

Sur le procédé

Knauf termotoit

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

Titulaire(s) : 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
V3	<p>Cette version annule et remplace le DTA n°5.2/18-2622_V2. Elle intègre les modifications suivantes :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Ajout d'une couche d'indépendance facultative en voile de verre VV100, dans le cas de pose sous revêtements d'étanchéité bitumineux fixés mécaniquement. 2. Ajout des toitures terrasses végétalisée pour le panneau DDP RT LJ dans les conditions du tableau 7. 	MINON Anouk	DRIAT Philippe
V2	Prorogation d'un an	MINON Anouk	DRIAT Philippe

Descripteur :

Le Knauf Termotoit est un procédé d'isolation thermique disposé en deux ou trois lits d'épaisseur maximale totale de 360 mm avec un :

- Lit inférieur, utilisé comme écran thermique (*cf. § 2.2.2.1.1.*) :
 - en panneaux de laine de roche nue DDP RT LJ, à bords feuillurés sur leurs 4 côtés d'épaisseur minimum 60 mm.
 - en panneaux de laine de roche nue à bords droits et d'épaisseur minimum 40 mm de classe de compressibilité B ou C, bénéficiant d'un Document Technique d'Application en cours de validité favorable disposés en un ou deux lits (*cf. tableaux 7 et 8*);
- Lit supérieur en panneaux de polystyrène expansé KNAUF Therm TTI Se d'épaisseur totale 60 à 300 mm, de longueur x largeur 1200 x 1000 mm (ou 1770 x 1200 mm lorsqu'il est associé aux procédés Parasteel 42 et Parasteel 42 TFH).

Dans le cas des zones techniques lorsqu'il y a des bandes de recoupements, l'épaisseur totale maximale est limitée à 260 mm.

Table des matières

1.	Avis du Groupe Spécialisé	4
1.1.	Domaine d'emploi accepté	4
1.1.1.	Zone géographique	4
1.1.2.	Ouvrages visés	4
1.2.	Appréciation.....	4
1.2.1.	Aptitude à l'emploi du procédé.....	4
1.2.2.	Impacts environnementaux	5
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
2.1.4.	Conditionnement et stockage.....	8
2.2.	Description	8
2.2.1.	Principe	8
2.2.2.	Caractéristiques des composants.....	8
2.3.	Dispositions de conception	11
2.3.1.	Supports en bois massif ou en panneaux à base de bois	11
2.3.2.	Implantation des zones techniques	11
2.3.3.	Attelages de fixations mécaniques des panneaux isolants et/ou du revêtement.....	11
2.3.4.	Cas de la réfection.....	11
2.3.5.	Détermination de la résistance thermique de la toiture étanchée	11
2.4.	Dispositions de mise en œuvre.....	12
2.4.1.	Mise en œuvre des éléments porteurs	12
2.4.2.	Mise en œuvre du pare-vapeur.....	12
2.4.3.	Mise en œuvre des panneaux isolants	12
2.4.4.	Protection des tranches des panneaux de KNAUF Therm TTI Se au droit des relevés et émergences	14
2.4.5.	Mise en œuvre des couches de séparation chimique, d'indépendance et d'écran thermique.....	14
2.4.6.	Mise en œuvre des revêtements d'étanchéité	14
2.4.7.	Mise en œuvre des protections éventuelles	15
2.4.8.	Cas de la mise en œuvre du procédé en travaux de réfection	15
2.4.9.	Organisation de la mise en œuvre	15
2.5.	Entretien	15
2.6.	Assistance technique	15
2.7.	Principes de fabrication et de contrôle de cette fabrication	15
2.7.1.	Centres de fabrication	15
2.7.2.	Fabrication et contrôles.....	15
2.8.	Mention des justificatifs	15
2.8.1.	Résultats expérimentaux	15
2.8.2.	Références chantiers	16
2.9.	Tableaux du Dossier Technique	17
2.10.	Figures du Dossier Technique	23

1. Avis du Groupe Spécialisé

Le procédé décrit au chapitre 2 « Dossier Technique » ci-après a été examiné, le 17 mars 2025, par le Groupe Spécialisé 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 Knauf Termotoit est employé en France métropolitaine en climat de plaine ou de montagne.

1.1.2. Ouvrages visés

Le procédé Knauf Termotoit s'emploie en toitures terrasses comme support direct de revêtements d'étanchéité de toitures-terrasses et de toitures inclinées :

- Inaccessibles, sauf pour l'entretien normal de la toiture, avec chemins de circulation éventuels,
- Avec zones techniques protégées par dalles préfabriquées en béton sur couche de désolidarisation (sans chemin de nacelle),
- Terrasses et toitures végétalisées,

Le procédé Knauf Termotoit s'emploie sur des éléments porteurs :

- En tôles d'acier nervurées pleines, perforées ou crevées conformes au NF DTU 43.3 P1, ou à un Avis Technique favorable ;
- En tôles d'acier nervurées d'ouverture haute de nervure (Ohn) > 70 mm (et ≤ 200 mm) conformes au Cahier du CSTB 3537_V2 de janvier 2009 sous protection lourde rapportée ou avec revêtements d'étanchéité apparents fixés mécaniquement visant cet emploi ;
- En tôles d'acier nervurées conformes à un Document Technique d'Application permettant de dissimuler les fixations mécaniques en sous-face : Parasteel 42 ;
- En bois et panneaux à base de bois conformes au NF DTU 43.4 P1 ou à un Document Technique d'Application favorable.

Le procédé peut être utilisé (cf. tableaux 6 et 7) :

- En climat de plaine ou de montagne (sous porte-neige),
- En travaux neufs ou de réfection (à partir de l'élément porteur),
- Sur locaux à faible, moyenne ou forte hygrométrie, selon les NF DTU 43.3 P1 et NF DTU 43.4 P1,
- Sur locaux à très forte hygrométrie, selon le NF DTU 43.3 P1, uniquement avec le procédé Parasteel 42 TFH.

Les revêtements d'étanchéité sont posés :

- En indépendance sous protection lourde,
- En semi-indépendance par fixations mécaniques ou auto-adhésivité, apparents ou sous protection lourde.

L'assistance technique est assurée par la Société Knauf SAS.

Emploi en climat de montagne sous porte neige

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

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

Le porte-neige est toujours liaisonné à la charpente.

1.2. Appréciation

1.2.1. Aptitude à l'emploi du procédé

Sécurité au feu

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

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

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

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

Vis-à-vis du feu intérieur (cf. § 2.6.)

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 Knauf Termotoit au-dessus de certains locaux particuliers. Pour cet aspect, il faudra vérifier que les dispositions prévues dans les appréciations de laboratoire (APL) référencées au § 2.8.1 sont vérifiées. Ces APL sont disponibles sur demande auprès de la Société Knauf (cf. § 2.8.1. - Appréciation de laboratoire N° AL18-241).

Sécurité en cas de séisme

Selon la nouvelle réglementation sismique définie par :

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

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

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

Elle peut être normalement assurée.

Les fiches de données de sécurité sont disponibles auprès de la Société Knauf SAS.

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.

Acoustique

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

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

Les performances acoustiques du procédé Knauf Termotoit n'ont pas été évaluées.

Isolation thermique

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

Le paragraphe 2.2.2.1.4. du Dossier Technique donne les résistances thermiques des panneaux isolants certifiées par l'ACERMI pour l'année 2019. Il appartiendra cependant à l'utilisateur de vérifier que le certificat ACERMI est toujours valide ; faute de quoi, il y aurait lieu de se reporter aux Règles Th-Bât pour déterminer la résistance thermique utile de l'isolant.

Pour les constructions neuves qui entrent dans le champ d'application de la Réglementation Thermique 2005, la paroi dans laquelle est incorporé l'isolant support d'étanchéité Knauf Termotoit devra satisfaire aux exigences du tableau VIII du fascicule 1/5 « Coefficient $U_{bât}$ » des Règles Th-Bât, qui définit le coefficient (U_p) surfacique maximum admissible pour la paroi-toiture.

De plus, sur élément porteur en tôles d'acier nervurées, l'influence des fixations mécaniques des panneaux du procédé Knauf Termotoit, et du revêtement d'étanchéité fixé mécaniquement, 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.

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.

Durabilité

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

Entretien

Cf. les normes NF DTU série 43.

1.2.2. Impacts environnementaux

- Les panneaux DDP RT et DDP RT LJ ne font pas l'objet d'une Déclaration Environnementale (DE).
- Les panneaux Knauf Therm TTI Se font l'objet de Fiches de Déclaration Environnementale et Sanitaire (FDES). Ces FDES ont été établies en 2025 et font l'objet d'une vérification par une tierce partie indépendante selon l'arrêté du 31 août 2015 et sont déposées sur le site www.inies.fr.

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

1.3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

- a. Le Groupe attire l'attention sur le sens de pose des panneaux DDP RT d'épaisseur ≤ 55 mm. Sur éléments porteurs en tôles d'acier nervurées, la ligne continue imprimée sur ces panneaux doit être parallèle aux nervures des TAN (le sens longueur des panneaux doit être parallèle aux nervures des TAN).

2. Dossier Technique

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

2.1. Mode de commercialisation

2.1.1. Coordonnées

Titulaire : **Société Knauf SAS**
 Zone d'Activités, Rue Principale
 FR-68600 Wolfgantzen
 Tél. : 0 809 404 068
 E-mail : stk@knauf.com
 Internet : www.knauf.fr

Distributeurs : **Knauf Centre Est**
 Site Est
 Ungersheim (Haut-Rhin)
 Tél. : 03 89 26 69 00
 Fax 03 89 26 69 26

Knauf Ile-de France-Ouest

Site Ouest
 Cournon (Morbihan)
 Tél. 02 99 71 43 77
 Fax 02 99 71 40 49

Site Île-de-France
 Marolles-sur-Seine (Seine-et-Marne)
 Tél. : 01 64 70 52 00
 Fax 01 64 31 29 62

Knauf Sud

Site Sud-Ouest
 Colomiers (Haute-Garonne)
 Tél. : 05 61 15 94 15
 Fax 05 61 30 26 60

Site Sud-Est
 Rousset (Bouches-du-Rhône)
 Tél. : 04 42 29 11 11
 Fax 04 42 29 11 29

2.1.2. Mise sur le marché

Les produits relevant aux normes NF EN 13162 et NF EN 13163 sont soumis, pour leur mise sur le marché, aux dispositions de l'arrêté du 22 février 2002 portant application pour les produits d'isolation thermique manufacturés pour le bâtiment du décret n° 2012-1489 du 27 décembre 2012, concernant l'aptitude à l'usage des produits de construction.

Les caractéristiques des panneaux sont indiquées sur leur étiquette CE : cf. le Document Technique d'Application des panneaux de laine de roche et de polystyrène expansé.

2.1.3. Identification

Cf. le Document Technique d'Application des panneaux de laine de roche et de polystyrène expansé.

Les produits mis sur le marché portent le marquage CE accompagné des informations visées par l'annexe Z des normes NF EN 13162 et NF EN 13163.

2.1.4. Conditionnement et stockage

- Panneaux de laine de roche et panneaux DDP RT : se référer au Document Technique d'Application en cours de validité.

Cas du panneau DDP RT LJ :

Les panneaux sont emballés sous film polyéthylène thermo-rétracté en piles sur palette avec protection des arêtes verticales par cornière en carton. Chaque palette porte une étiquette précisant : la marque commerciale, les dimensions, la surface, la conductivité thermique et la résistance thermique déclarées, la réaction au feu (euroclasse), l'usine de fabrication, la date de fabrication, le marquage CE avec le numéro de certificat de conformité CE, le logo et le numéro de certificat ACERMI.

- Panneaux KNAUF Therm TTI Se : se référer au Document Technique d'Application du procédé « Knauf Therm TTI fixé mécaniquement » en cours de validité.

2.2. Description

2.2.1. Principe

Knauf Termotoit est un procédé d'isolation thermique disposé en deux ou trois lits d'épaisseur maximale totale de 360 mm avec un :

- Lit inférieur, utilisé comme écran thermique (cf. § 2.2.2.1.1. et 2.2.2.1.2 :
 - en panneaux de laine de roche nue à bords droits et d'épaisseur minimum 40 mm, de classe de compressibilité B ou C, bénéficiant d'un Document Technique d'Application, disposés en un ou deux lits (cf. tableaux 6 et 7), ou ;
 - en panneaux de laine de roche nue DDP RT LJ, à bords feuillurés sur leur 4 côtés et d'épaisseur 60 mm.
- Lit supérieur en panneaux de polystyrène expansé KNAUF Therm TTI Se d'épaisseur totale 60 à 300 mm, de longueur x largeur 1200 x 1000 mm (ou 1770 x 1200 mm lorsqu'il est associé aux procédés Parasteel 42 et Parasteel 42 TFH).

Dans le cas des zones techniques lorsqu'il y a des bandes de recouvrements, l'épaisseur totale maximale est limitée à 260 mm.

2.2.2. Caractéristiques des composants

2.2.2.1. Isolants

Le procédé Knauf Termotoit comporte deux ou trois lits d'isolants :

- Lit inférieur et lit supérieur aux points singuliers, en un ou deux lits : panneaux de laine de roche ou panneaux DDP RT ou DDP RT LJ (cf. tableaux 6 et 7 ;
- Lit supérieur en partie courante : panneaux KNAUF Therm TTI Se.

2.2.2.1.1. Panneaux de la gamme DDP RT

2.2.2.1.1.1. Panneaux DDP RT

Panneaux isolants non porteurs en laine de roche nue à bords droits et d'épaisseur minimum 40 mm, définis par leur Document Technique d'Application en cours de validité.

2.2.2.1.1.2. Panneaux DDP RT LJ

Panneaux isolants non porteurs en laine de roche nue à bords feuillurés sur leur 4 côtés et d'épaisseur 60 mm, dont les autres caractéristiques sont identiques à celles des panneaux DDP RT. Conformément au Règlement UE n° 2024/3110/UE (RPC), les panneaux DDP RT LJ font l'objet d'une Déclaration des performances (DdP), établie par le fabricant (société Knauf Insulation Sprl) sur la base de la norme NF EN 13162+A1. Les produits conformes à cette DdP sont identifiés par le marquage CE.

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

Caractéristiques indicatives du procédé Knauf Termotoit : voir *tableau 2* pour les panneaux de gamme DDP RT en lit inférieur et ceux de polystyrène expansé Knauf Therm TTI Se en lit supérieur.

2.2.2.1.2. Panneaux de laine de roche

Panneaux isolants non porteurs en laine de roche nue, définis par leur Document Technique d'Application conforme pour la destination de toiture.

2.2.2.1.3. Panneaux KNAUF Therm TTI Se

Panneaux isolants non porteurs de polystyrène expansé, définis par leur Document Technique d'Application « Knauf Therm TTI fixé mécaniquement » en cours de validité.

Dans le cas de la pose avec les procédés Parasteel 42 et Parasteel 42 TFH conformes à leur Document Technique d'Application, le format spécifique du panneau KNAUF Therm TTI Se est 1 770 x 1 200 mm.

2.2.2.1.4. Résistances thermiques

La résistance thermique utile d'isolation à prendre en compte pour le calcul des coefficients de déperdition thermique du procédé Knauf Termotoit est la somme des résistances thermiques de chaque lit de panneaux isolants figurant dans les certificats ACERMI en cours de validité en 2025. 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 Knauf Termotoit composé d'un lit inférieur de laine de roche DDP RT d'épaisseur 40 mm et d'un lit supérieur de KNAUF Therm TTI Se, la résistance thermique utile à prendre en compte pour le calcul des coefficients de déperdition thermique.

Le *tableau 5* donne pour l'épaisseur totale du procédé Knauf Termotoit composé d'un lit inférieur de laine de roche d'épaisseur 60 mm DDP RT LJ et d'un lit supérieur de KNAUF Therm TTI Se la résistance thermique utile à prendre en compte pour le calcul des coefficients de déperdition thermique.

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

2.2.2.2. Autres matériaux

2.2.2.2.1. Matériaux pour écrans pare-vapeur

L'écran pare-vapeur et son jointolement sont définis dans les NF DTU 43.3 P1-2 et NF DTU 43.4 P1-2 de référence, ou 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/Parasteel 42 TFH.

2.2.2.2.2. Couche de séparation chimique

Se reporter au Document Technique d'Application du revêtement d'étanchéité.

2.2.2.2.3. Écran d'indépendance

Dans le cas des revêtements d'étanchéité bitumineux fixés mécaniquement, mise en œuvre optionnelle d'une couche d'indépendance en voile de verre VV100, conforme aux DTU de la série 43, entre l'isolant Knauf Therm TTI Se et le revêtement d'étanchéité à sous-face bitumineuse afin de favoriser la démontabilité du complexe en fin de vie. Dans le cas des revêtements d'étanchéité posés en indépendance, l'écran d'indépendance est défini dans la fiche système du revêtement établi selon les Règles Professionnelles « Etanchéité sous protection lourde » ou dans le Document Technique d'Application du revêtement d'étanchéité.

2.2.2.2.4. Écran thermique sous le revêtement d'étanchéité

Pour les parties courantes :

- Feuille de bitume modifié par élastomère SBS, d'épaisseur minimale 2,5 mm, avec armature voile de verre et autoprotection minérale définie dans le Document Technique d'Application du revêtement,

ou

- Tout autre système décrit dans le Document Technique d'Application du revêtement d'étanchéité.

Pour les relevés et émergences :

- Ecran thermique de même nature qu'en partie courante,

ou

- Tout autre système décrit dans le Document Technique d'Application du revêtement d'étanchéité.

2.2.2.2.5. Revêtements d'étanchéité

On utilise :

- Les revêtements d'étanchéité indépendants sous protection lourde, conformes aux Règles Professionnelles « Etanchéité sous protection lourdes » ou faisant l'objet d'un Document Technique d'Application visant leur emploi sur polystyrène expansé ;
- Les revêtements d'étanchéité semi-indépendants fixés mécaniquement, apparents ou sous protection lourde, faisant l'objet d'un Document Technique d'Application visant leur emploi sur polystyrène expansé, et les revêtements d'étanchéité semi-indépendants autoadhésifs dont le DTA vise les panneaux KNAUF Therm TTI Se ;

2.2.2.2.6. Protections lourdes éventuelles du revêtement d'étanchéité

- Protection lourde meuble par granulats ;
- Protection lourde dure par dalles préfabriquées conformes aux NF DTU 43.3 P1-2 et NF DTU 43.4 P1-2 ;
- Systèmes de végétalisation définis par leurs Avis Techniques.

2.2.2.2.7. Fixations mécaniques

2.2.2.2.7.1. Attelages de fixations pour les panneaux de laine de roche du lit inférieur

Attelages de fixations mécaniques, 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*), de type " solide au pas ".

Aux *tableaux 6 et 7*, les attelages de fixations mécaniques de l'écran en panneaux de la gamme DDP RT sont métalliques.

2.2.2.2.7.2. Attelages de fixations pour le panneau KNAUF Therm TTI Se du lit supérieur

Attelages de fixations mécaniques, 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*), de type "solide au pas",

ou

- Attelages de fixations mécaniques solides au pas prescrits par le Document Technique d'Application du revêtement d'étanchéité fixé mécaniquement avec une plaquette de surface correspondant à une plaquette de $\varnothing \geq 70$ mm selon l'*e-Cahier du CSTB 3564*.

2.2.2.2.7.3. Attelages de fixations des panneaux de laine de roche en points singuliers

- a. Panneaux placés horizontalement par rapport à l'élément porteur. Les panneaux de laine de roche sont utilisés horizontalement, dans l'épaisseur du lit supérieur de polystyrène expansé. Les attelages de fixations mécaniques, solides au pas, sont identiques à ceux du § 2.2.2.2.7.1. décrits ci-dessus.

- b. Panneaux placés verticalement par rapport à l'élément porteur :

Les panneaux de laine de roche sont utilisés verticalement le long des reliefs (costières ...) :

Les attelages de fixations mécaniques, élément de liaison et plaquette, sont définis dans les NF DTU 43.3 P1-2 et NF DTU 43.4 P1-2 de référence, correspondant à l'élément porteur.

Aux *tableaux 6 et 7*, les attelages de fixations mécaniques de l'écran en panneaux de laine de roche sont métalliques.

2.2.2.2.7.4. Attelages de fixations pour le revêtement fixé mécaniquement

Les attelages de fixations mécaniques sont de type "solide au pas" et sont conformes au Document Technique d'Application du revêtement.

2.2.2.2.7.5. Fixations des costières métalliques

2.2.2.2.7.5.1. 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 § 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 (*cf. figures 10, 13 a et 13 b*) : La costière est placée sur le lit inférieur utilisé comme écran thermique, c'est-à-dire au-dessus des panneaux de laine de roche de classe C uniquement :

Les fixations sont conformes au NF DTU 43.3 P1-2, et l'élément de liaison, utilisé sans sa plaquette, est de type "solide au pas".

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.

La hauteur de la costière est limitée 450 mm.

Sont exclus, les supports en contre-bardage, les voûtes.

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

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

2.2.2.2.7.6. Attelages de fixation mécanique solides au pas

Le terme « solide au pas » s'applique à un attelage composé d'un élément de liaison et d'une plaquette de répartition servant à assurer la fixation mécanique d'un isolant sur un support. Cet attelage est muni d'un dispositif permettant d'éviter, en service, le désaffleurement de la tête de l'élément de liaison (par exemple vis) de la partie supérieure de la plaquette de répartition. Les attelages conformes à la norme NF P 30-317 répondent à cette caractéristique.

2.2.2.2.7.7. 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 laine de roche du premier lit inférieur,
- Le panneau KNAUF Therm TTI Se du deuxième lit,
- Les panneaux de laine de roche en points singuliers,
- Le revêtement fixé mécaniquement,
- Les costières métalliques, sont conformes au Document Technique d'Application du procédé Parasteel 42/Parasteel 42 TFH.

2.3. Dispositions de conception

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

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

Pour les autres cas, le Document Technique d'Application du support à base de bois doit indiquer les conditions de mise en œuvre du procédé d'étanchéité : mode(s) de liaisonnement du revêtement sur le support, choix des attelages de fixation mécanique des panneaux isolants, limite au vent extrême du système selon les Règles NV 65 modifiées.

2.3.2. Implantation des zones techniques

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

2.3.3. Attelages de fixations mécaniques des panneaux isolants et/ou du revêtement

- a. L'emploi d'attelages de fixations mécaniques pour la liaison des panneaux isolants, et/ou celle du revêtement d'étanchéité, doit être précédé d'une vérification systématique des valeurs d'ancrage des fixations envisagées dans le cas de supports en bois et panneaux dérivés du bois, conformément au CPT Commun de l'e-Cahier du CSTB 3564 de juin 2006.

- b. L'usage de fixation mécanique est exclu au-dessus de locaux à très forte hygrométrie ($\frac{W}{n} > 7,5 \text{ g/m}^3$), sauf dans le cas du procédé Knauf Termotoit associé au procédé Parasteel 42 TFH

2.3.4. Cas de la réfection

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

2.3.5. Détermination de la résistance thermique de la toiture étanchée

Les modalités de calcul du coefficient de déperdition par transmission U_p d'une toiture sont données dans les Règles ThBât de la Réglementation Thermique.

Pour le calcul de la résistance thermique utile de la toiture, il faut prendre en compte la résistance thermique utile totale des deux panneaux telle que définie au § 2.2.2.1.4.

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

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

avec :

U_c : coefficient de déperdition de la toiture en partie courante, sans ponts thermiques intégrés,

$\Delta U_{\text{fixation}}$: coefficient majorateur de déperdition de la toiture, dû aux ponts thermiques intégrés créés par les fixations.

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

dans laquelle :

c_{fixation} : coefficient ponctuel du pont thermique intégré, en W/K, défini par le fascicule 4/5 des Règles Th-Bât,

A : surface totale de la paroi, en m².

Le *tableau 3* donne les valeurs du coefficient majorateur $\Delta U_{\text{fixation}}$ en fonction du nombre total de fixations au mètre carré.

Exemple d'un calcul thermique

Hypothèse de la construction de la toiture : bâtiment fermé et chauffé, à Arques (62) (zone climatique H1)		avec $U_c = \frac{1}{\sum R}$
- toiture plane avec résistances superficielles ($R_{si} + R_{se} = 0,14 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$)	⇒	0,140 $\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$
- élément porteur TAN pleine d'épaisseur 0,75 mm - panneau DDP RT LJ d'épaisseur 60 mm ($R_{utile} = 1,55 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$) - panneau KNAUF Therm TTI Se d'épaisseur 300 mm ($R_{utile} = 8,45 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$) - étanchéité bicouche bitumineuse d'épaisseur 5 mm	} }	10,022 $\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$
$\Delta U_{\text{fixation}}$ pour 4 fixations mécaniques $\varnothing 4,8 \text{ mm}$ au m^2 , d'où un coefficient majorateur = 0,02 $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$		
Le coefficient de transmission surfacique global de la toiture : $U_p = U_c + \Delta U_{\text{fixation}} = 0,10 + 0,02 = 0,12 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$		

2.4. Dispositions de mise en œuvre**2.4.1. Mise en œuvre des éléments porteurs**

En travaux neufs, les éléments porteurs en tôles d'acier nervurées sont mis en œuvre selon le NF DTU 43.3 P1 ou leur Document Technique d'Application, et pour les éléments porteurs en bois et panneaux à base de bois selon le NF DTU 43.4 P1 ou selon leur Document Technique d'Application.

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.

2.4.2. Mise en œuvre du pare-vapeur

Sur élément porteur en tôles d'acier nervurées :

- Tôles perforées ou crevées, dans le cas de locaux à faible ou moyenne hygrométrie, le pare-vapeur est mis en œuvre :
 - Soit conformément au NF DTU 43.3 P1-1,
 - Soit conformément au Cahier CSTB 3537_V2
 - Soit selon les dispositions décrites dans les Documents Techniques d'Application des revêtements d'étanchéité.

Lorsqu'il est intercalé entre le lit inférieur de panneaux de laine de roche utilisé comme écran thermique, et le lit supérieur de panneaux KNAUF Therm TTI Se :

Un écran d'indépendance en voile de verre VV 100 est déroulé sur les tôles d'acier nervurées perforées ou crevées, avec des recouvrements de 0,10 m,

La règle du 1/3 -2/3 devra être respectée, soit au maximum 1/3 de la résistance thermique totale de la paroi pourra être réalisée en laine de roche sous le pare-vapeur. En zone très froide, la règle du 1/4 - 3/4 devra être respectée.

- Tôles pleines, dans le cas de locaux à forte hygrométrie, le pare-vapeur est mis en œuvre :
 - Soit conformément au NF DTU 43.3 P1-1,
 - Soit conformément au Cahier CSTB 3537_V2,
 - Soit selon les dispositions décrites dans les Documents Techniques d'Application des revêtements d'étanchéité.
- Tôles pleines, dans le cas de locaux à très forte hygrométrie, le pare-vapeur est mis en œuvre selon les dispositions décrites dans l'Avis technique du procédé Parasteel 42 TFH.

Sur élément porteur en 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 les Documents Techniques d'Application des revêtements d'étanchéité.

2.4.3. Mise en œuvre des panneaux isolants**2.4.3.1. Domaine d'emploi**

Les modes de mise en œuvre des panneaux isolants en association avec les revêtements d'étanchéité sont résumés aux *tableaux* 6 à 8 en fin de Dossier Technique.

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

2.4.3.2.1. 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 lit inférieur en panneaux de laine de roche sont recouverts à l'avancement par les panneaux du lit supérieur de KNAUF Therm TTI Se. Ces derniers sont fixés mécaniquement dans l'élément porteur à raison de 1 fixation minimum (§ 2.2.2.2.7.1.) au centre de chaque panneau.

- Dans le cas des panneaux DDP RT d'épaisseur 40 à 55 mm, la ligne continue imprimée sur ces panneaux doit être parallèle aux nervures des tôles d'acier nervurées, conformément à leur Document Technique d'Application.
- Dans le cas de revêtement d'étanchéité fixés mécaniquement, le deuxième lit de panneaux est fixé mécaniquement dans l'élément porteur à raison de 1 fixation minimum (§ 2.2.2.2.7.1.) au centre de chaque panneau.
- Dans le cas de revêtement d'étanchéité semi-indépendant par auto-adhésivité sur le 2ème lit de panneaux KNAUF Therm TTI Se, ces panneaux sont fixés mécaniquement pour résister au vent conformément à leur Document Technique d'Application.

2.4.3.2.2. Spécificités de pose

Les panneaux de laine de roche en lit inférieur sont posés avec une fixation préalable (§ 2.2.2.2.7.1.).

Les feuillures des panneaux DDP RT LJ qui sont au contact des costières (de rive, lanterneaux etc.) sont découpées sur chantier à la scie égoïne sur leur largeur. Les panneaux sont posés jointifs et en quinconce, à joints alignés perpendiculaires aux nervures des tôles d'acier nervurées (figure 2). Ils sont fixés mécaniquement dans le support à raison de 1 fixation métallique minimum au centre de chaque panneau (§ 2.2.2.2.7.1.).

Aux noues, façtages et arêtiers, les rives de panneaux DDP RT LJ sont découpées de façon à ce que les bords des panneaux soient en contact (figures 3a, 3b, 3c et 3d). Une tôle de liaison en acier galvanisé de 0,75 mm d'épaisseur nominale (norme NF P 34-310), en 0,20 m de développé, pliée au centre, est fixée sur chaque aile à la jonction entre les tôles d'acier nervurées tous les 0,50 m, lorsque celles-ci reposent sur deux appuis, conformément au NF DTU 43.3 P1 (figures 3c et 3d).

Les bandes de calfeutrement et de recouvrement sont fournies découpées à dimensions ou sont découpées dans des panneaux de laine de roche. Elles sont fixées mécaniquement dans le support (tôle d'acier nervurée ou costière) à l'aide des attelages de fixation définis au § 2.2.2.2.7.3.a et à raison de 1 fixation minimum par bande.

Les panneaux placés verticalement par rapport à l'élément porteur sont fournis découpés à dimensions ou sont découpés dans des panneaux de laine de roche. Ils sont fixés mécaniquement dans le support (costière, lanterneau, exutoire) à l'aide des attelages de fixation définis au § 2.2.2.2.7.3.b et à raison de 1 fixation minimum par panneau.

Les costières dont l'aile horizontale repose directement sur le dessus des panneaux de laine de roche, utilisés comme écran thermique, sont fixées mécaniquement dans la tôle d'acier nervurée à l'aide de fixations définies au § 2.2.2.2.7.5.1.b ; les fixations s'effectuent en quinconce au moins tous les 0,50 m dont une au droit des recouvrements (figures 10, 13a et 13b).

Exemples de jonctions : voir tableau 10 et figures suivantes :

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

Dans le cas particulier des éléments porteurs en tôles d'acier nervurées permettant de masquer les fixations mécaniques en sous-face, la largeur des bandes de recouvrement ≥ 30 cm devra être déterminée afin que chaque bande de recouvrement puisse être fixée mécaniquement

2.4.3.2.3. Spécificités de pose en très forte hygrométrie uniquement avec le procédé Parasteel 42 TFH

- Dans le cas de revêtement fixé mécaniquement des procédés Parasteel 42 et Parasteel 42 TFH conformes à leur DTA :
 - Premier lit inférieur en panneaux de laine de roche : une fixation préalable par panneau dans chaque « nervure caisson ».
 - Deuxième lit en KNAUF Therm TTI Se de format spécifique 1770 x 1200 : 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 conformes à leur DTA :
 - Premier lit inférieur en panneaux de laine de roche : une fixation préalable par panneau dans chaque « nervure caisson ».
 - Deuxième lit en KNAUF Therm TTI Se de format spécifique 1770 x 1 200 : dix fixations au moins par panneau à raison de cinq fixations au moins dans chacune des deux « nervures caisson ».

Exemples de jonctions :

Mise en œuvre du procédé Knauf Termotoit avec les procédés Parasteel 42 et Parasteel 42 TFH (figure 17).

2.4.3.3. Mise en œuvre des panneaux sur élément porteur en bois et panneaux à base de bois**2.4.3.3.1. Généralités de pose**

Les panneaux de chaque lit sont posés jointifs conformément au NF DTU 43.4 P1-1, en quinconce, et à joints décalés ou selon le Document Technique d'Application.

Les panneaux du lit inférieur en panneaux de laine de roche sont recouverts à l'avancement par les panneaux du lit supérieur de KNAUF Therm TTI Se. Ces derniers sont fixés mécaniquement dans l'élément porteur à raison de 1 fixation minimum au centre de chaque panneau (§ 2.2.2.2.7.2.).

2.4.3.3.2. Spécificités de pose

Les panneaux du lit inférieur sont :

- Posés libres ou ;
- Fixés mécaniquement dans l'élément porteur à raison de 1 fixation métallique minimum au centre de chaque panneau (§ 2.2.2.2.7.1.).

Les bords des éléments porteurs en bois et panneaux à base de bois qui ne sont pas supportés comportent un usinage rainure et languette.

Les bandes de calfeutrement et de recouvrement sont fournies découpées à dimensions ou sont découpées dans des panneaux de laine de roche. Elles sont fixées mécaniquement dans l'élément porteur à l'aide des attelages de fixation définis au § 2.2.2.2.7.3.a et à raison de 1 fixation métallique minimum par bande.

Les panneaux placés verticalement par rapport à l'élément porteur sont fournis découpés à dimensions ou sont découpés dans des panneaux laine de roche. Ils sont fixés mécaniquement dans le support (costière, lanterneau, exutoire) à l'aide des attelages de fixation définis au § 2.2.2.2.7.3.b.

Exemples de jonctions : voir *tableau 11* et *figures* suivantes :

- Raccordement des panneaux de laine de roche en noue, faitage et arêtier (*figures 18a, 18b, 18c et 18d*)
- Calfeutrement autour d'une évacuation d'eaux pluviales tronconique (*figure 19*),
- Calfeutrement sur fourreau de conduit ou gaine métallique (*figure 20*),
- Calfeutrement de conduit ou gaine métallique avec costière (*figure 21*),
- Costière de joint de dilatation (*figure 22*),
- Costière métallique contre un mur (*figure 23*),
- Costière métallique isolée contre un mur (*figure 24*),
- Calfeutrement, costière métallique contre un mur (*figures 25a et 25b*),
- Recouvrement au droit d'un mur (*figure 26a*) et d'un écran de cantonnement (*figure 26b*).

2.4.4. 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 ouverte, les tranches des panneaux de KNAUF Therm TTI Se sont protégées au droit des relevés et émergences par une équerre rapportée (voir § 2.2.2.2.4.) développé 0,50 m ou selon les dispositions du Document Technique d'Application des revêtements d'étanchéité.

2.4.5. Mise en œuvre des couches de séparation chimique, d'indépendance et d'écran thermique

Sous revêtement d'étanchéité utilisant la soudure à la flamme ouverte entre couches, mise en œuvre de l'écran thermique (§ 2.2.2.2.4.) à recouvrements de 10 cm, selon le Document Technique d'Application du revêtement. La mise en œuvre de l'écran thermique n'est pas requise si :

- la première couche du revêtement comporte un joint de recouvrement adapté tel que décrit dans le Document Technique d'Application du revêtement,
- ou lorsque le lit supérieur d'isolant est constitué de panneaux en laine de roche nus.

Sous revêtement d'étanchéité synthétique, mise en œuvre de la couche de séparation chimique (§ 2.2.2.2.2.) à recouvrements, selon le Document Technique d'Application du revêtement.

Sous revêtement d'étanchéité bitumineux fixé mécaniquement, mise en œuvre du voile de verre (§ 2.2.2.2.3.) à recouvrements afin d'assurer l'indépendance entre la sous-face bitumineuse du revêtement d'étanchéité et les panneaux Knauf Therm TTI Se. Pour d'autres revêtements, les écrans d'indépendance et/ou de protection thermique ou chimique sont décrits dans le Document Technique d'Application du revêtement.

2.4.6. Mise en œuvre des revêtements d'étanchéité

Le revêtement d'étanchéité est mis en œuvre par fixation mécanique, par auto-adhésivité ou en indépendance sous protection lourde.

La mise en œuvre du revêtement d'étanchéité ainsi que les limites de pente d'emploi et d'exposition aux effets du vent, sont conformes au Document Technique d'Application particulier, ou à l'Avis Technique de la protection par végétalisation extensive.

2.4.7. Mise en œuvre des protections éventuelles

- Protection lourde meuble par granulats ;
- Protection lourde dure par dalles préfabriquées mises en œuvre conformément aux NF DTU 43.3 P1 et NF DTU 43.4 P1 ;
- Système de végétalisation extensive mis en œuvre conformément à son Avis Technique. Ce système doit être admis par le Document Technique d'Application du revêtement d'étanchéité et du procédé d'isolation utilisé concernant le respect de la pression maximale admissible.

2.4.8. 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 et du § 2.4.3.3. pour les caractéristiques de l'élément porteur en bois et panneaux à base de bois.

2.4.9. Organisation de la mise en œuvre

Elle est réalisée par des entreprises d'étanchéité qualifiées.

2.5. Entretien

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

2.6. Assistance technique

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

Assistance technique vis-à-vis de la sécurité incendie

À la demande de l'entrepreneur, le titulaire de l'Avis Technique doit apporter son 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.

2.7. Principes de fabrication et de contrôle de cette fabrication

2.7.1. Centres de fabrication

- Panneaux DDP RT et DDP RT LJ : se référer au Document Technique d'Application DDP RT en cours de validité.
- Panneaux KNAUF Therm TTI Se : se référer au Document Technique d'Application du procédé « Knauf Therm TTI fixé mécaniquement » en cours de validité.

2.7.2. Fabrication et contrôles

- Panneaux DDP RT et DDP RT LJ : se référer au Document Technique d'Application DDP RT en cours de validité.

Cas du panneau DDP RT LJ : les 4 côtés du panneau DDP RT sont usinés en usine aux dimensions (cf. *figure 1*). Les panneaux sont fabriqués exclusivement dans l'usine de Queensferry (Royaume-Uni).

- Panneaux KNAUF Therm TTI Se : se référer au Document Technique d'Application du procédé « Knauf Therm TTI fixé mécaniquement » en cours de validité.
- Classe de compressibilité C à 60 °C du système d'isolation en 2 lits composé d'un panneau DDP RT d'épaisseur 40 mm et d'un panneau KNAUF Therm TTI Se d'épaisseur 60 mm : 1 fois par an

2.8. Mention des justificatifs

2.8.1. Résultats expérimentaux

Se référer aux Documents Techniques d'Application des panneaux de laine de roche, des panneaux DDP RT et des panneaux KNAUF Therm TTI Se.

- Rapport d'essai acoustique du CSTB n° AC03-087/1 et extension n° 08/1 des 13 juin 2003 et 22 octobre 2008 ;
- Rapport d'essais du CSTB n° R2EM-ETA-12-26040195-1 du 23 avril 2013 : identification - Classe de compressibilité B à 80 °C et C à 60 °C- comportement sous charge maintenue : panneaux DDP RT et KNAUF Therm TTI Se ;
- Rapport d'essais APPLUS n°18-16445-260 du 13 avril 2018 : identification - Classe de compressibilité B à 80 °C et C à 60 °C : panneaux DDP RT ;
- Rapport d'essais APPLUS n°19-20285-2073 du 05 octobre 2019 : identification - Classe de compressibilité C à 60 °C : panneaux DDP RT LJ (60 mm) et KNAUF Therm TTI Se (60 mm) ;

- Appréciation de laboratoire du CSTB N°AL18-241 du 08/04/2019.

2.8.2. Références chantiers

Le procédé Knauf Termotoit a été appliqué depuis 2003 sur plus de 1,5 million de m² de toitures.

2.9. Tableaux du Dossier Technique

Caractéristiques	Valeurs spécifiées	Unités	Référence
Longueur hors tout (L)	2 000 ± 2	mm	EN 822
Longueur utile	1 980 ± 2	mm	EN 822
Largeur hors tout (l)	1 200 ± 2	mm	EN 822
Largeur utile	1 180 ± 2	mm	EN 822
Épaisseur standard	60 -1, +3	mm	EN 823
Bords : feuillures 4 côtés à mi-épaisseur	largeur 20 ± 2	mm	

*Autres caractéristiques : cf certificat ACERMI n° 08/016/473 et DTA du panneau DDP RT en épaisseur 60 mm.

Tableau 1 – Caractéristiques du panneau DDP RT LJ*

Caractéristiques	Valeurs	Référence
Classe de compressibilité		
<ul style="list-style-type: none"> Panneau DDP RT d'épaisseur 40 mm + panneau KNAUF Therm TTI Se d'épaisseur 60 mm (1) Panneau DDP RT d'épaisseur 60 mm + panneau KNAUF Therm TTI Se d'épaisseur 300 mm (1) Bandes de recoupement DDP RT d'épaisseur 360 (60+3x100) mm (2) 	Classe B (20 kPa à 80 °C, sous revêtement d'étanchéité apparent)	Cahier du CSTB 2662_V2 juillet 2010
<ul style="list-style-type: none"> Panneau DDP RT d'épaisseur 40 mm + panneau KNAUF Therm TTI Se d'épaisseur 60 mm (1) Panneau DDP RT d'épaisseur 60 mm + panneau KNAUF Therm TTI Se d'épaisseur 300 mm (1) Panneau DDP RT LJ d'épaisseur 60 mm + panneau KNAUF Therm TTI Se d'épaisseur 60 mm (3) Bandes de recoupement DDP RT d'épaisseur 360 (60+3x100) mm (2) 	Classe C (40 kPa à 60 °C, sous revêtement d'étanchéité sous protection lourde)	
Charge ponctuelle		
Panneau DDP RT d'épaisseur 60 mm + panneau KNAUF Therm TTI Se d'épaisseur 300 mm	20 kPa (4)	Cahier du CSTB 3669-V2 décembre 2014
Réaction au feu		
<ul style="list-style-type: none"> Tôle d'acier nervurée pleine ou perforée Avec ou sans voile de verre ou pare-vapeur voile de verre-aluminium 1 lit inférieur en panneau de laine de roche classé A1, de masse volumique nominale 130 kg/m³ ± 15 % d'épaisseur minimale 40 mm, fixé mécaniquement Avec ou sans voile de verre ou pare-vapeur voile de verre-aluminium 2^{ème} lit en panneau KNAUF Therm TTI Se d'épaisseur minimale 20 mm, fixé mécaniquement 	B-s1,d0 (5)	NF EN 13 501-1 et NF EN 15715

(1) Rapport d'essais CSTB n° R2EM-ETA-12-26040195-1.
(2) Rapport d'essais APPLUS n°18-16445-260
(3) Rapport d'essais APPLUS n°19-20285-2073
(4) Charge déterminée à partir de l'essai de poinçonnement à 50 °C pour une déformation maximale de 2 mm à 100 000 h.
(5) Rapport de classement de réaction CSTB n° RA22-0223.

Tableau 2 – Caractéristiques indicatives du procédé Knauf Termotoit

Diamètre Vis	χ _{fixation} (W/K)	ΔU _{fixation} (W/(m ² .K))											
		Nombre de fixations au m ²											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4,8 mm	0,006	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,04	0,04	0,05	0,05	0,06	0,07	0,07
6,3 mm	0,008	0,01	0,02	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10

Tableau 3 – Coefficients majorateurs ΔU_{fixation}

Épaisseur (mm)	100 (40 + 60)	105 (40+65)	110 (40+70)	115 (40+75)	120 (40+80)	125 (40+85)	130 (40+90)	135 (40+95)	140 (40+100)	145 (40+105)
R_{UTILE} (1) (m ² .K/W)	2,70	2,85	3,00	3,15	3,30	3,45	3,55	3,70	3,85	4,00
Masse surfacique (2) (kg/m ²)	8,2	8,3	8,4	8,5	8,6	8,7	8,8	8,9	9,0	9,1
Épaisseur (mm)	150 (40+110)	155 (40+115)	160 (40+120)	165 (40+125)	170 (40+130)	175 (40+135)	180 (40+140)	185 (40+145)	190 (40+150)	195 (40+155)
R_{UTILE} (1) (m ² .K/W)	4,15	4,25	4,40	4,55	4,70	4,85	5,00	5,10	5,25	5,40
Masse surfacique (2) (kg/m ²)	9,2	9,3	9,4	9,5	9,6	9,7	9,8	9,9	10,0	10,1
Épaisseur (mm)	200 (40+160)	205 (40+165)	210 (40+170)	215 (40+175)	220 (40+180)	225 (40+185)	230 (40+190)	235 (40+195)	240 (40+200)	245 (40+205)
R_{UTILE} (1) (m ² .K/W)	5,55	5,70	5,85	5,95	6,10	6,25	6,40	6,55	6,65	6,80
Masse surfacique (2) (kg/m ²)	10,2	10,3	10,4	10,5	10,6	10,7	10,8	10,9	11,0	11,1
Épaisseur (mm)	250 (40+210)	255 (40+215)	260 (40+220)	265 (40+225)	270 (40+230)	275 (40+235)	280 (40+240)	285 (40+245)	290 (40+250)	295 (40+255)
R_{UTILE} (1) (m ² .K/W)	6,95	7,10	7,25	7,40	7,50	7,65	7,80	7,95	8,10	8,25
Masse surfacique (2) (kg/m ²)	11,2	11,3	11,4	11,5	11,6	11,7	11,8	11,9	12,0	12,1
Épaisseur (mm)	300 (40+260)	305 (40+265)	310 (40+270)	315 (40+275)	320 (40+280)	325 (40+285)	330 (40+290)	335 (40+295)	340 (40+300)	
R_{UTILE} (1) (m ² .K/W)	8,35	8,50	8,65	8,80	8,95	9,10	9,20	9,35	9,50	
Masse surfacique (2) (kg/m ²)	12,2	12,3	12,4	12,5	12,6	12,7	12,8	12,9	13,0	
(1) Somme des résistances thermiques certifiées ACERMI de chaque isolant.										
(2) Somme des masses surfaciques moyennes de chaque isolant.										

Tableau 4 – Résistances thermiques utiles et masses surfaciques du procédé Knauf Termotoit
Exemple en DDP RT épaisseur 40 mm + KNAUF Therm TTI Se épaisseur 60 à 300 mm

Épaisseur (mm)	120 (60+60)	125 (60+65)	130 (60+70)	135 (60+75)	140 (60+80)	145 (60+85)	150 (60+90)	155 (60+95)	160 (60+100)	165 (60+105)
R_{UTILE} (1) (m ² .K/W)	3,20	3,35	3,50	3,65	3,80	3,95	4,05	4,20	4,35	4,50
Masse surfacique (2) (kg/m ²)	9,3	9,4	9,5	9,6	9,7	9,8	9,9	10,0	10,1	10,2
Épaisseur (mm)	170 (60+110)	175 (60+115)	180 (60+120)	185 (60+125)	190 (60+130)	195 (60+135)	200 (60+140)	205 (60+145)	210 (60+150)	215 (60+155)
R_{UTILE} (1) (m ² .K/W)	4,65	4,75	4,90	5,05	5,20	5,35	5,50	5,60	5,75	5,90
Masse surfacique (2) (kg/m ²)	10,3	10,4	10,5	10,6	10,7	10,8	10,9	11,0	11,1	11,2
Épaisseur (mm)	220 (60+160)	225 (60+165)	230 (60+170)	235 (60+175)	240 (60+180)	245 (60+185)	250 (60+190)	255 (60+195)	260 (60+200)	265 (60+205)
R_{UTILE} (1) (m ² .K/W)	6,05	6,20	6,35	6,45	6,60	6,75	6,90	7,05	7,15	7,30
Masse surfacique (2) (kg/m ²)	11,3	11,4	11,5	11,6	11,7	11,8	11,9	12,0	12,1	12,2
Épaisseur (mm)	270 (60+210)	275 (60+215)	280 (60+220)	285 (60+225)	290 (60+230)	295 (60+235)	300 (60+240)	305 (60+245)	310 (60+250)	315 (60+255)
R_{UTILE} (1) (m ² .K/W)	7,45	7,60	7,75	7,90	8,00	8,15	8,30	8,45	8,60	8,75
Masse surfacique (2) (kg/m ²)	12,3	12,4	12,5	12,6	12,7	12,8	12,9	13,0	13,1	13,2
Épaisseur (mm)	320 (60+260)	325 (60+265)	330 (60+270)	335 (60+275)	340 (60+280)	345 (60+285)	350 (60+290)	355 (60+295)	360 (60+300)	
R_{UTILE} (1) (m ² .K/W)	8,85	9,00	9,15	9,30	9,45	9,60	9,70	9,85	10,00	
Masse surfacique (2) (kg/m ²)	13,3	13,4	13,5	13,6	13,7	13,8	13,9	14,0	14,1	
(1) Somme des résistances thermiques certifiées ACERMI de chaque isolant.										
(2) Somme des masses surfaciques moyennes de chaque isolant.										

**Tableau 5 – Résistances thermiques utiles et masses surfaciques du procédé Knauf Termotoit
Exemple en DDP RT LJ épaisseur 60 mm + KNAUF Therm TTI Se épaisseur 60 à 300 mm**

Élément porteur	Support isolant (1)		Revêtement d'étanchéité sous protection lourde			Revêtement d'étanchéité apparent	
			indépendant	semi-indépendant		semi-indépendant	
				par auto-adhésivité (3)	par fixation mécanique	par auto-adhésivité (3)	par 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	- panneau de laine de roche d'ép. 40 à 100 mm (2), posé en un lit ou en deux lits à joints croisés - ou panneau de laine de roche DDP RT LJ d'ép. 60 mm	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI
	2 ^{ème} lit	- <u>Partie courante</u> : Knauf Therm TTI Se d'ép. 60 à 300 mm - <u>Bande de recoupement et de calfeutrement</u> : panneau de laine de roche (2) ép. 40 à 300 mm					
Tôles d'acier nervurées d'ouverture haute de nervure > 70 mm et ≤ 200 mm conformes au Cahier du CSTB 3537_V2 de janvier 2009	1 ^{er} lit	- panneau de laine de roche (2) d'épaisseur minimale conforme à son DTA et d'épaisseur maximale 100 mm, posé en un lit ou en deux lits à joints croisés	OUI	OUI	OUI		OUI
	2 ^{ème} lit	- <u>Partie courante</u> : Knauf Therm TTI Se d'ép. 60 à 300 mm - <u>Bande de recoupement et de calfeutrement</u> : panneau de laine de roche (2) d'ép. 40 à 300 mm					
Bois ou panneaux à base de bois conforme au NF DTU 43.4 ou à un Document Technique d'Application	1 ^{er} lit	panneau de laine de roche d'épaisseur 40 à 100 mm (2) posé en un lit ou en deux lits à joints croisés	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI
	2 ^{ème} lit	- <u>Partie courante</u> : Knauf Therm TTI Se d'ép. 60 à 300 mm - <u>Bande de recoupement et de calfeutrement</u> : panneau de laine de roche (2) d'ép. 40 à 300 mm					

(1) Epaisseur totale maximale des deux lits de 360 mm.
(2) Panneaux définis par un DTA en cours de validité visant l'élément porteur de ce tableau.
(3) Selon le DTA du revêtement d'étanchéité.

Tableau 6 – Domaine d'emploi du procédé Knauf Termotoit en toitures inaccessibles

Élément porteur	Support isolant (1) (4)		Revêtement d'étanchéité sous protection lourde (3)		
			Indépendant	semi-indépendant	
				par auto-adhésivité	par 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	- panneau de laine de roche de classe C (2) d'ép. 40 à 100 mm, posé en un lit ou en deux lits à joints croisés - ou panneau de laine de roche DDP RT LJ d'épaisseur 60 mm ou panneau de laine de roche DDP RT d'ép. 40 mm	OUI	OUI	OUI
	2 ^{ème} lit	- <u>Partie courante</u> : Knauf Therm TTI Se d'ép. 60 à 300 mm - <u>Bande de recoupement et de calfeutrement</u> : panneau de laine de roche de classe C (2) d'ép. 40 à 300 mm			
Tôles d'acier nervurées d'ouverture haute de nervure > 70 mm et ≤ 200 mm conformes au CPT 3537_V2 de janvier 2009	1 ^{er} lit	panneau de laine de roche de classe C (2) d'épaisseur minimale conforme à son DTA et d'épaisseur maximale 100 mm, posé en un lit ou en deux lits à joints croisés	OUI	OUI	OUI
	2 ^{ème} lit	- <u>Partie courante</u> : Knauf Therm TTI Se d'ép. 60 à 300 mm - <u>Bande de recoupement et de calfeutrement</u> : panneau de laine de roche de classe C (2) d'ép. 40 à 300 mm			
Bois ou panneaux à base de bois conforme au NF DTU 43.4 ou à un Document Technique d'Application	1 ^{er} lit	panneau de laine de roche de classe C (2) d'ép. 40 à 100 mm posé en un lit ou en deux lits à joints croisés	OUI	OUI	OUI
	2 ^{ème} lit	- <u>Partie courante</u> : Knauf Therm TTI Se d'ép. 60 à 300 mm - <u>Bande de recoupement et de calfeutrement</u> : panneau de laine de roche de classe C (2) d'ép. 40 à 300 mm			

(1) Epaisseur totale maximale des deux lits de 360 mm
(2) Panneau défini par les Règles Professionnelles « Isolants supports d'étanchéité en indépendance sous protection lourde » de juillet 2024 ou bénéficiant d'un un DTA visant l'élément porteur de ce tableau et l'emploi en toitures-terrasses végétalisées, techniques ou à zones techniques.
(3) Selon les Règles Professionnelles « Etanchéité sous protection lourde » ou le DTA du revêtement d'étanchéité et l'Avis Technique de la végétalisation dans le cas des toitures végétalisées.
(4) Dans le cas des zones techniques lorsqu'il y a des bandes de recouvrements, l'épaisseur totale maximale est limitée à 260 mm.

Tableau 7 – Domaine d'emploi du procédé Knauf Termotoit en toitures-terrasses et toitures végétalisées, toitures-terrasses techniques ou à zones techniques protégées par dalles préfabriquées selon les NF DTU 43.3 P1 et NF DTU 43.4 P1

Lits	Support isolant	Revêtement d'étanchéité sous protection lourde			Revêtement d'étanchéité apparent	
		indépendant	semi-indépendant		semi-indépendant	
			par auto-adhésivité	par fixation mécanique	par auto-adhésivité	par fixation mécanique
1 ^{er} lit	Panneau de laine de roche définis au §2.2.2.1.1 et au §2.2.2.1.2	- Pose libre sur élément porteur en bois et panneaux à base de bois ou - 1 attelage de fixation mécanique préalable par panneau				
2 ^{ème} lit	Panneau Knauf Therm TTI Se	Fixation préalable (1) ou (2)	Fixations mécaniques (3) (7)	Fixation préalable (1) ou (2)	Fixations mécaniques (4) (7)	Fixation préalable (1) ou (2)
	Bandes de recouvrement et de calfeutrement en panneaux de laine de roche	Fixation préalable (5)	Fixation préalable (6)	Fixation préalable (5)	Fixation préalable (6)	Fixation préalable (5)

(1) 1 attelage de fixation mécanique préalable au moins par panneau.
(2) La densité d'attelages de fixations mécaniques est définie dans les DTA des procédés Parasteel 42/Parasteel 42 TFH.
(3) Répartition des fixations mécaniques des panneaux conformément aux dispositions des NF DTU 43.3 P1 et NF DTU 43.4 P1.
(4) Répartition des fixations mécaniques des panneaux conformément aux dispositions du NF DTU 43.3 P1 ($70 \text{ mm} \leq Ohn$), 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 ($Ohn > 70 \text{ mm}$) 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 recouvrement et de calfeutrement, 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.
(7) 10 attelages de fixation mécanique au moins par panneau KNAUF Therm TTI Se de 1 200 x 1 700 à raison de 5 attelages au moins dans chaque caisson des procédés Parasteel 42 et Parasteel 42 TFH conformément à leurs Documents Techniques d'Application.

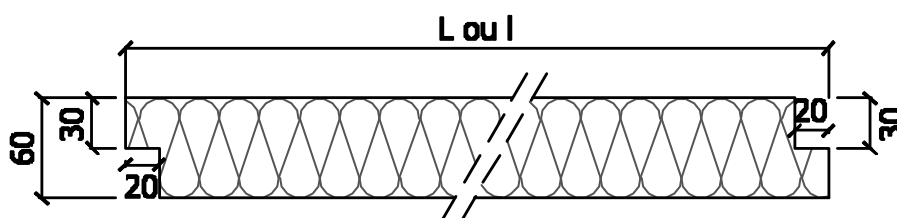
Tableau 8 – Mise en œuvre des panneaux isolants selon § 2.4.3. du Dossier Technique

2.10. Figures du Dossier Technique

A) Élément porteur en tôle d'acier nervurée en toitures inaccessibles (cf. Tableau 6)

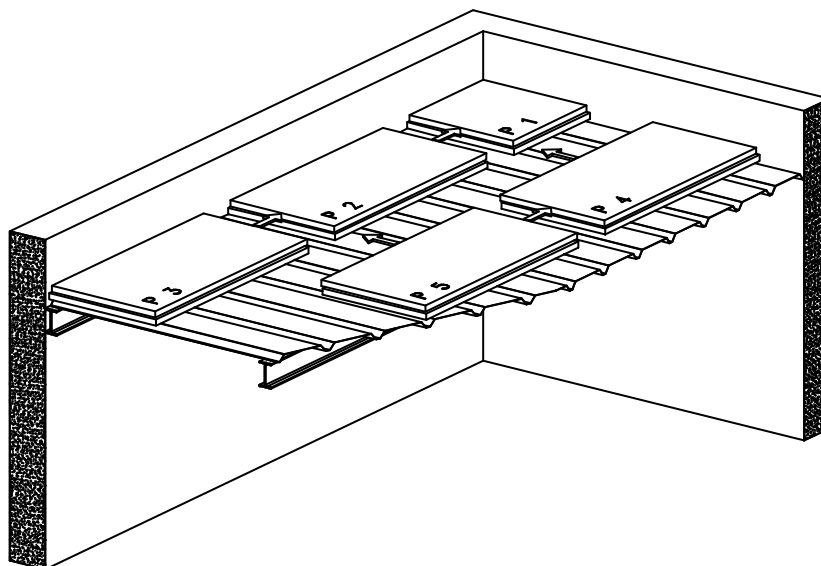
N°	Désignation
01	Paroi verticale
02	Poteau métallique, bois ou béton
03	Élément porteur en tôle d'acier nervurée
04	Appui de l'élément porteur
05	Costière métallique fixée sur l'élément porteur
06	Écran thermique en DDP RT LJ d'épaisseur minimale 60 mm
06b	Ecran thermique de laine de roche de classe C d'épaisseur minimale 40 mm
07	Isolant thermique KNAUF Therm TTI Se d'épaisseur 30 à 300 mm
08	Bande de calfeutrement ou de recouvrement en panneau de laine de roche, en panneau DDP RT ou DDP RT LJ avec feuillures découpées, en un ou plusieurs lits d'épaisseur minimale 60 mm
09	Isolant d'Euroclasse A2, S2-d0 au moins
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 aux § 2.2.2.2.7.1. et au § 2.2.2.2.7.3. des panneaux (06) (08)
15	Panneau ou bande de calfeutrement vertical de laine de roche d'épaisseur minimale 40 mm,
18	Baïonnette
20	Tôle d'acier nervurée permettant de dissimuler les fixations mécaniques en sous-face
21	Fixation mécanique définie au § 2.2.2.2.7.2. des panneaux (07)
22	Revêtement d'étanchéité apparent
23	Fixation mécanique (métallique) définie au § 2.2.2.2.7.5.1. b de la costière (05)

Tableau 9- Nomenclature des repères sur les figures



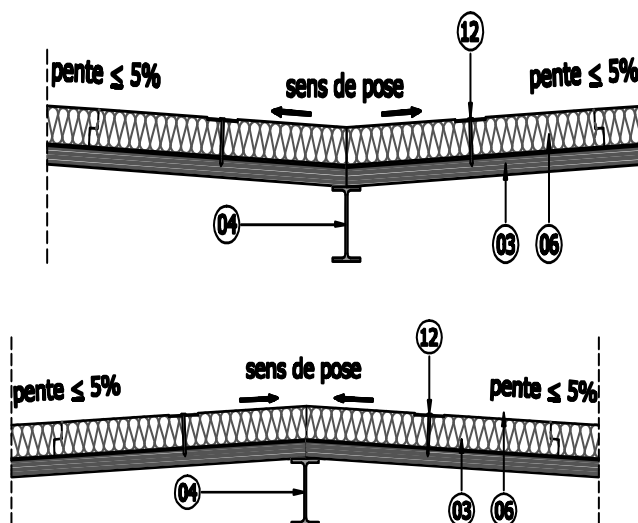
Les feuillures se trouvent à l'intérieur des dimensions extérieures du panneau DDP RT LJ, longueur (L) × largeur (l)

Figure 1 - Coupe de principe sur le panneau DDP RT LJ d'épaisseur 60 mm



Les feuillures du 1^{er} lit en panneaux DDP RT LJ sont découpées en angle, sur 2 côtés (P1) et en rives, sur un côté (P2, P3 et P4)

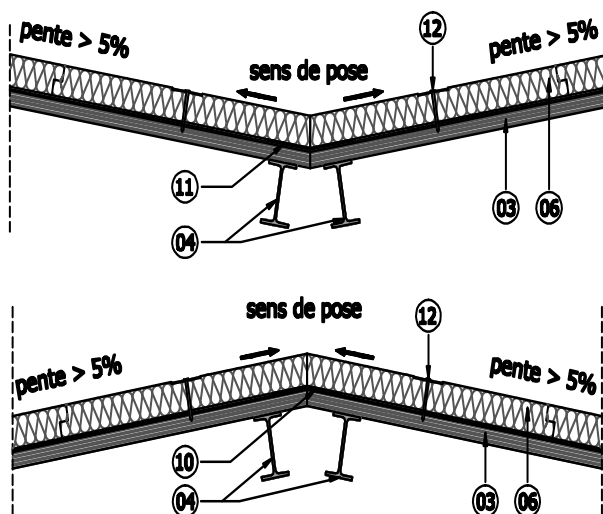
Figure 2 – Schéma de pose du premier lit en panneaux DDP RT LJ



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

Figure 3a – Raccordement des panneaux DDP RT LJ en noue - appui simple

Figure 3b – Raccordement des panneaux DDP RT LJ en faitage et arêtier - appui simple



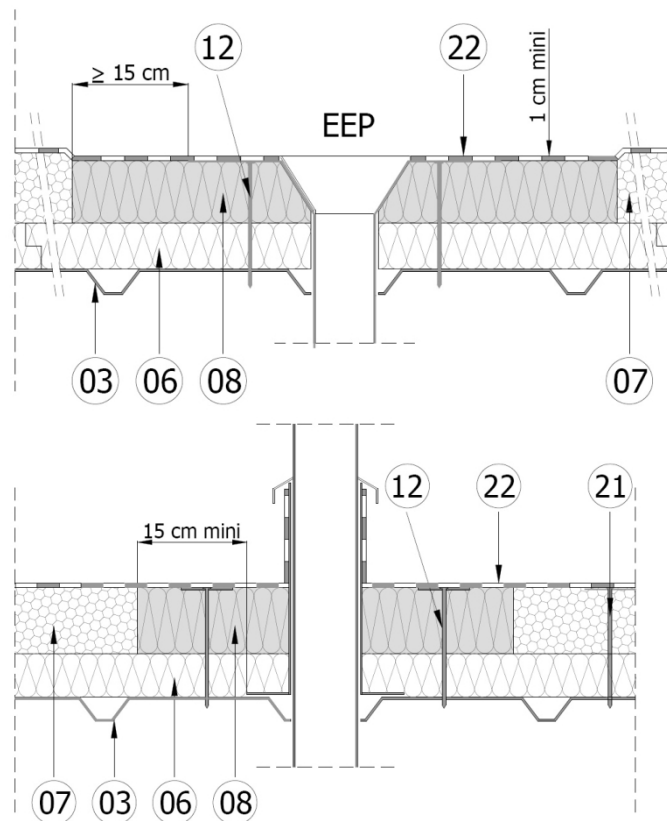
La mise en œuvre d'une tôle de liaison (10 - 11), quelle que soit la largeur du joint des éléments porteurs au faite ou en noue, est obligatoire sur deux appuis selon le NF DTU 43.3.P1-1. Cette tôle de liaison (10 - 11) est placée au-dessus de l'élément porteur (03), sous l'éventuel pare-vapeur ou écran anti-poussière et est fixée dans l'élément porteur (03) selon le NF DTU 43.3 P1-1.

Les panneaux DDP RT LJ (06) sont fixés mécaniquement dans l'élément porteur (03) à raison d'une fixation (12) par panneau.

Figure 3c – Raccordement des panneaux DDP RT LJ en noue - appuis doubles

Figure 3d – Raccordement des panneaux DDP RT LJ en faitage et arêtier - appuis doubles

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

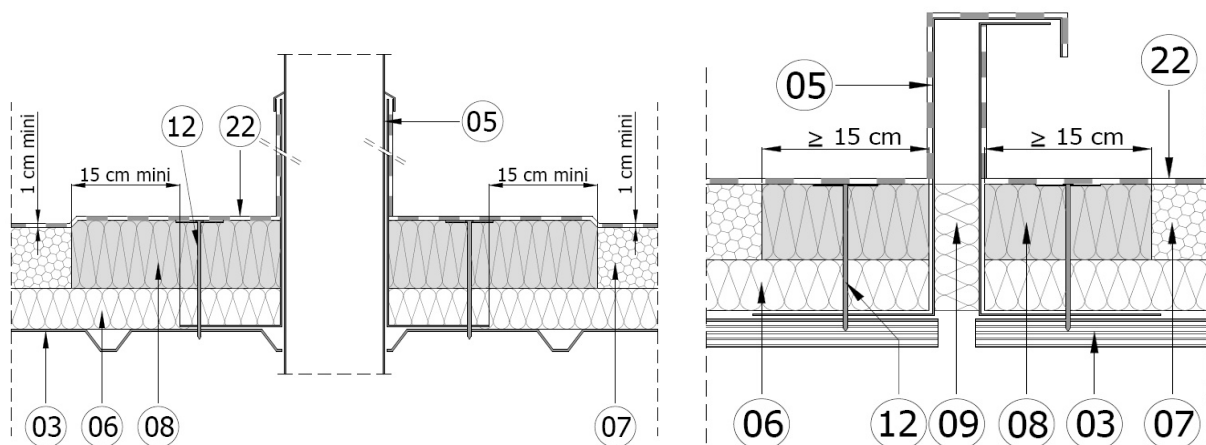


Le calfeutrement autour de l'entrée d'eau pluviale est réalisé par un panneau de laine de roche (08) d'épaisseur inférieure d'au moins 1 cm à celle du lit supérieur en panneau KNAUF Therm TTI Se (07) et découpé sur une largeur dépassant de 15 cm au moins le bord de la platine d'entrée d'eau pluviale ; 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 laine de roche (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

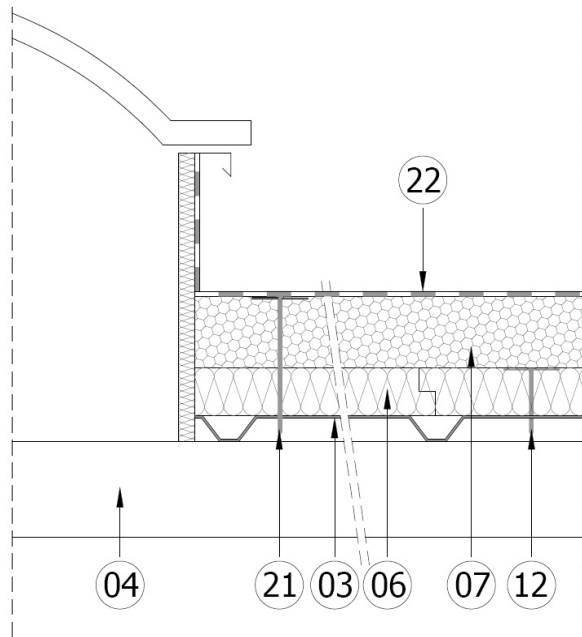


Le calfeutrement autour d'un conduit ou gaine métallique traversant la toiture est réalisé par un panneau de laine de roche (08) d'épaisseur supérieure d'au moins 1 cm à celle du lit supérieur en panneau KNAUF Therm TTI Se (07) et découpé sur une largeur dépassant de 15 cm au moins le bord de la costière 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

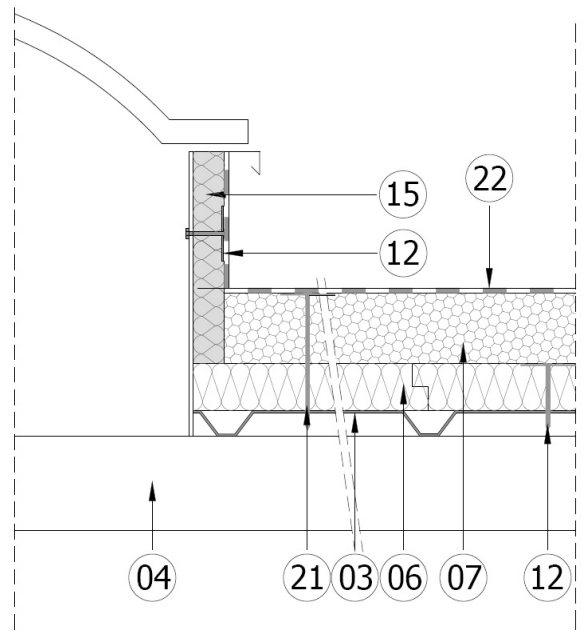
L'espace situé entre les deux costières métalliques peut être laissé vide selon le NF DTU 43.3 P1, ou être comblé par un isolant compressible (09) de classe A2, s2-d0 au moins. L'aile horizontale de chaque costière métallique (05) est fixée dans l'élément porteur TAN conformément au NF DTU 43.3 P1. Le calfeutrement est réalisé, de part et d'autre du joint, par un panneau laine de roche (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



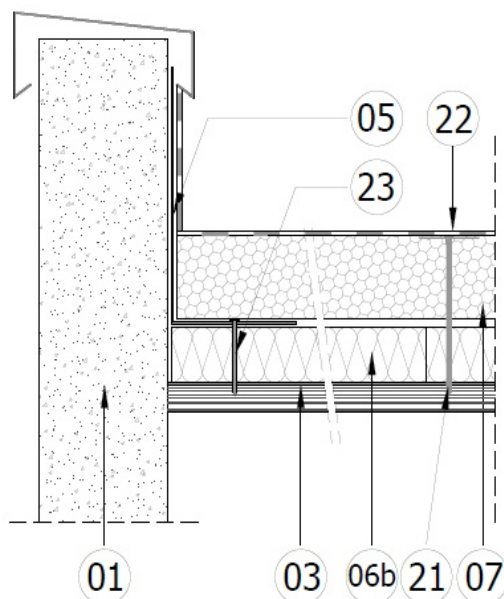
Le lit supérieur en panneau KNAUF Therm TTI Se (07) est en contact avec la costière pré-isolée.

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 laine de roche (15), ou en perlite expansée (fibrée), de résistance thermique déclarée minimale conforme à sa norme produit, est fixé mécaniquement (12) (§ 2.2.2.2.7.3b) dans la costière métallique ou lanterneau ou exutoire.

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

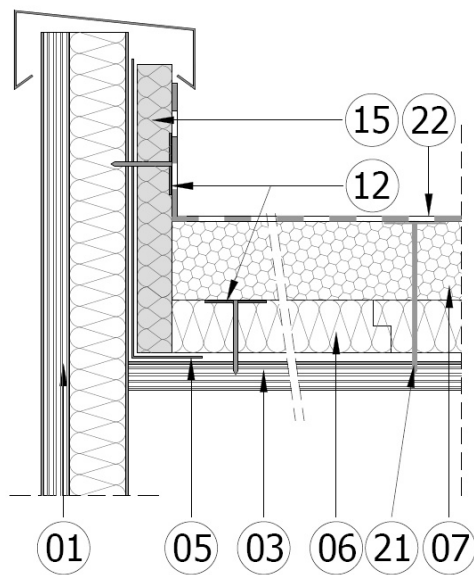


L'aile horizontale de la costière métallique (05) est placée au-dessus du panneau de laine de roche classe C (06b) formant écran thermique ; elle est fixée dans l'élément porteur (03) selon le NF DTU 43.3 P1.

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 sur le premier lit de laine de roche contre un mur



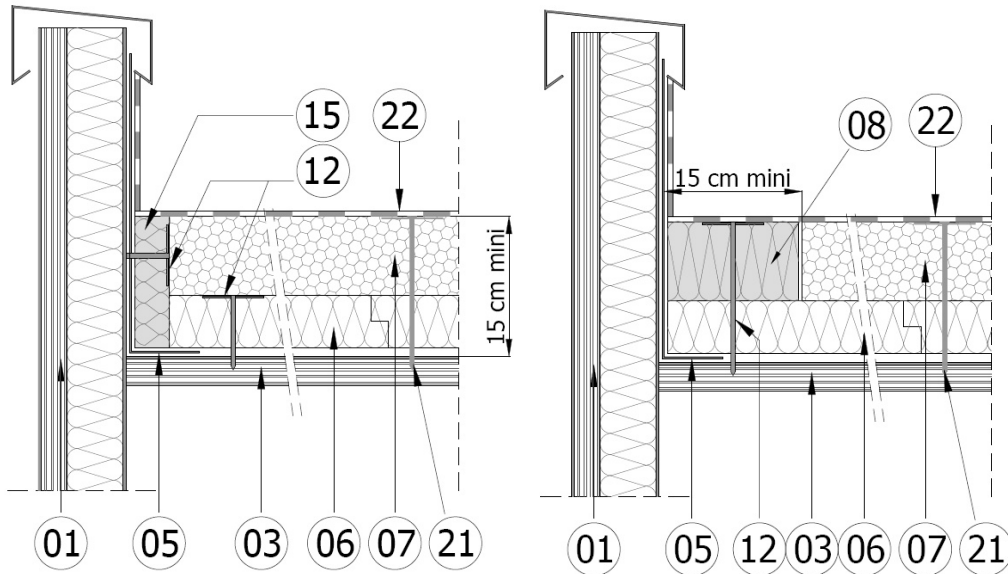
Le panneau vertical de laine de roche (15), est fixé mécaniquement (12)

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 laine de roche (15), 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.

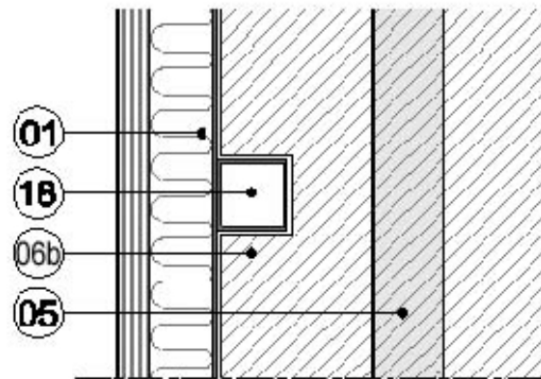
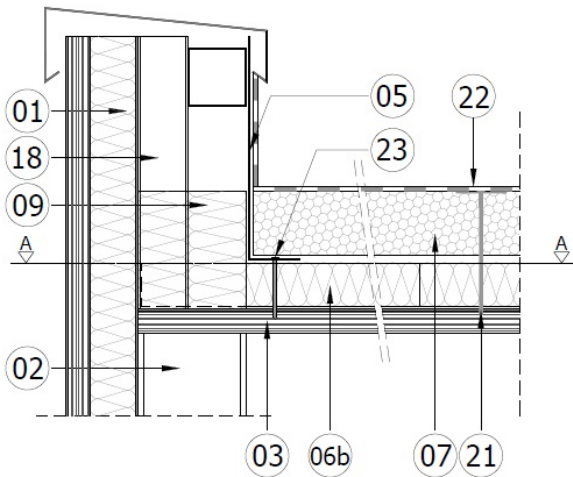
L'aile horizontale de la costière métallique (05) est fixée dans l'élément porteur (03) conformément au NF DTU 43.3 P1.
Exemple de paroi verticale intérieure (01) visée : bardage métallique.

Figure 12a – Exemple de calfeutrement vertical contre un mur

Le calfeutrement est réalisé par un panneau de laine de roche (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



Coupe A-A

L'espace situé entre la costière métallique et la paroi verticale est comblé par le panneau de laine de roche de classe C (06b) 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-s,d0.

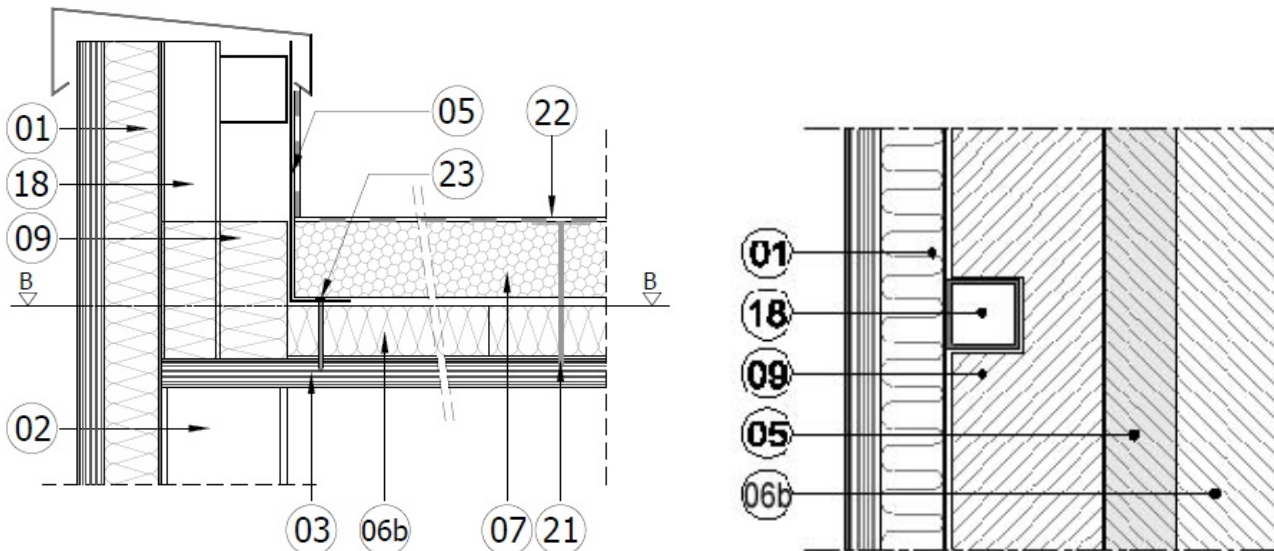
NB : ce calfeutrement ne fait pas partie du lot étanchéité ; les documents particuliers du marché (DPM) identifient le lot concerné par ces travaux.

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

L'aile horizontale de la costière métallique (05) est placée au-dessus du panneau de laine de roche de classe C (06b) 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.

Figure 13a – Exemple de costière métallique sur le premier lit de laine de roche de classe C 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 complément d'isolation ne fait pas partie du lot Étanchéité; les documents particuliers du marché (DPM) identifient le lot concerné par ces travaux.

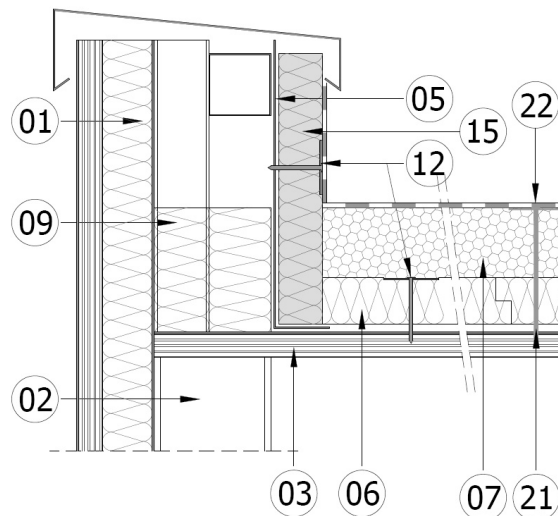
Exemple de paroi verticale intérieure (01) visée : maçonnerie, béton, bardage métallique ou non, bois etc.

Coupe B-B

L'aile horizontale de la costière métallique (05) est placée au-dessus du panneau de laine de roche de classe C (06b) 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.

Figure 13b – Exemple de costière métallique placée sur le premier lit de laine de roche de classe C aligné au droit de la costière



L'espace situé entre la costière métallique et la paroi verticale est comblé par un isolant (09) de classe A2,s2-d0 au moins, d'épaisseur minimale 60 mm.

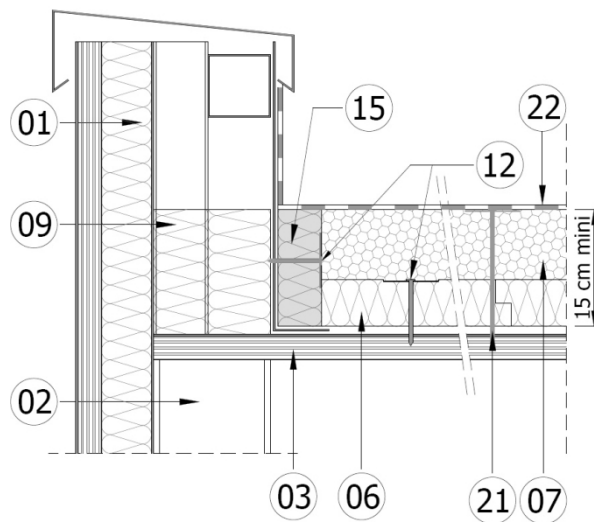
NB : Ce calfeutrement ne fait pas partie du lot étanchéité ; les documents particuliers du marché (DPM) identifient le lot concerné par ces travaux.

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 laine de roche est fixé mécaniquement (12) dans l'aile verticale de la costière (05).

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

Figure 14 – Exemple de costière métallique isolée contre des baïonnettes



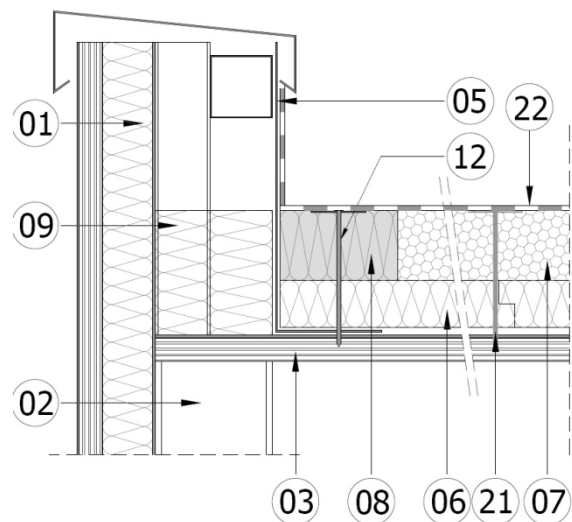
L'espace situé entre la costière métallique et la paroi verticale est comblé par un isolant (09) de classe A2, s2-d0 au moins, d'épaisseur minimale 60 mm.

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 laine de roche (15), 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.

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 baïonnettes



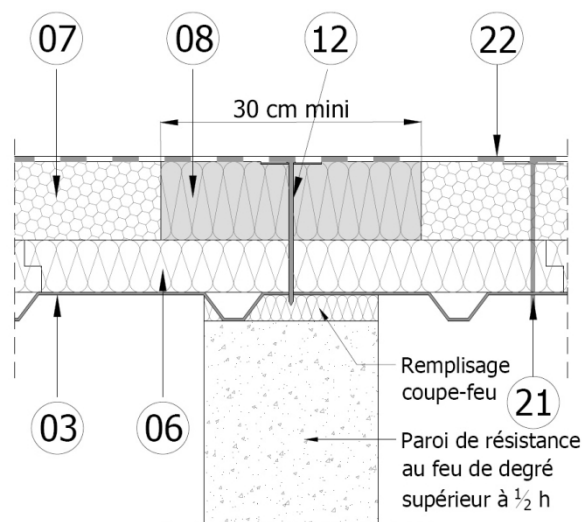
L'espace situé entre la costière métallique et la paroi verticale est comblé par un isolant (09) de classe A2, s2-d0 au moins, d'épaisseur minimale 60 mm.

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 laine de roche (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.

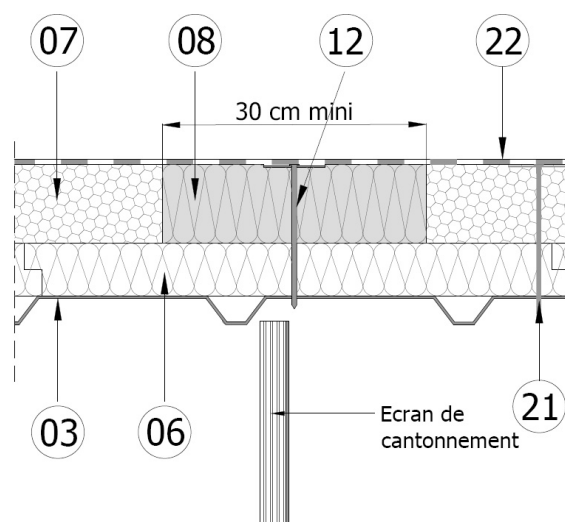
Figure 15b – Exemple de calfeutrement horizontal, costière métallique contre des baïonnettes



Le recouvrement est réalisé par un panneau de laine de roche (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.

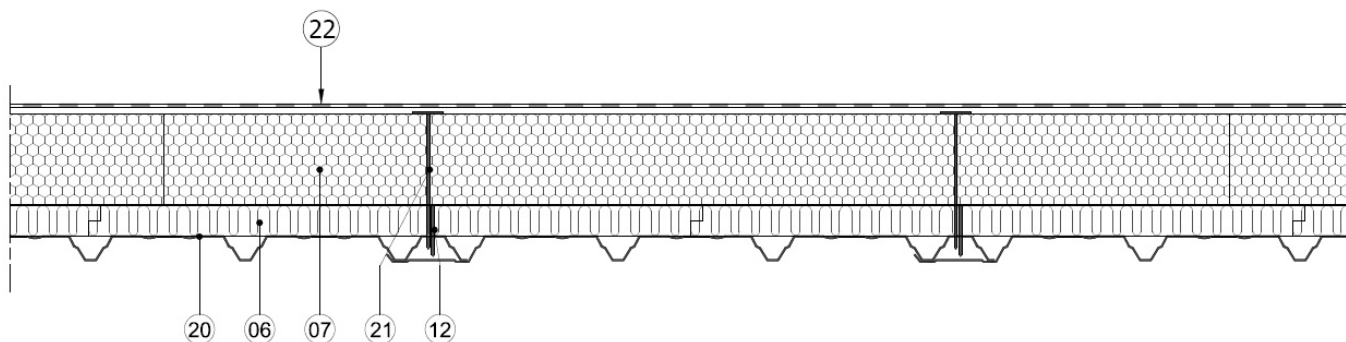
Figure 16a – Exemple de recouvrement au droit d'une paroi verticale



Le recouvrement est réalisé par un panneau laine de roche (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 16b – Exemple de recouvrement au droit d'un écran de cantonnement



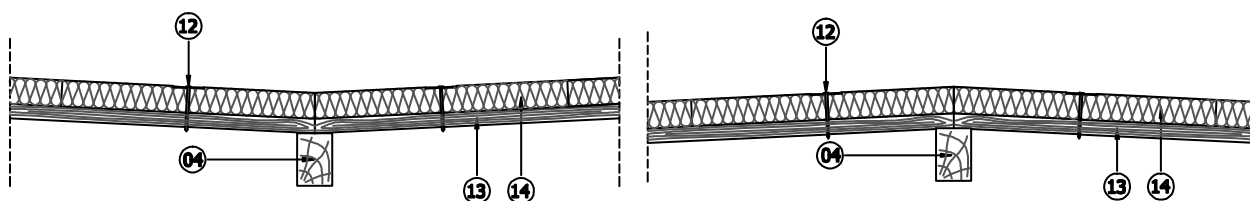
Chaque panneau DDP RT LJ est fixé (12) dans chaque « nervure caisson » de la tôle d'acier nervurée (20). Chaque panneau KNAUF Therm TTI Se (07) de format spécifique 1 770 × 1 200 mm est fixé (21) dans chaque « nervure caisson » de la tôle d'acier nervurée (20).

Figure 17 – Exemple de mise en œuvre du procédé Knauf Termotoit sur tôle d'acier nervurée avec les procédés Parasteel 42 et Parasteel 42 TFH

B) Élément porteur en bois et panneaux à base de bois en toitures inaccessibles (cf. Tableau 6)

Tableau 10 – Nomenclature des repères sur les figures

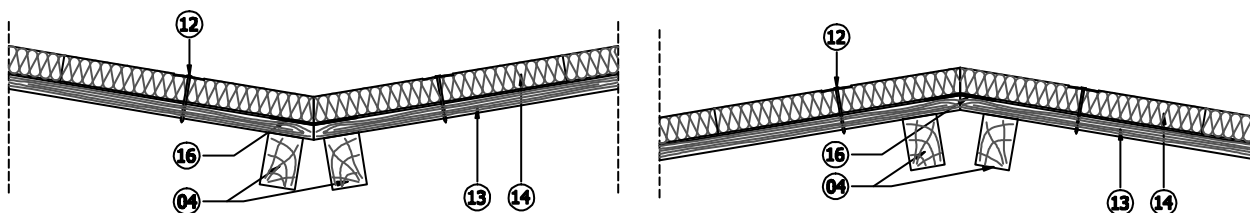
N°	Désignation
01	Paroi verticale
04	Appui de l'élément porteur
05	Costière métallique fixée sur l'élément porteur
09	Isolant euroclasse A2, S2-d0 au moins
12	Fixation mécanique (métallique) définie au § 2.2.2.2.7.1. et au § 2.2.2.2.7.3. des panneaux
13	Élément porteur en bois et panneaux à base de bois
14	Écran thermique en panneau de laine de roche DDP RT d'épaisseur minimale 40 mm
15	Bande de calfeutrement ou de recouvrement ou panneau vertical en laine de roche, 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 60 à 300 mm
21	Fixation mécanique définie au § 2.2.2.2.7.2. des panneaux (07)
22	Revêtement d'étanchéité



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

Figure 18a – Raccordement des panneaux de laine de roche en noue - appui simple

Figure 18b – Raccordement des panneaux de laine de roche en faîte et arêtier - appui simple



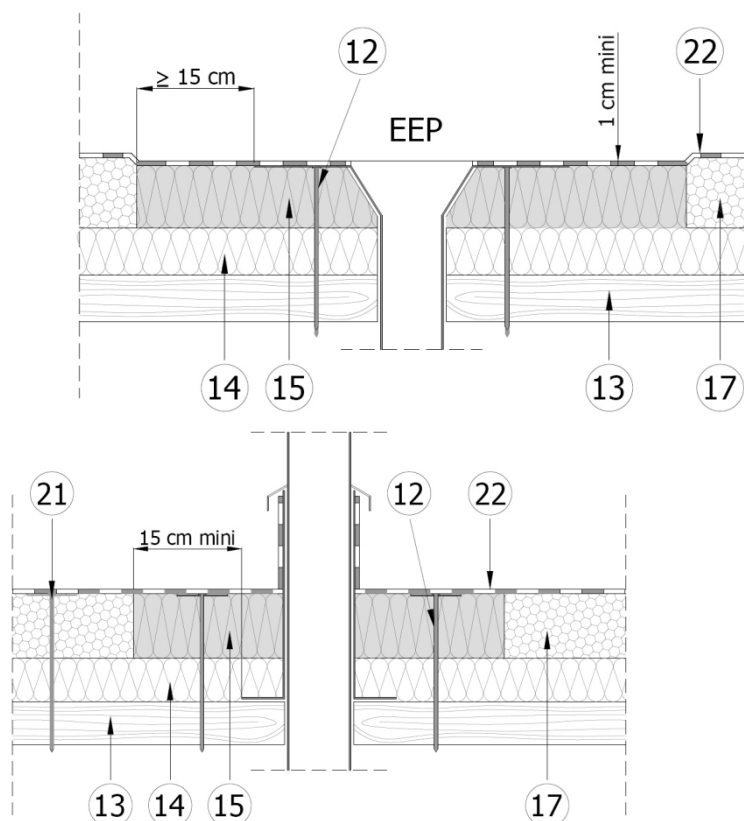
Une bande métallique (16) est placée et fixée au-dessus de l'élément porteur, sous le pare-vapeur, la mise en œuvre de cette bande métallique (quelle que soit la largeur du joint du joint des éléments métalliques au faîte ou en noue) est obligatoire sur deux appuis.

Les panneaux de laine de roche (14) sont fixés mécaniquement dans l'élément porteur (13) à raison d'une fixation (12) par panneau

Figure 18c – Raccordement des panneaux de laine de roche en noue - appuis doubles

Figure 18d – Raccordement des panneaux de laine de roche en faîte et arêtier - appui double

Figures 18 – exemple de dispositions en faitages, arêtiers et noues

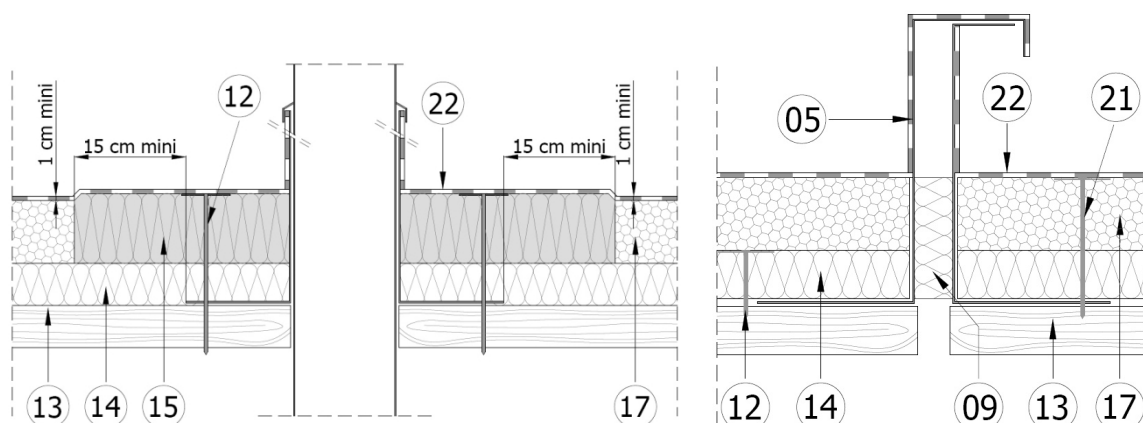


Le calfeutrement autour de l'évacuation d'eau pluviale est réalisé par un panneau laine de roche (15) d'épaisseur inférieure d'au moins 1 cm à celle du lit supérieur en panneau KNAUF Therm TTI Se (17) et découpé sur une largeur dépassant de 15 cm au moins le bord de la platine d'entrée d'eau pluviale ; 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 laine de roche (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

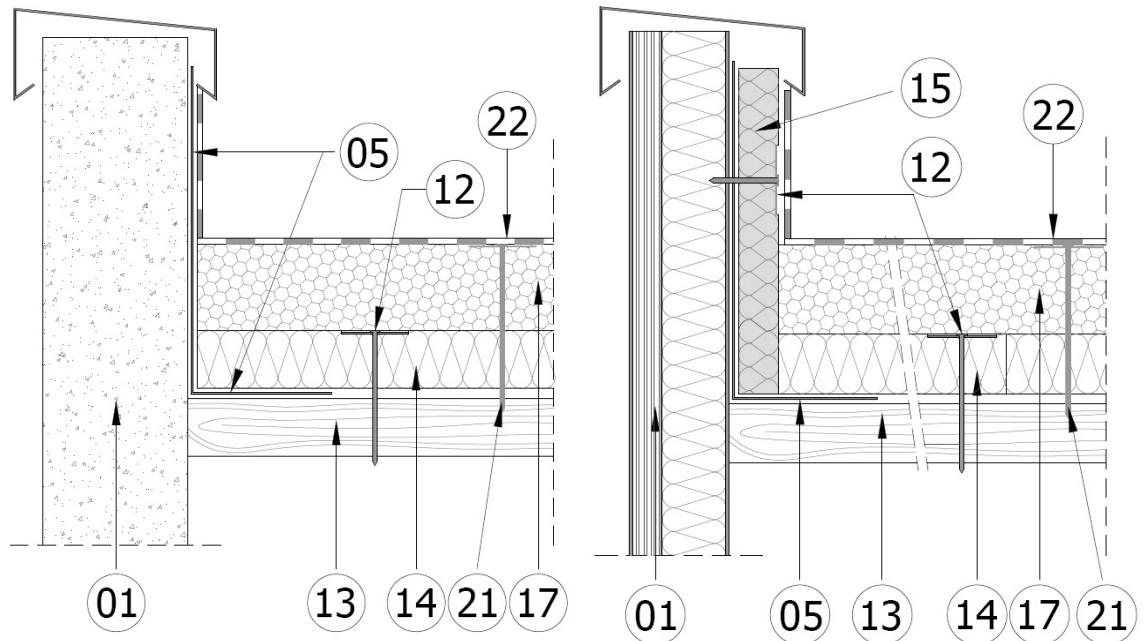


Le calfeutrement autour d'un conduit ou gaine métallique traversant la toiture est réalisé par un panneau laine de roche (15) d'épaisseur supérieure d'au moins 1 cm à celle du lit supérieur en panneau KNAUF Therm TTI Se (17) et découpé sur une largeur dépassant de 15 cm au moins le bord de l'aile horizontale 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 A2, s2-d0 au moins. 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.

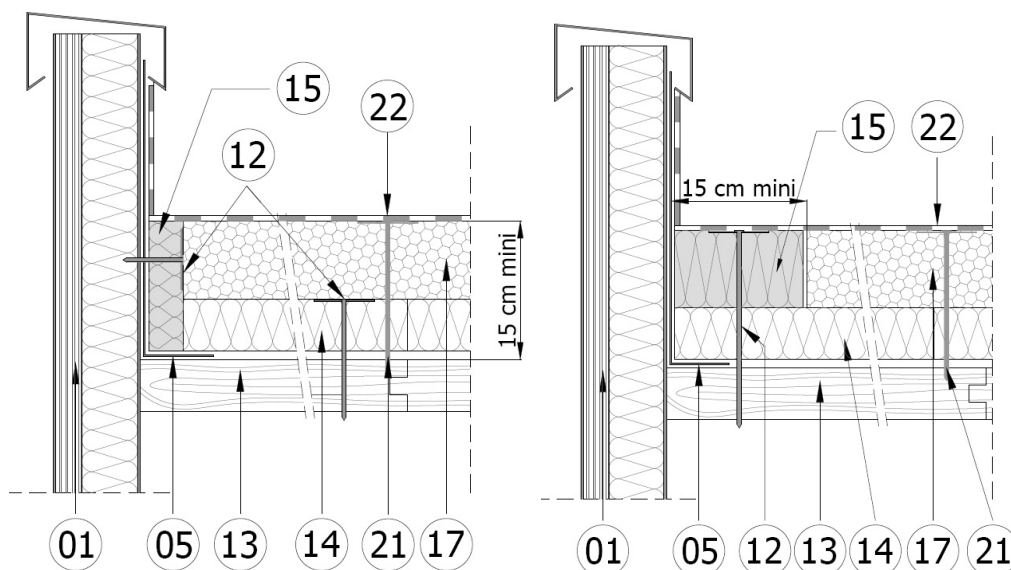
Figure 23 – Exemple de costière métallique contre un mur

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 laine de roche (15), 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 laine de roche (15), 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.

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.

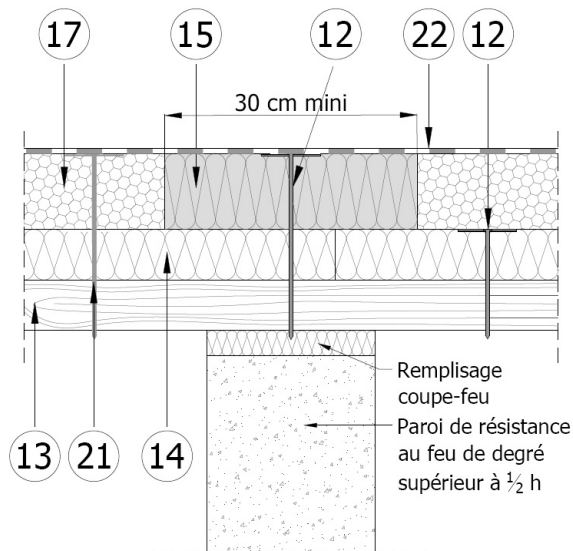
Figure 25a – Exemple de calfeutrement vertical contre un mur

Le calfeutrement est réalisé par un panneau laine de roche (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.

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.

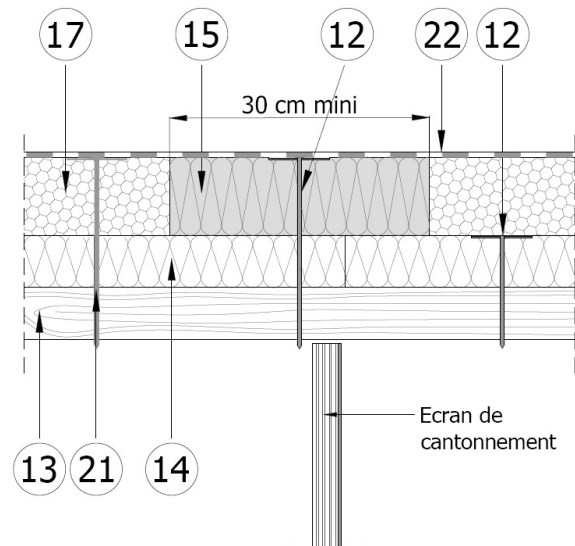
Figure 25b – Exemple de calfeutrement horizontal contre un mur



Le recouvrement est réalisé par un panneau laine de roche (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.

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



Le recouvrement est réalisé par un panneau laine de roche (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.

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