre pour le respect de la réglementation incendie selon le type d'exploitation.

2.6. Principes de fabrication et de contrôle de cette fabrication

2.6.1. Centres de fabrication

- Panneaux Fesco C-DO, Fesco C et Fesco C-S : se référer aux Documents Techniques d'Application « Gamme Fesco® non revêtu », « Gamme Fesco® surfacé bitume » en cours de validité ;
- Panneaux FescoDrain et FescoDrain S : se référer à l'Avis Technique « Gamme de panneaux à pente intégrée FescoDrain » en cours de validité ;
- Panneaux KNAUF Therm TTI Se : se référer au Document Technique d'Application en cours de validité.

2.6.2. Fabrication et contrôle

- Panneaux Fesco C-DO et Fesco C : se référer au Document Technique d'Application « Gamme Fesco® non revêtu » en cours de validité ;
- Panneau Fesco C-S : se référer au Document Technique d'Application « Gamme Fesco® surfacé bitume » en cours de validité ;
- Panneaux FescoDrain et FescoDrain S : se référer à l'Avis Technique « Gamme de panneaux à pente intégrée FescoDrain » en cours de validité ;
- Panneaux KNAUF Therm TTI Se : se référer au Document Technique d'Application en cours de validité.

2.7. 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. Pour le calcul, il faut prendre en compte la résistance thermique utile des panneaux isolants donnée au § 2.2.2.1.6 du Dossier Technique.

Sur élément porteur en tôles d'acier nervurées, 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 :

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

dans laquelle :

- $\chi_{fixation}$: coefficient ponctuel du pont thermique intégré, en W/K, défini au tableau 3,
- A : surface totale de la paroi, en m².

Hypothèse de la construction de la toiture : bâtiment fermé et chauffé à Baccarat (54) (zone climatique H1)	Résistances thermiques ou déperditions :
- toiture plane avec résistances superficielles ($R_{si} + R_{se} = 0,14 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$) - élément porteur en tôle d'acier nervurée pleine d'épaisseur 0,75 mm - 1 ^{er} lit en panneau Fesco C-DO d'épaisseur 60 mm ($R_{utile} = 1,20 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$) - 2 ^{ème} lit panneau KNAUF Therm TTI Se d'épaisseur 300 mm ($R_{utile} = 8,45 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$) - panneau Fesco C-S d'épaisseur 30 mm ($R_{utile} = 0,60 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$) - étanchéité bitumineuse épaisseur 5 mm	0,140 m ² .K/W 0,000 m ² .K/W 10,25 m ² .K/W 0,021 m ² .K/W
Coefficient de transmission surfacique de la toiture : $U_c = \frac{1}{\sum R}$	0,10 W/m ² .K
$\Delta U_{fixation}$: - 1 ^{er} lit : 1 fixation par panneau, avec R_{UTILE} du 2 ^{ème} lit $\geq 2,40 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ - 2 ^{ème} lit : 1 fixation par panneau, avec R_{UTILE} du 3 ^{ème} lit $< 2,40 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ - 3 ^{ème} lit et ou revêtement d'étanchéité : 4 fixations diamètre 4,8 mm au m ²	0,000 W/m ² .K 0,005 W/m ² .K 0,024 W/m ² .K
$\Delta U_{fixation} = 0,03 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$	
Coefficient de transmission global de la toiture : $U_p = U_c + \Delta U_{fixation} = 0,10 + 0,03 = 0,13 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$	

Exemple d'un calcul thermique

Coefficient de transmission thermique linéaire $\Psi_{liaison}$ de la jonction toiture Fesco-Knauf Therm / façade :

Épaisseur du 2 ^{ème} lit KNAUF Therm TTI Se	50 mm		300 mm	
Épaisseur du 1 ^{er} lit Fesco C-DO	40 mm	50 mm	40 mm	50 mm
Épaisseur de la costière métallique selon le NF DTU 43.3	0,75 mm		1,20 mm	
Coefficient de transmission thermique linéaire Ψ_{liaison} (W/m.K) (**)	0,38	0,36	0,27	0,26
(*) Extrait de l'étude CSTB (division HygroThermique des Ouvrages) réf. DER/HTO 2010-010-AD/LS, cf. § 2.8.1 du Dossier Technique.				
(**) Valable pour un entraxe de poteaux - baïonnette de 6 m et 2 fixations par ml de costière.				

Cas de la costière métallique posée sur le premier lit (*) (cf. figure 13b)

2.8. Mention des justificatifs

2.8.1. Résultats expérimentaux

- Se référer aux :
 - Documents Techniques d'Application « Gamme Fesco® non revêtu » et « Gamme Fesco® surfacé bitume », à l'Avis Technique « Gamme de panneaux à pente intégrée FescoDrain » ;
 - Documents Techniques d'Application « Knauf Therm TTI Se ».
- Rapport d'essai de tenue au feu d'un élément de couverture du CTICM n° 02-F-105 du 4 juillet 2002, utilisé pour la justification de résistance au feu du procédé sur tôle d'acier nervurée pleine selon le « Guide de l'isolation thermique par l'intérieur des bâtiments d'habitation du point de vue des risques en cas d'incendie ».
- Étude de la division HygroThermique des Ouvrages du CSTB, « Calcul de ponts thermiques de liaison mur – acrotère », réf. DER/HTO 2010-010-AD/LS du 13 janvier 2010.
- Rapports d'essais du CSTB n° R2EM-ETA-11-26025213 du 12 avril 2011 :
 - identification, Classe de compressibilité selon le Guide UEAtc :
 - Classe B à 80°C pour Fesco C d'épaisseur 30 mm sous KNAUF Therm TTI Th36 SE BA d'épaisseur 300 mm,
 - Classe C à 60°C pour Fesco C d'épaisseur 30 mm sous KNAUF Therm TTI Th36 SE BA d'épaisseur 300 mm ;
 - comportement sous charge maintenue en température (Guide technique - Répertoire des essais, e-Cahier du CSTB 3669) pour :
 - Fesco C d'épaisseur 60 mm sous KNAUF Therm TTI Th36 SE BA d'épaisseur 300 mm,
 - Fesco C d'épaisseur 60 mm sous KNAUF Therm TTI Th36 SE BA d'épaisseur 300 mm et Fesco C d'épaisseur 30 mm en lit supérieur ;
 - comportement sous charge ponctuelle (norme NF EN 12430) pour :
 - Fesco C épaisseur 60 mm sous KNAUF Therm TTI Th36 SE BA d'épaisseur 300 mm,
 - Fesco C d'épaisseur 60 mm sous Knauf Therm TTI Th36 SE d'épaisseur 300 mm et Fesco C d'épaisseur 30 mm en lit supérieur.
- Procès-verbal de classement BROOF(t3) du CSTB, n° RS06-060 du 21 avril 2006 et extension n° 10/1 du 12 juillet 2010, complété par lettre du CSTB n° DSSF/ERS PhB/SL-314 du 22 septembre 2010.
- Procès-verbal de classement BROOF(t3) du Warringtonfiregent n°17308E et 17308F du 28 août 2015.
- Rapport de classement de réaction au feu B,s1-d0 du CSTB n° RA22-0224 et RA22-0225 du 7 novembre 2022.
- Appréciation de laboratoire du CSTB N°AL18-240 du 01/03/2019.

2.8.2. Références chantiers

Le procédé Fesco-Knauf Therm a été appliqué depuis 2002 sur plus de 600 000 m² de toitures dont 250 000 m² depuis 2018.

2.9. Annexe du Dossier Technique – Schémas de mise en œuvre

2.9.1. Tableaux du Dossier Technique

Caractéristiques	Valeurs spécifiées	Unités	Référence
Longueur hors tout (L)	1 220 ± 2	mm	NF EN 822
Longueur utile	1 200 ± 2	mm	NF EN 822
Largeur hors tout (l)	1 020 ± 2	mm	NF EN 822
Largeur utile	1 000 ± 2	mm	NF EN 822
Épaisseur (e)	40 ou 50 ou 60 ± 1,6	mm	NF EN 823
Bords : feuillures 4 côtés à mi-épaisseur ⁽²⁾	Largeur 20 ± 1	mm	

Les cases grisées correspondent à des exclusions d'emploi.

(1) Le panneau Fesco C-DO est défini dans le Document Technique d'Application « Gamme Fesco® non revêtu ».

(2) Voir figure 1.

Tableau 1 – Dimensions du panneau FESCO C-DO⁽¹⁾

Ohn maximale (mm)	Épaisseur minimale - Fesco C (mm)
≤ 70	30 ou 35 (cf. DTA 5.2/17-2385 § 2.2.2.1.3.1)
≤ 110	40
≤ 130	50
≤ 170	60

Tableau 1bis – Ouverture haute de nervure (Ohn) maximale de TAN en fonction de l'épaisseur de l'isolant support Fesco C (cf. DTA Gamme Fesco non revêtu n° 5.2/17-2385)

Caractéristiques	Valeurs	Référence
Classe de compressibilité (Guide UEAtc)		
• 1 ^{er} lit inférieur en panneau Fesco C d'épaisseur 30 mm + 2 ^{ème} lit en panneau KNAUF Therm TTI Se d'épaisseur 300 mm + 3 ^{ème} lit éventuel supérieur en Fesco C d'épaisseur 30 mm	Classe B à 80°C ⁽¹⁾ ou Classe C à 60°C ⁽²⁾	Guide technique UEAtc ⁽³⁾
Comportement sous charge maintenue en température	(5)	
• 1 ^{er} lit inférieur en panneau Fesco C d'épaisseur 60 mm + 2 ^{ème} lit en panneau KNAUF Therm TTI Se d'épaisseur 300 mm	20,0 kPa	Guide technique et
• 1 ^{er} lit inférieur en panneau Fesco C d'épaisseur 60 mm + 2 ^{ème} lit en panneau KNAUF Therm TTI Se d'épaisseur 300 mm + 3 ^{ème} lit supérieur en Fesco C d'épaisseur 30 mm	32,4 kPa	Répertoire des essais ⁽⁴⁾
Réaction au feu	(6)	
• Tôle d'acier nervurée pleine d'épaisseur minimale 0,75 mm • Avec ou sans pare-vapeur voile de verre aluminium • 1 ^{er} lit inférieur en panneau Fesco C d'épaisseur minimale 30 mm, fixé mécaniquement • 2 ^{ème} lit en panneau KNAUF Therm TTI Se d'épaisseur 30 à 300 mm, fixé mécaniquement	B-s1,d0	NF EN 13 501-1 et NF EN 15715

(1) Sous revêtement d'étanchéité apparent.

(2) Sous revêtement d'étanchéité sous protection lourde.

(3) Guide technique UEAtc de l'e-Cahier du CSTB 2662_V2 de juillet 2010.

(4) Guide technique de l'e-Cahier du CSTB 3669 de juillet 2010.

(5) Charge déterminée à partir de l'essai de comportement sous charge maintenue à la température 50°C. (cf. § 2.8.1 du Dossier Technique) pour une déformation maximale de 2 mm extrapolée à 100 000 h.

(6) Rapports de classement de réaction au feu CSTB n° RA22-0224 et RA22-0225 du 7 novembre 2022.

Tableau 2 – Caractéristiques indicatives du procédé Fesco-Knauf Therm

a) Attelages de fixation mécanique conformes au NF DTU 43.3 P1⁽¹⁾ :		
Lit(s) inférieur(s) d'isolant : avec un lit(s) supérieur(s) de résistance thermique utile (R_{UTILE}) :	Diamètre de l'élément de liaison en acier	$\chi_{fixation}$ (W/K)
$R_{UTILE} < 2,4 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$	$\varnothing < 6,3 \text{ mm}$	0,0060
	$\varnothing \geq 6,3 \text{ mm}$	0,0080
$R_{UTILE} \geq 2,4 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$	$\varnothing < 6,3 \text{ mm}$	0
	$\varnothing \geq 6,3 \text{ mm}$	0
Lit(s) supérieur(s) d'isolant (2 ^{ème} ou 3 ^{ème}) et revêtement d'étanchéité	Diamètre de l'élément de liaison en acier	$\chi_{fixation}$ (W/K)
	$\varnothing < 6,3 \text{ mm}$	0,0060
	$\varnothing \geq 6,3 \text{ mm}$	0,0080
b) Attelages de fixation mécanique à rupture de pont thermique⁽²⁾ :		
Référence	Fabricant	$\chi_{fixation}$ valeurs calculées
Étancoplast	LR Étanco	Se reporter au rapport d'études du CSTB (division DER-HTO) Réf. DER/HTO 2011- BB/LS
ISO-TAK	SFS intec	Se reporter au rapport d'études du CSTB (division DER-HTO) Réf. DER/HTO 2011- BB/LS
(1) Selon le CPT Commun « Ponts thermiques intégrés courants des toitures métalliques étanchées » (<i>e-Cahier du CSTB 3688</i> de janvier 2011). (2) Les Sociétés Knauf SAS et Sitek Insulation SASU peuvent fournir sur demande le coefficient de transmission global Up de la toiture du procédé Fesco-Knauf Therm, calculé selon les « Règles Th-Bât » et le CPT Commun « Ponts thermiques intégrés courants des toitures métalliques étanchées » (<i>e-Cahier du CSTB 3688</i> de janvier 2011), en fonction : • Des épaisseurs des différents lits d'isolants ; • Du type d'attelage de fixation mécanique ; • De la densité de fixation mécanique des différents lits d'isolants ainsi que du revêtement d'étanchéité.		

Tableau 3 – Coefficients de transmission thermique ponctuel $\chi_{fixation}$ sur élément porteur en tôles d'acier nervurées

Épaisseur (mm)	80 (50+30)	85 (50+35)	90 (50+40)	95 (50+45)	100 (50+50)	105 (50+55)	110 (50+60)	115 (50+65)	120 (50+70)	125 (50+75)
R _{UTILE} ⁽¹⁾ (m².K/W)	1,80	1,95	2,10	2,25	2,40	2,55	2,65	2,80	2,95	3,10
Masse surfacique ⁽²⁾ (kg/m²)	8,1	8,2	8,3	8,4	8,5	8,6	8,7	8,8	8,9	9,0
Épaisseur (mm)	130 (50+80)	135 (50+85)	140 (50+90)	145 (50+95)	150 (50+100)	155 (50+105)	160 (50+110)	165 (50+115)	170 (50+120)	175 (50+125)
R _{UTILE} ⁽¹⁾ (m².K/W)	3,25	3,40	3,50	3,65	3,80	3,95	4,10	4,20	4,35	4,50
Masse surfacique ⁽²⁾ (kg/m²)	9,1	9,2	9,3	9,4	9,5	9,6	9,7	9,8	9,9	10,0
Épaisseur (mm)	180 (50+130)	185 (50+135)	190 (50+140)	195 (50+145)	200 (50+150)	205 (50+155)	210 (50+160)	215 (50+165)	220 (50+170)	225 (50+175)
R _{UTILE} ⁽¹⁾ (m².K/W)	4,65	4,80	4,95	5,05	5,20	5,35	5,50	5,65	5,80	5,90
Masse surfacique ⁽²⁾ (kg/m²)	10,1	10,2	10,3	10,4	10,5	10,6	10,7	10,8	10,9	11,0
Épaisseur (mm)	230 (50+180)	235 (50+185)	240 (50+190)	245 (50+195)	250 (50+200)	255 (50+205)	260 (50+210)	265 (50+215)	270 (50+220)	275 (50+225)
R _{UTILE} ⁽¹⁾ (m².K/W)	6,05	6,20	6,35	6,50	6,60	6,75	6,90	7,05	7,20	7,35
Masse surfacique ⁽²⁾ (kg/m²)	11,1	11,2	11,3	11,4	11,5	11,6	11,7	11,8	11,9	12,0
Épaisseur (mm)	280 (50+230)	285 (50+235)	290 (50+240)	295 (50+245)	300 (50+250)	305 (50+255)	310 (50+260)	315 (50+265)	320 (50+270)	325 (50+275)
R _{UTILE} ⁽¹⁾ (m².K/W)	7,45	7,60	7,75	7,90	8,05	8,20	8,30	8,45	8,60	8,75
Masse surfacique ⁽²⁾ (kg/m²)	12,1	12,2	12,3	12,4	12,5	12,6	12,7	12,8	12,9	13,0
Épaisseur (mm)	330 (50+280)	335 (50+285)	340 (50+290)	345 (50+295)	350 (50+300)					
R _{UTILE} ⁽¹⁾ (m².K/W)	8,90	9,05	9,15	9,30	9,45					
Masse surfacique ⁽²⁾ (kg/m²)	13,1	13,2	13,3	13,4	13,5					

(1) Somme des résistances thermiques certifiées ACERMI de chaque isolant.

(2) Somme des masses surfaciques moyennes de chaque isolant.

Tableau 4 – Résistance thermique utile et masse surfacique du procédé Fesco-Knauf Therm
Exemple en Fesco C-DO ou Fesco C (épaisseur 50 mm) + KNAUF THERM TTI Se (épaisseur 30 à 300 mm)

Termes correctifs à appliquer à la résistance thermique utile et à la masse surfacique du procédé Fesco -Knauf Therm du tableau 4 ci-dessus, pour d'autres épaisseurs de Fesco C ou Fesco C-S en 1^{er} et 3^{ème} lit, à épaisseur égale du panneau KNAUF Therm TTI Se

1 ^{er} lit isolant	Correction applicable pour une variation d'épaisseur du 1 ^{er} lit, par rapport à une épaisseur de 50 mm		3 ^{ème} lit éventuel			
			Fesco C d'épaisseur 30 mm		Fesco C-S d'épaisseur 30 mm	
	Correction masse surfacique (kg/m ²)	Correction résistance thermique (m ² .K/W)	Correction masse surfacique (kg/m ²)	Correction résistance thermique (m ² .K/W)	Correction masse surfacique (kg/m ²)	Correction résistance thermique (m ² .K/W)
Fesco C épaisseur 30 mm	- 3,0	- 0,4	+ 1,5	+ 0,2	+ 1,9	+ 0,2
Fesco C ou Fesco C-DO épaisseur 40 mm	- 1,5	- 0,2	+ 3,0	+ 0,4	+ 3,4	+ 0,4
Fesco C ou Fesco C-DO épaisseur 50 mm	0,0	0,0	+ 4,5	+ 0,6	+ 4,9	+ 0,6
Fesco C ou Fesco C-DO épaisseur 60 mm ou 2 × 30 mm	+ 1,5	+ 0,2	+ 6,0	+ 0,8	+ 6,4	+ 0,8

Tableau 4 bis – Termes correctifs

Élément porteur	Support Isolant ⁽²⁾		Revêtement d'étanchéité sous protection lourde ⁽¹⁾			Revêtement d'étanchéité apparent	
			Indépendant	Semi-indépendant par		Semi-indépendant par	
				auto-adhésivité	fixation mécanique	auto-adhésivité	fixation mécanique
Tôles d'acier nervurées conformes au NF DTU 43.3 ou à un Document Technique d'Application permettant de dissimuler les fixations en sous-face	1 ^{er} lit	Fesco C ép.30 à 60 mm ou Fesco C DO ép. 40, 50 ou 60 mm	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI
	2 ^{ème} lit	- Partie courante : Knauf Therm TTI Se ép. 30 à 300 mm - Bande de recoupement et de calfeutrement : Fesco C ép. 30 à 300 mm					
Tôles d'acier nervurées d'ouverture haute de nervure > 70 mm et ≤ 170 mm conformes au CPT 3537_V2 de janvier 2009	1 ^{er} lit	Fesco C ép. 30 à 60 mm ou Fesco C DO ép. 40, 50 ou 60 mm	OUI	OUI	OUI		OUI
	2 ^{ème} lit	- Partie courante : Knauf Therm TTI Se ép. 30 à 300 mm - Bande de recoupement et de calfeutrement : Fesco C ép. 30 à 300 mm					
Bois ou panneaux à base de bois conforme au NF DTU 43.1 ou à un Document Technique d'Application	1 ^{er} lit	Fesco C ép. 30 à 60 mm	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI
	2 ^{ème} lit	- Partie courante : Knauf Therm TTI Se ép. 30 à 300 mm - Bande de recoupement et de calfeutrement : Fesco C ép. 30 à 300 mm					
Les cases grisées correspondent à des exclusions d'emploi.							
1) En toitures techniques ou à zones techniques, protection dure par dallettes préfabriquées sur couche de désolidarisation, selon les NF DTU 43.3 et NF DTU 43.4.							
2) Épaisseur totale maximale des deux lits de 360 mm.							

Tableau 5 – Domaine d'emploi du procédé Fesco-Knauf Therm posés en deux lits, en fonction de l'élément porteur, du mode de mise en œuvre du revêtement d'étanchéité et de la protection, en toitures inaccessibles, techniques ou à zones techniques

Élément porteur	Support isolant ⁽²⁾		Revêtement d'étanchéité sous protection lourde ⁽¹⁾			Revêtement d'étanchéité apparent	
			Indépendant	Semi-indépendant par fixation mécanique	En adhérence totale	Semi-indépendant par fixation mécanique	Par adhérence totale
Tôles d'acier nervurées conformes au NF DTU 43.3 ou à un Document Technique d'Application permettant de dissimuler les fixations en sous-face	1 ^{er} lit	Fesco C ép. 30 à 60 mm ou Fesco C DO ép. 40, 50 ou 60 mm	OUI	OUI		OUI	
	2 ^{ème} lit	- Partie courante : Knauf Therm TTI Se ép. 30 à 300 mm - Bande de recoupement et de calfeutrement : Fesco C ép. 30 à 300 mm					
	3 ^{ème} lit	Fesco C ép. 30 mm ou Fesco Drain ép. 30 à 200 mm					
	1 ^{er} lit	Fesco C ép. 30 à 60 mm ou Fesco C DO ép. 40, 50 ou 60 mm			OUI		OUI
	2 ^{ème} lit	- Partie courante : Knauf Therm TTI Se ép. 30 à 300 mm - Bande de recoupement et de calfeutrement : Fesco C ép. 30 à 300 mm					
	3 ^{ème} lit	Fesco C-S ép. 30 mm ou Fesco Drain S ép. 30 à 200 mm					
Tôles d'acier nervurées d'ouverture haute de nervure > 70 mm et ≤ 170 mm conformes au CPT 3537_V2 de janvier 2009	1 ^{er} lit	Fesco C ép. 30 à 60 mm ou Fesco C DO ép. 40, 50 ou 60 mm	OUI	OUI		OUI	
	2 ^{ème} lit	- Partie courante : Knauf Therm TTI Se ép. 30 à 300 mm - Bande de recoupement et de calfeutrement : Fesco C ép. 30 à 300 mm					
	3 ^{ème} lit	Fesco C ép. 30 mm ou Fesco Drain ép. 30 à 200 mm					
Bois ou panneaux à base de bois conforme au NF DTU 43.4 ou à un Document Technique d'Application	1 ^{er} lit	Fesco C ép. 30 à 60 mm	OUI	OUI		OUI	
	2 ^{ème} lit	- Partie courante : Knauf Therm TTI Se ép. 30 à 300 mm - Bande de recoupement et de calfeutrement : Fesco C ép. 30 à 300 mm					
	3 ^{ème} lit	Fesco C ép. 30 mm ou Fesco Drain ép. 30 à 200 mm					
	1 ^{er} lit	Fesco C ép. 30 à 60 mm			OUI		OUI
	2 ^{ème} lit	- Partie courante : Knauf Therm TTI Se ép. 30 à 300 mm - Bande de recoupement et de calfeutrement : Fesco C-S ép. 30 à 300 mm					
	3 ^{ème} lit	Fesco C-S ép. 30 mm ou Fesco Drain S ép. 30 à 200 mm					

Les cases grisées correspondent à des exclusions d'emploi.

1) En toitures techniques ou à zones techniques, protection dure par dalles préfabriquées sur couche de désolidarisation, selon les NF DTU 43.3 et NF DTU 43.4.

2) Épaisseur totale maximale des trois lits de 390 mm.

Tableau 6 – Domaine d'emploi du procédé Fesco-Knauf Therm posés en trois lits, en fonction de l'élément porteur, du mode de mise en œuvre du revêtement d'étanchéité et de la protection, en toitures inaccessibles, techniques ou à zones techniques

Nombre de lits	Support isolant	Revêtement d'étanchéité sous protection lourde			Revêtement d'étanchéité apparent	
		Indépendant	Semi-indépendant par		Semi-indépendant par	
			Auto adhésivité	Fixation mécanique	Auto adhésivité	Fixation mécanique
1 ^{er} lit	Fesco C ou Fesco C-DO	- Pose libre sur élément porteur en bois et panneaux à base de bois ou - 1 attelage de fixation mécanique préalable par panneau dans les autres cas				
2 ^{ème} lit	Knauf Therm TTI Se	Fixation préalable ⁽¹⁾ ou ⁽²⁾	Fixations mécaniques ^{(3) (2)}	Fixation préalable ⁽¹⁾ ou ⁽²⁾	Fixations mécaniques ^{(4) (2)}	Fixation préalable ^{(1) ou (2)}
	Bandes de recoupement en perlite et de calfeutrement Fesco C	Fixation préalable ⁽⁵⁾	Fixation préalable ⁽⁶⁾	Fixation préalable ⁽⁵⁾	Fixation préalable ⁽⁶⁾	Fixation préalable ⁽⁵⁾

(1) 1 attelage de fixation mécanique préalable par panneau.

(2) La densité d'attellages de fixations mécaniques est définie dans le DTA du procédé Parasteel 42 / Parasteel 42 TFH.

(3) La répartition des fixations mécaniques des panneaux conformément aux dispositions des NF DTU 43.3 P1 et NF DTU 43.4 P1.

(4) La répartition des fixations mécaniques des panneaux conformément aux dispositions du NF DTU 43.3 P1 (Ohn ≤ 70 mm) et du NF DTU 43.4 P1. La hauteur des toitures est limitée à 20 m selon les NF DTU 43.3 P1-1 et NF DTU 43.4 P1-1 et l'utilisation sur TAN (70 mm < Ohn ≤ 170 mm) conformes au *Cahier du CSTB 3537_V2* n'est pas visée.

(5) 1 attelage de fixation mécanique préalable par bande.

(6) Sur la surface des bandes de recoupement et de calfeutrement en perlite, la 1^{ère} couche du revêtement autoadhésif est fixée mécaniquement en pleine feuille avec un écartement maximum de 0,25 m. Une bande de revêtement d'étanchéité autoadhésive, dont la face supérieure est adaptée à la soudure, est soudée au droit des fixations pour assurer l'intégrité de la 1^{ère} couche. Sur cette bande est soudée la 2^{ème} couche du revêtement d'étanchéité.

Tableau 7a – Mise en œuvre des panneaux isolants selon § 2.4.2 du Dossier Technique : cas avec 2 lits d'isolant

Nombre de lits	Support isolant	Revêtement d'étanchéité sous protection lourde			Revêtement d'étanchéité apparent	
		Indépendant	Semi-indépendant par fixation mécanique	En adhérence totale	Semi-indépendant par fixation mécanique	Par adhérence totale
1 ^{er} lit	Fesco C ou Fesco C-DO	- Pose libre sur élément porteur en bois et panneaux à base de bois ou - 1 attelage de fixation mécanique préalable par panneau dans les autres cas				
2 ^{ème} lit	Knauf Therm TTI Se	- Fixation préalable ⁽¹⁾ ou ⁽²⁾				
	Bandes de recoupement en perlite et de calfeutrement Fesco C	- Fixation préalable ⁽³⁾				
3 ^{ème} lit	Fesco C ou FescoDrain	Fixation préalable ⁽¹⁾	Fixation préalable ⁽¹⁾		Fixation préalable ⁽¹⁾	
	Fesco C-S ou FescoDrain S			Fixation préalable ⁽¹⁾		Fixations mécaniques ⁽⁴⁾

Les cases grisées correspondent à des exclusions d'emploi.

(1) 1 attelage de fixation mécanique préalable par panneau.

(2) La densité d'attellages de fixation mécanique est définie dans le DTA du procédé Parasteel 42/Parasteel 42 TFH.

(3) 1 attelage de fixation mécanique préalable par bande.

(4) Répartition des fixations mécaniques selon le Document Technique d'Application des panneaux de perlite expansée (fibrée) surfacés bitume.

Tableau 7b – Mise en œuvre des panneaux isolants selon § 2.4.2 du Dossier Technique : cas avec 3 lits d'isolant

2.9.2. Figures du Dossier Technique

2.9.2.1. Élément porteur en tôles d'acier nervurées

N°	Désignation
01	Paroi verticale
02	Poteau métallique, bois ou béton
03	Élément porteur en tôle d'acier nervurée
04	Appui de l'élément porteur
05	Costière métallique fixée sur l'élément porteur
06	Écran thermique Fesco C-DO épaisseur minimale 50 mm (ou 60 mm ou 2 lits de Fesco C 30 mm)
07	Isolant thermique KNAUF Therm TTI Se d'épaisseur 30 à 300 mm
08	Bande de calfeutrement ou de recouvrement de la Gamme Fesco® non revêtu ou panneau Fesco C-DO avec feuillures découpées, en un ou plusieurs lits d'épaisseur minimale 50 mm
09	Isolant de classe minimale A2-s2, d0
10	Tôle de liaison au faîtage et arêtier, conforme aux spécifications du paragraphe 7.3 du NF DTU 43.3 P1-1
11	Tôle de liaison en noue, conforme aux spécifications du paragraphe 7.2.1.2 du NF DTU 43.3 P1-1
12	Fixation mécanique (métallique) définie au § 2.2.2.8.1.1 et au § 2.2.2.8.1.3 des panneaux ⁽⁰⁶⁾ ⁽⁰⁸⁾
15	Panneau ou bande de calfeutrement vertical de la Gamme Fesco® non revêtu ou de la Gamme Fesco® surfacé bitume d'épaisseur minimale 40 mm
18	Baïonnette
19	Isolant thermique Fesco C ou Fesco C-S
20	Tôle d'acier nervurée permettant de dissimuler les fixations mécaniques en sous-face
21	Fixation mécanique définie au § 2.2.2.8.1.2 des panneaux ⁽⁰⁷⁾
22	Revêtement d'étanchéité
23	Fixation mécanique (métallique) définie au § 2.2.2.8.2 de la costière ⁽⁰⁵⁾
24	Fixation mécanique définie au § 2.2.2.8.1.4 des panneaux ⁽¹⁹⁾

Tableau 8 – Nomenclature des repères sur les figures

Les feuillures se trouvent à l'intérieur des dimensions extérieures du panneau Fesco C-DO, longueur (L) × largeur (l) (cf. tableau 1)

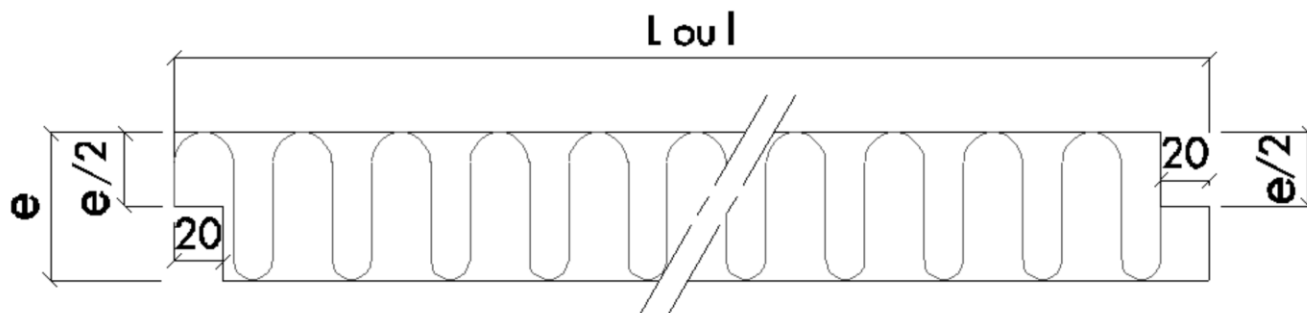


Figure 1 – Coupe de principe sur le panneau Fesco C-DO d'épaisseur (e) égale à 40, 50 ou 60 mm

Les feuillures du 1er lit en panneaux Fesco C-DO sont découpées en angle, sur 2 côtés (P1) et en rives, sur un côté (P2, P3 et P4).

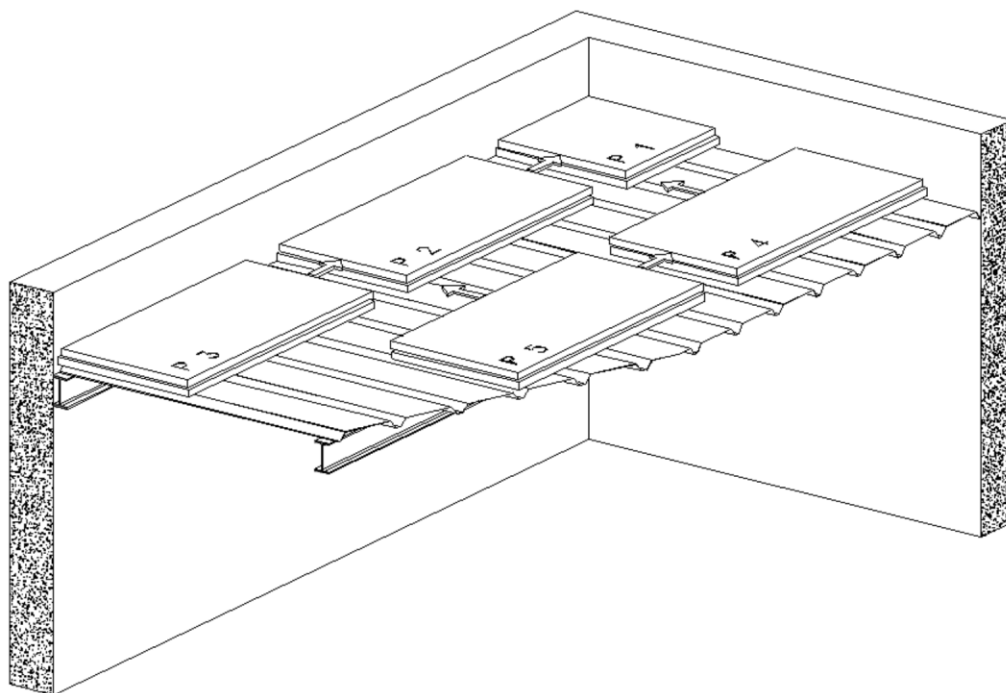


Figure 2 – Schéma de pose du premier lit en panneaux Fesco C-DO

Le joint filant entre les panneaux Fesco C-DO⁽⁰⁶⁾ est situé au droit d'un élément d'ossature principal ou secondaire⁽⁰⁴⁾. Les panneaux Fesco C-DO⁽⁰⁶⁾ sont fixés mécaniquement dans l'élément porteur⁽⁰³⁾ à raison d'une fixation⁽¹²⁾ par panneau.

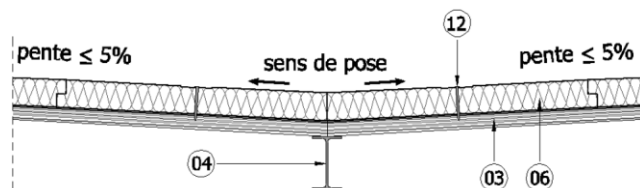


Figure 3a – Raccordement des panneaux Fesco C-DO en noue - appui simple

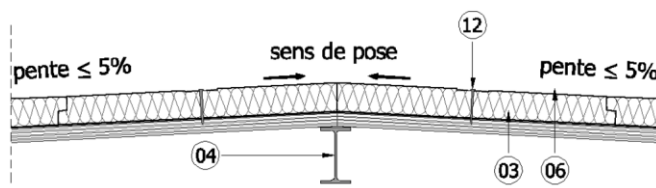


Figure 3b – Raccordement des panneaux Fesco C-DO en faitage et arêtier - appui simple

La mise en œuvre d'une tôle de liaison (10 - 11), quelle que soit la largeur du joint des éléments porteurs au faitage ou en noue, est obligatoire sur deux appuis selon le NF DTU 43.3 P1-1.

Cette tôle de liaison^(10 - 11) est placée au-dessus de l'élément porteur⁽⁰³⁾, sous l'éventuel pare-vapeur ou écran anti-poussière et est fixée dans l'élément porteur⁽⁰³⁾ selon le NF DTU 43.3 P1-1.

Les panneaux Fesco C-DO⁽⁰⁶⁾ sont fixés mécaniquement dans l'élément porteur⁽⁰³⁾ à raison d'une fixation⁽¹²⁾ par panneau.

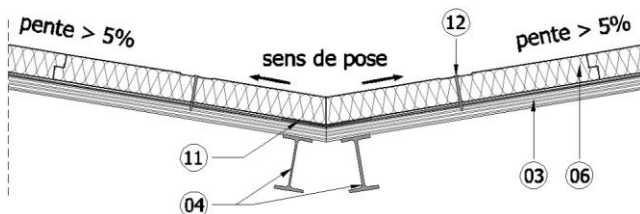


Figure 3c – Raccordement des panneaux Fesco C-DO en noue - Appuis doubles

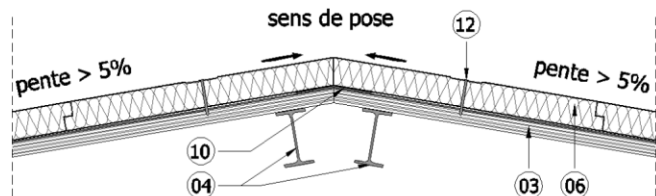


Figure 3d – Raccordement des panneaux Fesco C-DO en faitage et arêtier - Appuis doubles

Figures 3 – Exemple de dispositions en faitages, arêtières et noues

Le calfeutrement autour de l'entrée d'eaux pluviales est réalisé par un panneau de la Gamme Fesco® non revêtu⁽⁰⁸⁾ d'épaisseur inférieure d'au moins 1 cm à celle du lit supérieur en panneau KNAUF Therm TTI Se⁽⁰⁷⁾ et découpé sur une largeur dépassant de 15 cm au moins le bord de la platine d'entrée d'eaux pluviales ; il est placé au-dessus de l'écran thermique⁽⁰⁶⁾ et est fixé mécaniquement⁽¹²⁾ dans l'élément porteur⁽⁰³⁾.

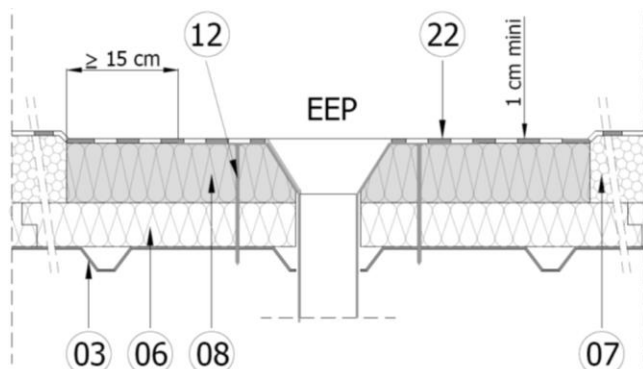


Figure 4 – Exemple de calfeutrement pour les entrées d'eaux pluviales

Le calfeutrement autour du fourreau de conduit ou gaine métallique traversant la toiture est réalisé par un panneau de la Gamme Fesco® non revêtu⁽⁰⁸⁾ d'épaisseur égale à celle du lit supérieur en panneau KNAUF Therm TTI Se⁽⁰⁷⁾ et découpé sur une largeur dépassant de 15 cm au moins le bord de la platine ; il est placé au-dessus de l'écran thermique⁽⁰⁶⁾ et est fixé mécaniquement⁽¹²⁾ dans l'élément porteur⁽⁰³⁾.

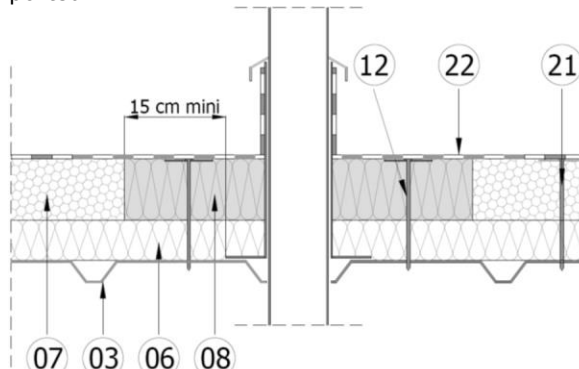


Figure 5 – Exemple de calfeutrement sur fourreau de conduit ou gaine métallique

Le calfeutrement autour d'un conduit ou gaine métallique traversant la toiture est réalisé par un panneau de la Gamme Fesco® non revêtu⁽⁰⁸⁾ d'épaisseur supérieure d'au moins 1 cm à celle du lit supérieur en panneau KNAUF Therm TTI Se⁽⁰⁷⁾ et découpé sur une largeur dépassant de 15 cm au moins le bord de la costière métallique⁽⁰⁵⁾ ; il est placé au-dessus de l'écran thermique⁽⁰⁶⁾ et est fixé mécaniquement⁽¹²⁾ dans l'élément porteur⁽⁰³⁾.

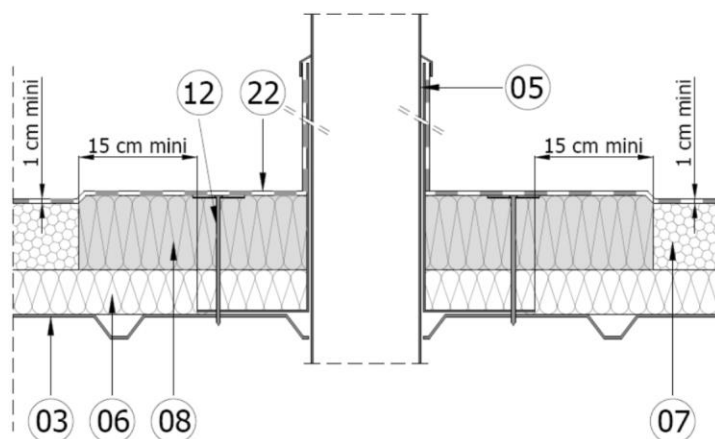


Figure 6 – Exemple de calfeutrement de conduit ou gaine métallique avec costière

L'espace situé entre les deux costières métalliques peut être laissé vide selon le NF DTU 43.3 P1, ou être comblé par un isolant compressible⁽⁰⁹⁾ de classe A2-s2,d0 au moins. L'aile horizontale de chaque costière métallique⁽⁰⁵⁾ est fixée dans l'élément porteur TAN conformément au NF DTU 43.3 P1. Le calfeutrement est réalisé, de part et d'autre du joint, par un panneau de la Gamme Fesco® non revêtu⁽⁰⁸⁾ d'épaisseur égale à celle du lit supérieur en panneau KNAUF Therm TTI Se⁽⁰⁷⁾ et découpé sur une largeur minimale de 15 cm ; il est fixé mécaniquement dans l'élément porteur⁽⁰³⁾ à raison d'une fixation⁽¹²⁾ par panneau.

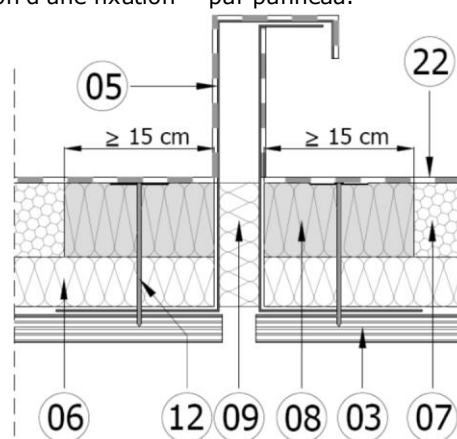


Figure 7 – Exemple de calfeutrement dans le cas de joint de dilatation

Le lit supérieur en panneau KNAUF Therm TTI Se⁽⁰⁷⁾ est en contact avec la costière pré-isolée.

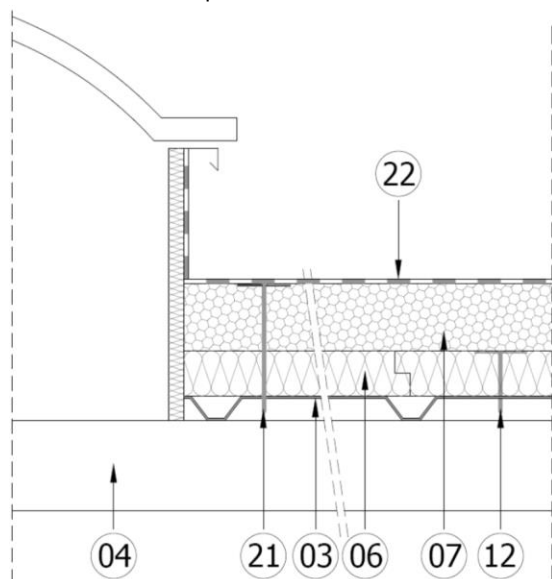


Figure 8 – Exemple de raccordement sur lanterneau ou exutoire de fumée pré-isolé en panneau de perlite expansée (fibrée) ou laine de roche (résistance thermique déclarée minimale conforme à sa norme produit)

Le panneau vertical de la Gamme Fesco® non revêtu⁽¹⁵⁾, de résistance thermique déclarée minimale conforme à sa norme produit, est fixé mécaniquement⁽¹²⁾ dans la costière métallique ou lanterneau ou exutoire.

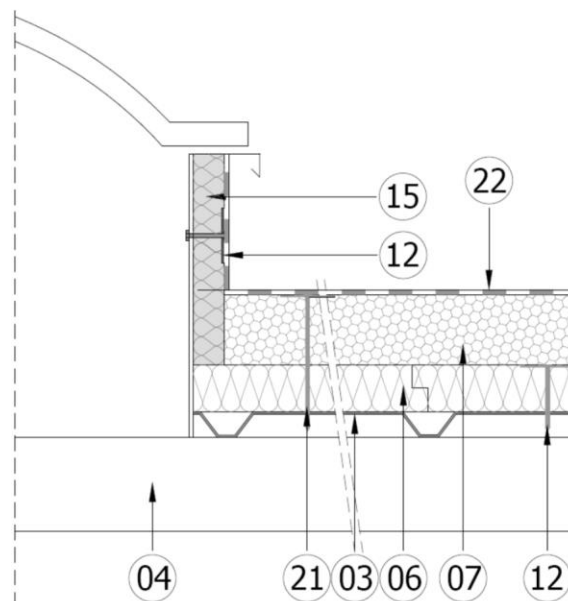


Figure 9 – Exemple de raccordement sur lanterneau ou exutoire de fumée avec isolation rapportée

L'aile horizontale de la costière métallique⁽⁰⁵⁾ est placée au-dessus du panneau Fesco C-DO⁽⁰⁶⁾ formant écran thermique ; elle est fixée mécaniquement dans l'élément porteur⁽⁰³⁾ à l'aide de la fixation⁽²³⁾.

Le lit supérieur en panneau KNAUF Therm TTI Se⁽⁰⁷⁾ est en contact avec cette costière métallique.

Exemple de paroi verticale intérieure⁽⁰¹⁾ visée : maçonnerie, béton, béton cellulaire, bois, etc.

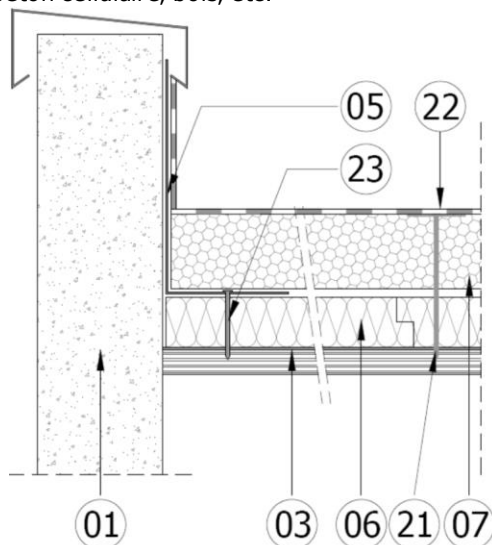


Figure 10 – Exemple de costière métallique contre un mur et placée sur le premier lit de Fesco C-DO contre un mur

Le panneau vertical de la Gamme Fesco® non revêtu⁽¹⁵⁾ d'épaisseur minimale 50 mm, est fixé mécaniquement⁽¹²⁾ dans l'aile verticale de la costière métallique⁽⁰⁵⁾.

L'aile horizontale de la costière métallique⁽⁰⁵⁾ est fixée dans l'élément porteur conformément au NF DTU 43.3 P1.

Exemple de paroi verticale intérieure⁽⁰¹⁾ visée : bardage métallique.

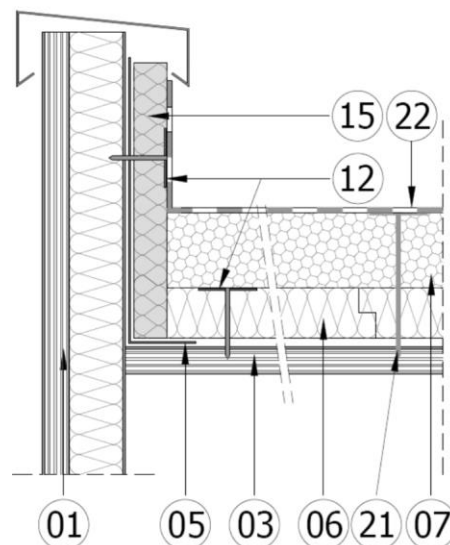


Figure 11 – Exemple de costière métallique isolée contre un mur

Le calfeutrement est réalisé par un panneau vertical de la Gamme Fesco® non revêtu⁽¹⁵⁾ d'épaisseur minimale 50 mm, découpé sur une hauteur minimale de 15 cm et égale à l'épaisseur totale de l'écran thermique⁽⁰⁶⁾ plus celle du panneau KNAUF Therm TTI Se⁽⁰⁷⁾ ; il est fixé mécaniquement dans l'aile verticale de la costière métallique (05) à raison d'une fixation⁽¹²⁾ par panneau.

L'aile horizontale de la costière métallique⁽⁰⁵⁾ est fixée dans l'élément porteur⁽⁰³⁾ conformément au NF DTU 43.3 P1.

Exemple de paroi verticale intérieure⁽⁰¹⁾ visée : bardage métallique.

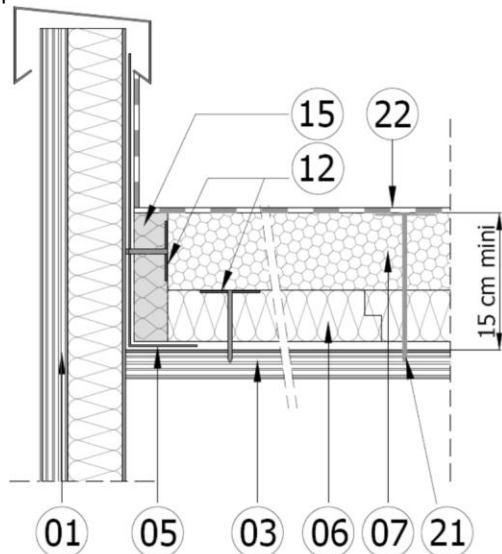


Figure 12a – Exemple de calfeutrement vertical contre un mur

Le calfeutrement est réalisé par un panneau de la Gamme Fesco® non revêtu⁽⁰⁸⁾ d'épaisseur égale à celle du lit supérieur en panneau KNAUF Therm TTI Se⁽⁷⁾ et découpé sur une largeur minimale de 15 cm ; il est fixé mécaniquement à l'élément porteur⁽⁰⁵⁾ à raison d'une fixation⁽¹²⁾ par panneau.

L'aile horizontale de la costière métallique⁽⁰⁵⁾ est fixée dans l'élément porteur⁽⁰³⁾ conformément au NF DTU 43.3 P1.

Exemple de paroi verticale intérieure⁽⁰¹⁾ visée : bardage métallique.

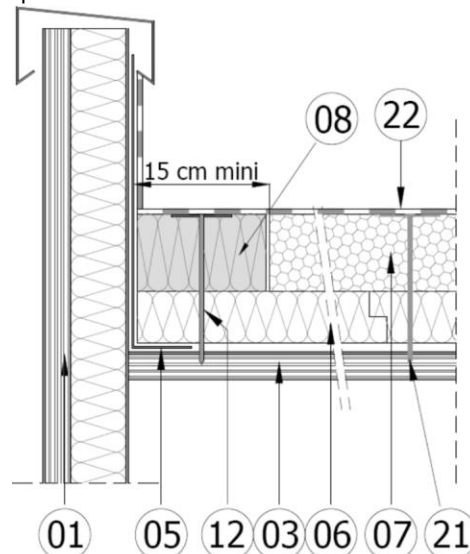


Figure 12b – Exemple de calfeutrement horizontal contre un mur

L'espace situé entre la costière métallique et la paroi verticale est comblé par le panneau Fesco C-DO⁽⁰⁶⁾ prolongé jusqu'à l'extrémité de l'élément porteur⁽⁰³⁾ ; en complément, cet espace peut être comblé jusqu'au niveau supérieur du panneau KNAUF Therm TTI Se⁽⁰⁷⁾ par un isolant⁽⁰⁹⁾ de classe minimale A2-s2,d0.

NB : ce complément d'isolation ne fait pas partie du lot Étanchéité ; les Documents Particuliers du Marché (DPM) identifient le lot concerné par ces travaux.

Exemple de paroi verticale intérieure⁽⁰¹⁾ visée : maçonnerie, béton, bardage métallique ou non, bois etc.

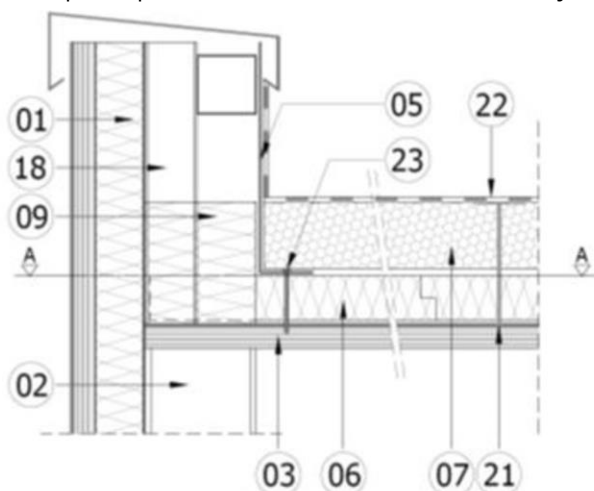
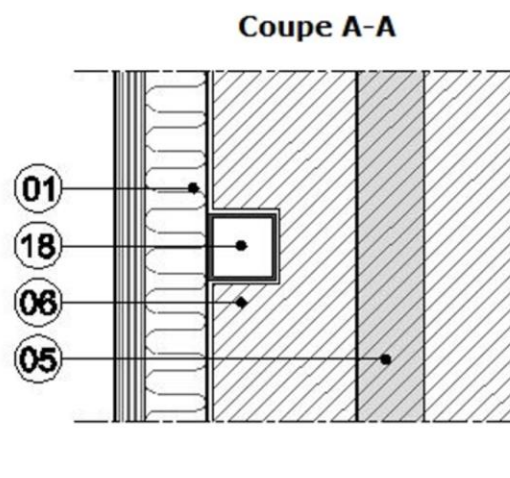


Figure 13a – Exemple de costière métallique placée sur le premier lit de Fesco C-DO



L'espace situé entre la costière métallique et la paroi verticale est comblé jusqu'au niveau supérieur du panneau KNAUF Therm TTI Se⁽⁰⁷⁾ par un isolant⁽⁰⁹⁾ de classe minimale A2-s2,d0.

NB : ce complément d'isolation ne fait pas partie du lot Étanchéité ; les documents particuliers du marché (DPM) identifient le lot concerné par ces travaux.

Exemple de paroi verticale intérieure⁽⁰¹⁾ visée : maçonnerie, béton, bardage métallique ou non, bois etc.

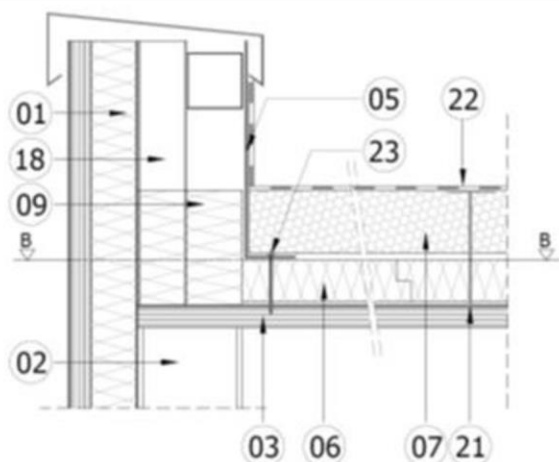


Figure 13b – Exemple de costière métallique placée sur le premier lit Fesco C-DO aligné au droit de la costière

L'espace situé entre la costière métallique et la paroi verticale est comblé par le panneau Fesco C-DO⁽⁰⁶⁾ prolongé jusqu'à l'extrémité de l'élément porteur⁽⁰³⁾ ; en complément, cet espace peut être comblé jusqu'au niveau supérieur du panneau en Fesco C ou Fesco C-S⁽¹⁹⁾ par un isolant⁽⁰⁹⁾ de classe A2-s2,d0 au moins.

NB : ce complément d'isolation ne fait pas partie du lot Étanchéité ; les documents particuliers du marché (DPM) identifient le lot concerné par ces travaux.

L'aile horizontale de la costière métallique⁽⁰⁵⁾ est placée au-dessus du panneau Fesco C-DO⁽⁰⁶⁾ formant écran thermique ; elle est fixée mécaniquement dans l'élément porteur à l'aide de la fixation⁽²³⁾.

Les lits supérieurs en panneau KNAUF Therm TTI Se⁽⁰⁷⁾ et en Fesco C ou Fesco C-S⁽¹⁹⁾ fixés mécaniquement à l'aide des fixations⁽²¹⁾ et⁽²⁴⁾ sont en contact avec cette costière métallique.

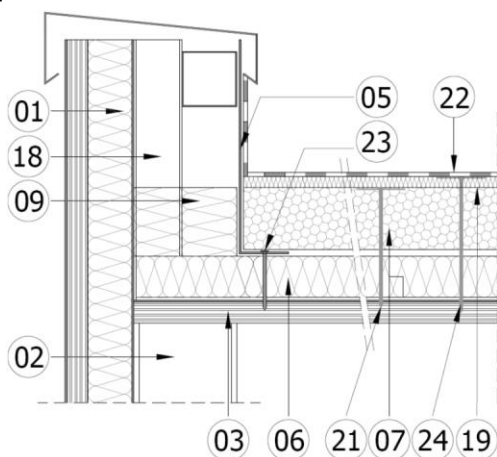
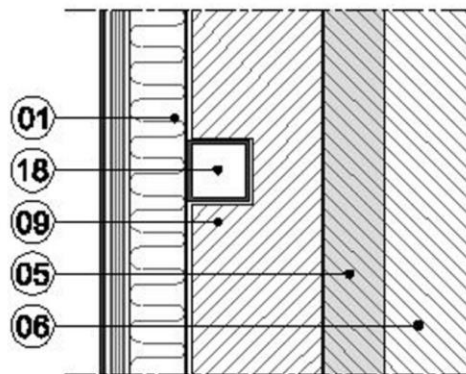


Figure 13c – Exemple de costière métallique placée sur le premier lit Fesco C-DO et 3^{ème} lit Fesco C ou Fesco C-S

L'aile horizontale de la costière métallique⁽⁰⁵⁾ est placée au-dessus du panneau Fesco C-DO⁽⁰⁶⁾ formant écran thermique ; elle est fixée mécaniquement dans l'élément porteur à l'aide de la fixation⁽²³⁾.

Le lit supérieur en panneau KNAUF Therm TTI Se⁽⁰⁷⁾ est en contact avec cette costière métallique.

Coupe B-B



L'espace situé entre la costière métallique et la paroi verticale est comblé jusqu'au niveau supérieur du panneau KNAUF Therm TTI Se⁽⁰⁷⁾ par un isolant⁽⁰⁹⁾ de classe minimale A2-s2,d0.

NB : ce calfeutrement ne fait pas partie du lot Étanchéité ; les documents particuliers du marché (DPM) identifient le lot concerné par ces travaux.

L'aile horizontale de la costière métallique⁽⁰⁵⁾ est fixée dans l'élément porteur⁽⁰³⁾ conformément au NF DTU 43.3 P1. Le panneau vertical de la Gamme Fesco® non revêtu⁽¹⁵⁾ d'épaisseur minimale 50 mm est fixé mécaniquement⁽¹²⁾ dans l'aile verticale de la costière⁽⁰⁵⁾.

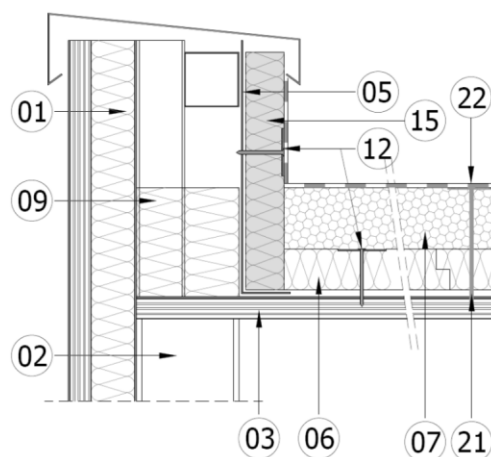


Figure 14 – Exemple de costière métallique isolée contre des poteaux

L'espace situé entre la costière métallique et la paroi verticale est comblé jusqu'au niveau supérieur du panneau KNAUF Therm TTI Se⁽⁰⁷⁾ par un isolant⁽⁰⁹⁾ de classe minimale A2-s2,d0.

NB : ce calfeutrement ne fait pas partie du lot Étanchéité ; les documents particuliers du marché (DPM) identifient le lot concerné par ces travaux.

L'aile horizontale de la costière métallique⁽⁰⁵⁾ est fixée sur l'élément porteur TAN⁽⁰³⁾ conformément au NF DTU 43.3 P1. Le calfeutrement est réalisé par un panneau vertical de la Gamme Fesco® non revêtu⁽¹⁵⁾ d'épaisseur minimale 50 mm, découpé sur une hauteur minimale de 15 cm et égale à l'épaisseur totale de l'écran thermique⁽⁰⁶⁾ plus celle du panneau KNAUF Therm TTI Se⁽⁰⁷⁾ ; il est fixé mécaniquement dans l'aile verticale de la costière métallique⁽⁰⁵⁾ à raison d'une fixation⁽¹²⁾ par panneau.

L'espace situé entre la costière métallique et la paroi verticale est comblé jusqu'au niveau supérieur du panneau KNAUF Therm TTI Se⁽⁰⁷⁾ par un isolant⁽⁰⁹⁾ de classe minimale A2-s2,d0.

NB : Ce calfeutrement ne fait pas partie du lot Étanchéité ; les documents particuliers du marché (DPM) identifient le lot concerné par ces travaux.

L'aile horizontale de la costière métallique⁽⁰⁵⁾ est fixée sur l'élément porteur TAN⁽⁰³⁾ conformément au NF DTU 43.3 P1. Le calfeutrement est réalisé par un panneau de la Gamme Fesco® non revêtu⁽⁰⁸⁾ d'épaisseur égale à celle du lit supérieur en panneau KNAUF Therm TTI Se⁽⁰⁷⁾ et découpé sur une largeur minimale de 15 cm ; il est fixé mécaniquement dans l'élément porteur⁽⁰³⁾ à raison d'une fixation⁽¹²⁾ par panneau.

Exemple de paroi verticale intérieure⁽⁰¹⁾ visée : maçonnerie, béton, bardage métallique ou non, bois, etc.

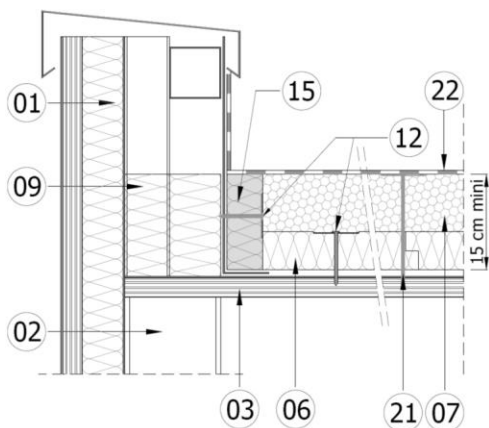


Figure 15a – Exemple de calfeutrement vertical, costière métallique contre des poteaux

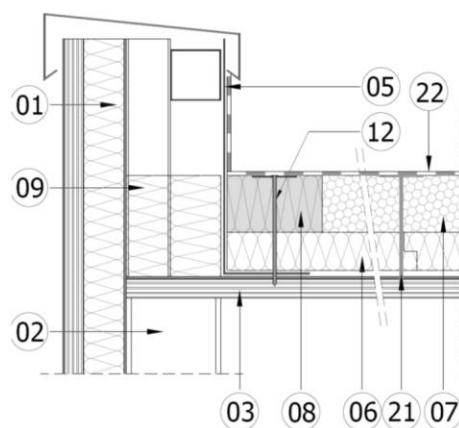


Figure 15b – Exemple de calfeutrement horizontal, costière métallique contre des poteaux

Le recoupement est réalisé par un panneau de la Gamme Fesco® non revêtu⁽⁰⁸⁾ d'épaisseur égale à celle du lit supérieur en panneau KNAUF Therm TTI Se⁽⁰⁷⁾ et découpé sur une largeur minimale de 30 cm ; il est fixé mécaniquement dans l'élément porteur⁽⁰³⁾ à raison d'une fixation⁽¹²⁾ par panneau.

NB : Le calfeutrement entre la paroi verticale et la sous-face de l'élément porteur TAN ne fait pas partie du lot Étanchéité ; les documents particuliers du marché (DPM) identifient le lot concerné par ces travaux.

Le recoupement est réalisé par un panneau de la Gamme Fesco® non revêtu⁽⁰⁸⁾ d'épaisseur égale à celle du lit supérieur en panneau KNAUF Therm TTI Se⁽⁰⁷⁾ et découpé sur une largeur minimale de 30 cm ; il est fixé mécaniquement dans l'élément porteur⁽⁰³⁾ à raison d'une fixation⁽¹²⁾ par panneau.

NB : L'écran de cantonnement ne fait pas partie du lot Étanchéité ; les documents particuliers du marché (DPM) identifient le lot concerné par ces travaux.

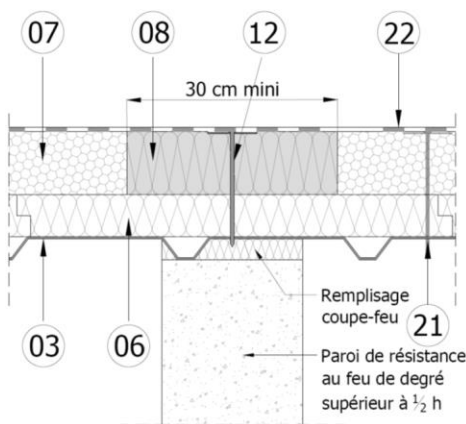


Figure 16a – Exemple de recoupement au droit d'une paroi verticale

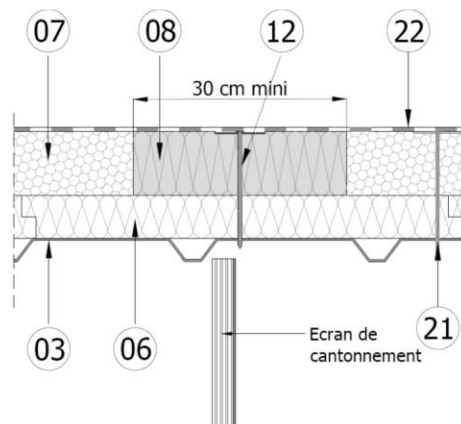


Figure 16b – Exemple de recoupement au droit d'un écran de cantonnement

Chaque panneau Fesco C-DO est fixé⁽¹²⁾ dans chaque « nervure caisson » de la tôle d'acier nervurée⁽²⁰⁾. Chaque panneau KNAUF Therm TTI Se⁽⁰⁷⁾ de format spécifique 1 770 × 1 200 mm est fixé⁽²¹⁾ dans chaque « nervure caisson » de la tôle d'acier nervurée⁽²⁰⁾.

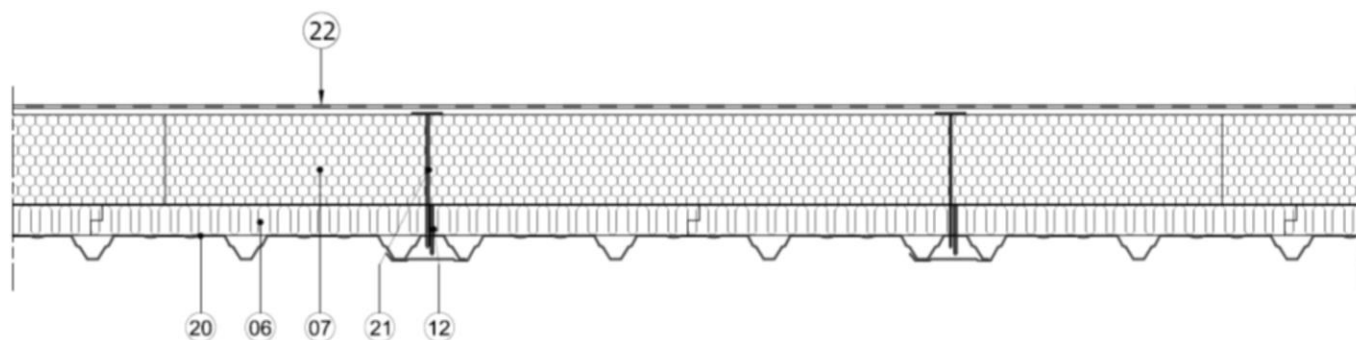


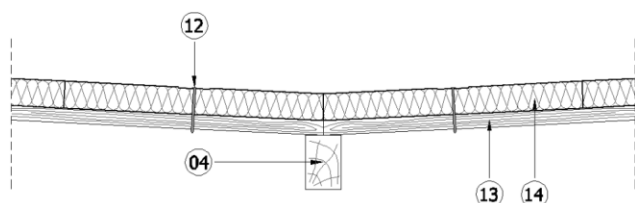
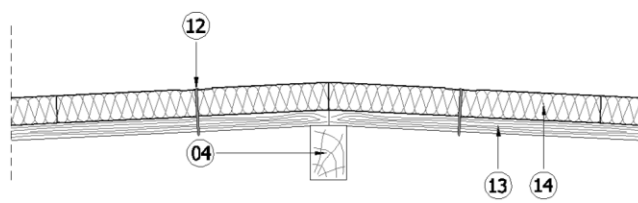
Figure 17 – Exemple de mise en œuvre du procédé Fesco-Knauf Therm sur tôle d'acier nervurée avec le procédé Parasteel 42/Parasteel 42 TFH

2.9.2.2. Élément porteur en bois et panneaux à base de bois

N°	Désignation
01	Paroi verticale
04	Appui de l'élément porteur
05	Costière métallique fixée sur l'élément porteur
09	Isolant de classe minimum A2-s2, d0
12	Fixation mécanique (métallique) définie au § 2.2.2.8.1.1 et au § 2.2.2.8.1.3 des panneaux isolants
13	Élément porteur en bois et panneaux à base de bois
14	Complément d'écran thermique Fesco C d'épaisseur 30 ou 40 mm suivant la nature de l'élément porteur en bois mis en œuvre
15	Bande de calfeutrement ou de recoupement ou panneau vertical de la Gamme Fesco® non revêtu d'épaisseur minimale 30 mm en un ou plusieurs lits
16	Bande métallique, au faîte ou en noue, conforme aux spécifications du paragraphe 8.4.2 du NF DTU 43.4 P1-1
17	Isolant thermique KNAUF Therm TTI Se d'épaisseur 30 à 300 mm
21	Fixation mécanique définie au § 2.2.2.8.1.2 des panneaux ⁽⁰⁷⁾
22	Revêtement d'étanchéité

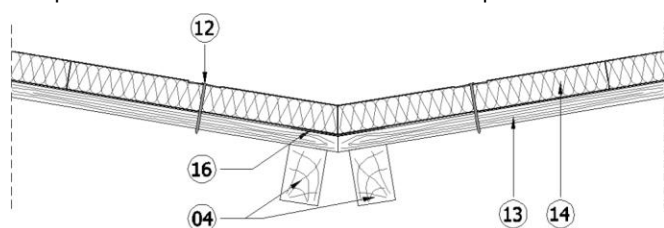
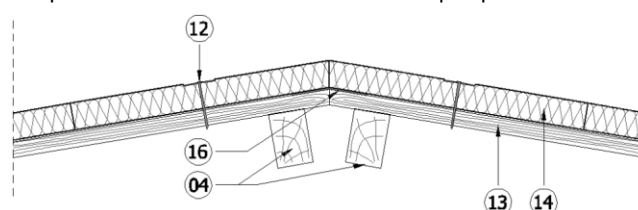
Tableau 9 – Nomenclature des repères sur les figures

Le joint filant entre les panneaux Fesco C⁽¹⁴⁾ est situé au droit d'un élément d'ossature principal ou secondaire⁽⁰⁴⁾. Les panneaux Fesco C⁽¹⁴⁾ sont fixés mécaniquement dans l'élément porteur⁽¹³⁾ à raison d'une fixation⁽¹²⁾ par panneau isolant.

**Figure 18a – Raccordement des panneaux Fesco C en noue - Appui simple****Figure 18b – Raccordement des panneaux Fesco C en faîtage et arêtier - Appui simple**

Une bande métallique⁽¹⁶⁾ est placée et fixée au-dessus de l'élément porteur, sous le pare-vapeur, la mise en œuvre de cette bande métallique (quelle que soit la largeur du joint du joint des éléments à base de bois au faîte ou en noue) est obligatoire sur deux appuis.

Les panneaux Fesco C⁽¹⁴⁾ sont fixés mécaniquement dans l'élément porteur⁽¹³⁾ à raison d'une fixation⁽¹²⁾ par panneau isolant.

**Figure 18c – Raccordement des panneaux Fesco C en noue - Appuis doubles****Figure 18d – Raccordement des panneaux Fesco C en faîtage et arêtier - Appuis doubles****Figures 18 – Exemple de dispositions en faîtages, arêtiers et noues**

Le calfeutrement autour de l'évacuation d'eaux pluviales est réalisé par un panneau de la Gamme Fesco® non revêtu⁽¹⁵⁾ d'épaisseur inférieure d'au moins 1 cm à celle du lit supérieur en panneau KNAUF Therm TTI Se⁽¹⁷⁾ et découpé sur une largeur dépassant de 15 cm au moins le bord de la platine d'entrées d'eaux pluviales ; il est placé au-dessus de l'écran thermique⁽¹⁴⁾ et est fixé mécaniquement⁽¹²⁾ dans l'élément porteur⁽¹³⁾.

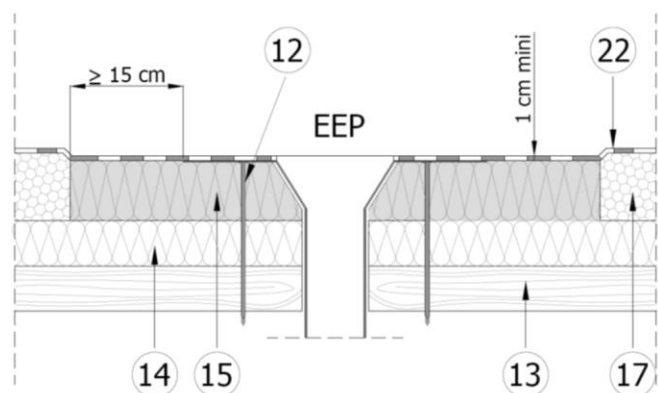


Figure 19 – Exemple de calfeutrement pour les entrées d'eaux pluviales

Le calfeutrement autour du fourreau de conduit ou gaine métallique traversant la toiture est réalisé par un panneau de la Gamme Fesco® non revêtu⁽¹⁵⁾ d'épaisseur égale à celle du lit supérieur en panneau KNAUF Therm TTI Se⁽¹⁷⁾ et découpé sur une largeur dépassant de 15 cm au moins le bord de la platine ; il est placé au-dessus de l'écran thermique⁽¹⁴⁾ et est fixé mécaniquement⁽¹²⁾ dans l'élément porteur⁽¹³⁾.

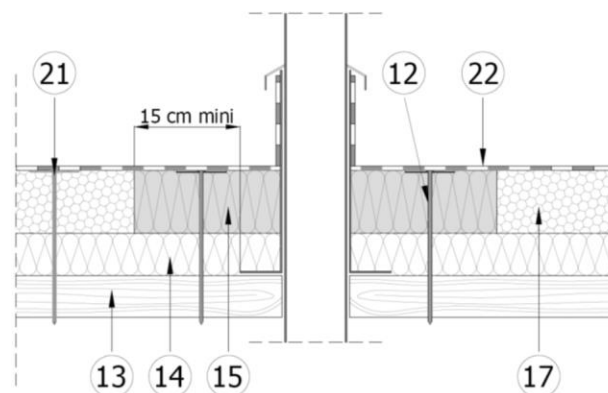


Figure 20 – Exemple de calfeutrement sur fourreau de conduit ou gaine métallique

Le calfeutrement autour d'un conduit ou gaine métallique traversant la toiture est réalisé par un panneau de la Gamme Fesco® non revêtu⁽¹⁵⁾ d'épaisseur supérieure d'au moins 1 cm à celle du lit supérieur en panneau KNAUF Therm TTI Se⁽¹⁷⁾ et découpé sur une largeur dépassant de 15 cm au moins le bord de l'aile horizontale de la costière métallique⁽⁰⁵⁾ ; il est placé au-dessus de l'écran thermique⁽¹⁴⁾ et est fixé mécaniquement⁽¹²⁾ dans l'élément porteur⁽¹³⁾.

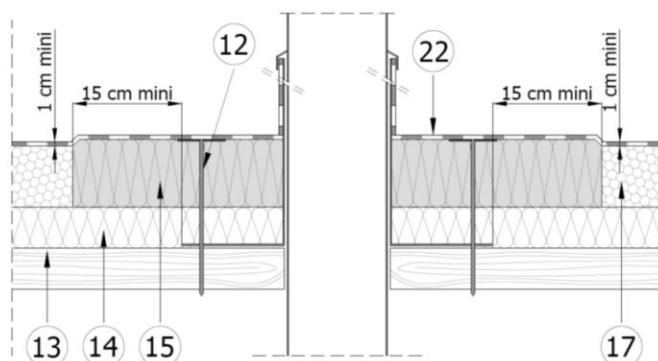


Figure 21 – Exemple de calfeutrement de conduit ou gaine métallique avec costière

L'espace situé entre les deux costières métalliques est comblé par un isolant compressible⁽⁰⁹⁾ de classe minimale A2-s2,d0.

L'aile horizontale de chaque costière métallique⁽⁰⁵⁾ est fixée dans l'élément porteur⁽¹³⁾ conformément au NF DTU 43.4 P1.

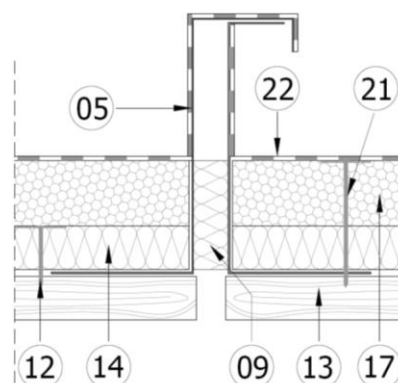


Figure 22 – Exemple de calfeutrement dans le cas de joint de dilatation

L'aile horizontale de la costière métallique⁽⁰⁵⁾ est fixée dans l'élément porteur selon le NF DTU 43.4 P1.

Le lit supérieur en panneau KNAUF Therm TTI Se⁽¹⁷⁾ est en contact avec cette costière métallique.

Exemple de paroi verticale intérieure⁽⁰¹⁾ visée : maçonnerie, béton, béton cellulaire, bois etc.

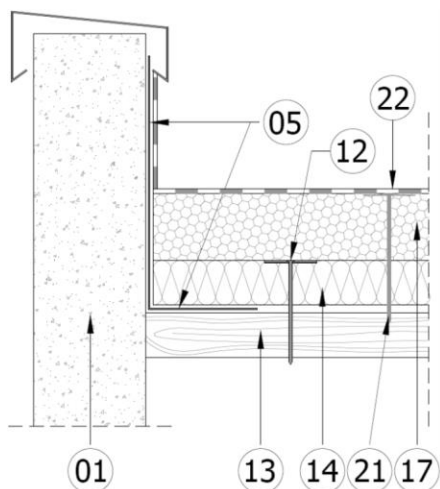


Figure 23 – Exemple de costière métallique contre un mur

L'aile horizontale de la costière métallique⁽⁰⁵⁾ est fixée dans l'élément porteur selon le NF DTU 43.4 P1.

Le panneau vertical de la Gamme Fesco® non revêtu⁽¹⁵⁾ d'épaisseur minimale 40 mm, est fixé mécaniquement⁽¹²⁾ dans l'aile verticale de la costière métallique⁽⁰⁵⁾.

Exemple de paroi verticale intérieure⁽⁰¹⁾ visée : bardage métallique.

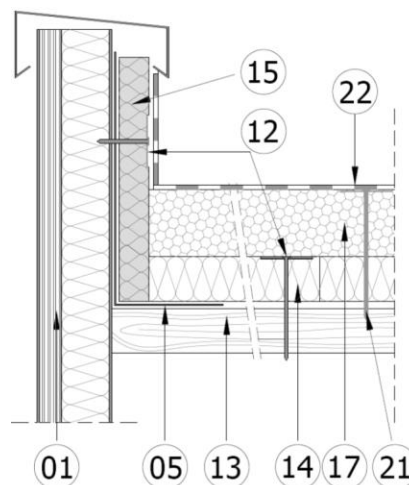


Figure 24 – Exemple de costière métallique isolée contre un mur

Le calfeutrement est réalisé par un panneau vertical de la Gamme Fesco® non revêtu⁽¹⁵⁾ d'épaisseur minimale 40 mm, découpé sur une hauteur minimale de 15 cm et égale à l'épaisseur totale de l'écran thermique⁽¹⁴⁾ plus celle du panneau KNAUF Therm TTI Se⁽¹⁷⁾ ; il est fixé mécaniquement dans l'aile verticale de la costière métallique⁽⁰⁵⁾ à raison d'une fixation⁽¹²⁾ par panneau isolant.

L'aile horizontale de la costière métallique⁽⁵⁾ est fixée dans l'élément porteur⁽¹³⁾ conformément au NF DTU 43.4 P1.

Exemple de paroi verticale intérieure⁽⁰¹⁾ visée : bardage métallique.

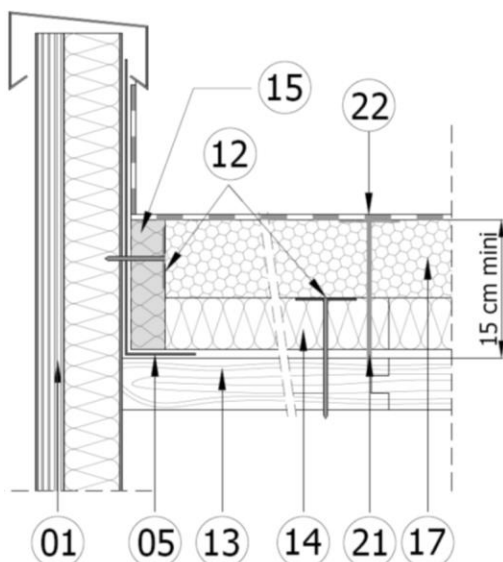


Figure 25a – Exemple de calfeutrement vertical contre un mur

Le calfeutrement est réalisé par un panneau de la Gamme Fesco® non revêtu⁽¹⁵⁾, d'épaisseur égale à celle du lit supérieur en panneau KNAUF Therm TTI Se⁽¹⁷⁾ et découpé sur une largeur minimale de 15 cm ; il est fixé mécaniquement à l'élément porteur⁽¹³⁾ à raison d'une fixation⁽¹²⁾ par panneau isolant.

L'aile horizontale de la costière métallique⁽⁵⁾ est fixée dans l'élément porteur⁽¹³⁾ conformément au NF DTU 43.4 P1.

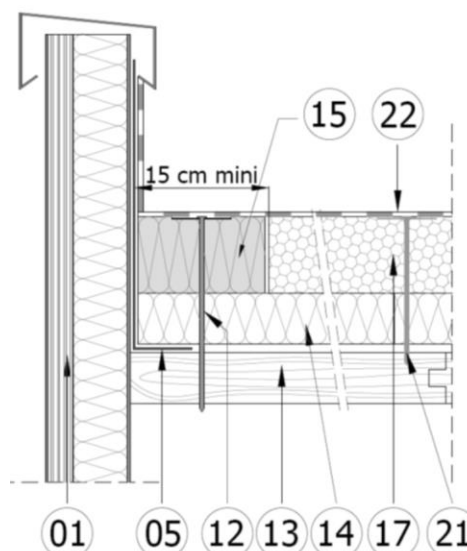


Figure 25b – Exemple de calfeutrement horizontal contre un mur

Le recouvrement est réalisé par un panneau de la Gamme Fesco® non revêtu⁽¹⁵⁾ d'épaisseur égale à celle du lit supérieur en panneau KNAUF Therm TTI Se⁽¹⁷⁾ et découpé sur une largeur minimale de 30 cm ; il est fixé mécaniquement dans l'élément porteur⁽¹³⁾ à raison d'une fixation⁽¹²⁾ par panneau isolant.

NB : le calfeutrement entre la paroi verticale et la sous-face de l'élément porteur⁽¹³⁾ ne fait pas partie du lot Étanchéité ; les documents particuliers du marché (DPM) identifient le lot concerné par ces travaux.

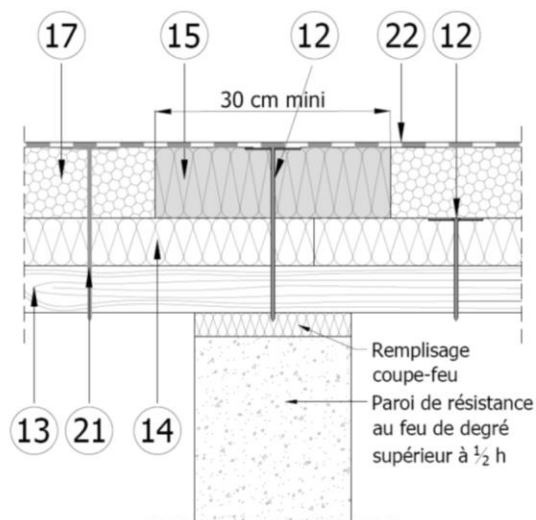


Figure 26a – Exemple de recouvrement au droit d'une paroi verticale de degré de résistance au feu supérieure à $\frac{1}{2}$ h

Le recouvrement est réalisé par un panneau de la Gamme Fesco® non revêtu⁽¹⁵⁾ d'épaisseur égale à celle du lit supérieur en panneau KNAUF Therm TTI Se⁽¹⁷⁾ et découpé sur une largeur minimale de 30 cm ; il est fixé mécaniquement dans l'élément porteur⁽¹³⁾ à raison d'une fixation⁽¹²⁾ par panneau isolant.

NB : l'écran de cantonnement ne fait pas partie du lot Étanchéité ; les documents particuliers du marché (DPM) identifient le lot concerné par ces travaux.

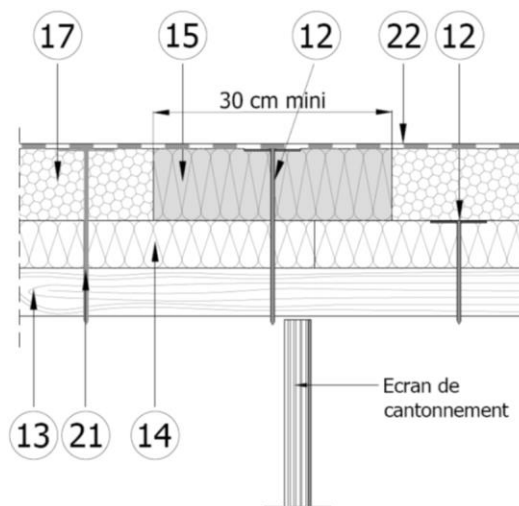


Figure 26b – Exemple de recouvrement au droit d'un écran de cantonnement