



Qualiconsult

Direction Technique Construction

**RAPPORT D'ENQUETE DE TECHNIQUE NOUVELLE
CONCERNANT L'APTITUDE A L'EMPLOI DU PROCEDE
KNAUF RENOVTOIT BA**

REFERENCE : 50 712 024 001

NOM DU PROCEDE : Knauf Renovtoit BA

DESTINATION : Procédé d'isolation support d'étanchéité, en rénovation de couverture sèche en plaques métalliques nervurées ou ondulées ou en panneau sandwich métallique.

DEMANDEUR : KNAUF
Zone d'activités
68600 WOLFGANTZEN

NOMBRE DE PAGES : 12 + Cahier des clauses techniques Knauf Renovtoit BA : Procédé d'isolation support d'étanchéité, en rénovation de couverture sèche en plaques métalliques nervurées ou ondulées ou en panneau sandwich métallique, Edition n°10 du 21 octobre 2024 (36 pages).

Vélizy, le 28 octobre 2024

REDACTEUR :

Carole LE BLOAS
Référente Technique

www.groupe-qualiconsult.fr

Direction Technique Construction : Vélizy Plus Bât E 1 bis rue du Petit Clamart 78941 VELIZY CEDEX
Tél. : 01 40 83 75 75 – email : dtc.qc@qualiconsult.fr

Siège social : Vélizy Plus - 1 bis rue du Petit Clamart - Bât. E - 78140 VELIZY VILLACOUBLAY - Tél. : 01 40 83 75 75 - Fax 01 46 30 39 62
SASU au capital de 1 440 000 € - R.C.S VERSAILLES 401 449 855 - SIRET 401 449 855 00535 - APE 7120 B - N° TVA Intracommunautaire : FR 02 401 449 855

1 - OBJET

La société Knauf a sollicité auprès de la Direction Technique Construction de QUALICONSULT une enquête d'aptitude à l'emploi (ETN) du procédé Knauf Renovtoit BA.

Le présent rapport d'ETN, ainsi que le Cahier des clauses techniques Knauf Renovtoit BA : procédé d'isolation support d'étanchéité, en rénovation de couverture sèche en plaques métalliques nervurées ou ondulées ou en panneau sandwich métallique, Edition n°10 du 21 octobre 2024 (36 pages), annulent et remplacent les documents suivants :

- Cahier des clauses techniques Knauf Therm Renovtoit BA : procédé d'isolation support d'étanchéité, en rénovation de couverture sèche en plaques métalliques nervurées ou ondulées ou en panneau sandwich métallique, Edition n°9 du 21 octobre 2022 (22 pages).
- Rapport d'enquête de technique nouvelle QUALICONSULT n°50712022004 du 27 octobre 2022.

La nouvelle version du CCT apporte les modifications suivantes :

- Ajout du procédé Knauf SteelThane Renovtoit BA.
- Ajout de la pose d'une couche d'indépendance entre le panneau Knauf Therm TTI Se et la membrane d'étanchéité bitumineuse fixée mécaniquement.
- Limitation de la production à un seul centre de fabrication.

La mission de QUALICONSULT est strictement limitée à un avis concernant la solidité, l'étanchéité et la durabilité du procédé en tant qu'ouvrage de toiture.

Exclusions :

La prestation de QUALICONSULT ne vise pas les performances acoustique, thermique, étanchéité à l'air, sécurité incendie, risque sismique et esthétique. Il appartient aux utilisateurs de ce procédé de s'assurer, dans chaque cas spécifique, de cette conformité, en fonction de la destination des locaux et édifices concernés.

Cette mission est concrétisée par la signature d'un contrat d'enquête de technique nouvelle/Avis sur Procédé n°3100009403 en date du 29/02/2024.

Elle constitue une Enquête de Technique Nouvelle de type " Avis de principe sur Procédé " portant sur une technique non courante dont les conditions sont définies par la convention précitée.

Le présent rapport n°50712024001 établi le 28/10/2024 par QUALICONSULT DTC rend compte de l'enquête effectuée. Il précise la position adoptée par QUALICONSULT DTC au travers d'un avis de principe et indique que celui-ci doit être suivi d'un avis circonstancié émis par le contrôleur technique de l'opération de construction. Cet avis circonstancié concerne les ouvrages réalisés avec le procédé Knauf Renovtoit BA dans le cadre de la loi 78-12 du 4 janvier 1978, selon les dispositions de la norme NF P 03-100 relative aux « Critères généraux pour la contribution du contrôleur technique à la prévention des aléas techniques dans le domaine de la construction » et peut être émis après étude particulière.

2 - DESCRIPTION DU PROCEDE

Le procédé Knauf Renovtoit BA permet de réaliser la rénovation d'une couverture sèche existante constituée de :

- Plaques ondulées métalliques en acier revêtu selon DTU 40.32 ;
- Plaques nervurées issues de tôles d'acier revêtues selon DTU 40.35, de pente $\geq 5\%$ pour les plaques à longueur de rampant ou pente $\geq 7\%$ pour les plaques avec recouvrements transversaux ;
- Plaques nervurées d'aluminium prélaqué ou non selon DTU 40.36, de pente $\geq 5\%$ pour les plaques à longueur de rampant ou pente $\geq 7\%$ pour les plaques avec recouvrements transversaux ;
- Panneaux sandwich à parements métalliques conformes à leur DTA.

Le complexe de rénovation comporte deux types de procédés :

- Soit le Procédé Knauf Therm Renovtoit BA constitué de panneaux en polystyrène expansé, Knauf Therm TTI, associés ou non à un écran thermique, et fixés mécaniquement à la couverture existante :

	Sans écran thermique		Avec écran thermique	
	Knauf Therm Renovtoit BA1 Ep. Max 400 mm	Knauf Therm Renovtoit BA2 Ep. Max 400 mm	Fesco – Knauf Therm Renovtoit BA Ep. Max 360 mm	Knauf Termotoit Renovtoit BA Ep. Max 360 mm
1^{er} lit	Panneau Knauf Therm TTI Se au profil de la couverture, ép. 60 à 400 mm	Languette Knauf Therm TTI Se, ép. mini 30 mm	Languette Fesco C, ép. Mini 30 mm	Languette en laine de roche, ép. Mini 40 mm
2^{ème} lit	-	Panneau Knauf Therm TTI Se ou Knauf Therm TTI Penté Se, ép. Mini 30 mm	Panneau Fesco C (à bords droits), ép. 30 à 60 mm Ou Panneau Fesco C DO (à bords feuillurés), ép. 40, 50 ou 60 mm	Panneau laine de roche à bords droits, ép. 40 à 60 mm Ou Panneau laine de roche à bords feuillurés, DDP RT LJ, ép. 60 mm
3^{ème} lit	-	-	Panneau Knauf Therm TTI Se ou Knauf Therm TTI penté, ép. 60 à 300 mm	

- Soit le Procédé Knauf SteelThane Renovtoit BA constitué de panneaux en polyuréthane de type PIR, Knauf SteelThane, associés ou non à un écran thermique, et fixés mécaniquement à la couverture existante :

	Sans écran thermique		Avec écran thermique	
	Knauf SteelThane Renovtoit BA		Fesco – Knauf SteelThane Renovtoit BA	Knauf SteelToit Renovtoit BA
	Ep. Max 260 mm		Ep. Max 260 mm	Ep. Max 260 mm
1^{er} lit	Languette Knauf Therm TTI Se, ép. mini 30 mm	Languette Knauf SteelThane, ép. mini 40 mm	Languette Fesco C, ép. Mini 30 mm	Languette en laine de roche, ép. Mini 40 mm
2^{ème} lit	Panneau Knauf Therm Knauf SteelThane, ép. 40 à 160 mm		Panneau Fesco C (à bords droits), ép. 30 à 60 mm	Panneau laine de roche à bords droits, ép. 40 à 60 mm
3^{ème} lit	-	-	Panneau Knauf SteelThane, ép. 40 à 160 mm	

Les dispositions des DTA Knauf Therm TTI fixé mécaniquement (n°5.2/18-2607_V3), Knauf Termotoit (n°5.2/18-2622_V2), Fesco-Knauf Therm (5.2/18-2621_V2) et Knauf SteelThane avec écran thermique (5.2/21-2712_V2) sont applicables ; la présente ETN n'apporte pas de dérogations à ces documents à l'exception de la nature admise de l'élément porteur. Les dispositions des DTA concernant les éléments porteurs en TAN selon DTU 43.3 seront retenues pour l'emploi sur les éléments porteurs du présent procédé, à savoir les couvertures métalliques listées ci-avant. Les panneaux isolants sont toujours fixés mécaniquement dans l'élément porteur formant la couverture à rénover. Les panneaux Knauf Therm TTI Se ont des dimensions 1200 x 1000 mm.

- Un revêtement d'étanchéité (comportant ou non des modules souples photovoltaïques) bénéficiant d'un DTA visant l'emploi sur panneaux isolants visés dans la présente ETN, posé sur élément porteur en TAN selon DTU 43.3 et visant la destination de la toiture prévue. Le revêtement d'étanchéité est mis en œuvre en semi-indépendance soit par fixation mécanique, soit par auto-adhésivité selon les dispositions de son DTA. Un écran de séparation chimique peut être nécessaire, selon DTA du revêtement, afin de séparer le panneau PSE et le revêtement d'étanchéité, dans ce cas ce dernier est toujours posé en semi-indépendance par fixations mécaniques.

Pose de la membrane d'étanchéité	Procédé Knauf Therm Renovtoit BA	Procédé Knauf SteelThane Renovtoit BA
En semi-indépendance par fixations mécaniques	Compatible	Compatible
En semi-indépendance par auto-adhésivité	Compatible	Non

La toiture ainsi réalisée constitue une toiture chaude.

REMARQUES

1. La mise en place d'autres types de complexes que ceux décrits ci-dessus n'est pas visée.
2. Le procédé ne doit jamais être mis en œuvre sur les plaques translucides éclairantes.
3. Les panneaux du procédé Knauf Therm Renovtoit BA peuvent être à bords droits ou feuillurés en fonction du positionnement des joints entre panneaux par rapport aux nervures de la couverture sèche. Les différents cas sont indiqués à la figure 2 pour Knauf Therm Renovtoit BA1 et à la figure 4 pour Knauf Therm Renovtoit BA2. Pour ces deux cas, le tableau 2 indique les épaisseurs minimales à respecter.
4. Les panneaux Knauf Therm TTI Penté Se, découpés en usine dans les panneaux plans Knauf Therm TTI Se pour former une pente allant de 1 à 3 %, peuvent être utilisés dans les conditions des DTA de ces panneaux plans.

3 - DOMAINE D'EMPLOI ACCEPTE

3.1 Territorialité

L'ETN est valable pour les chantiers installés sur le territoire de France Métropolitaine.

Cas des régions ultrapériphériques (DROM)

L'usage dans les climats tropicaux et équatoriaux (DROM) n'est pas visé.

3.2 Emploi en climat de plaine et de montagne

L'ETN est valable en climat de plaine (altitude ≤ 900 m). L'emploi en climat de montagne n'est pas admis.

3.3 Stabilité vis-à-vis de l'exposition au vent et à la neige

On retiendra comme limite d'emploi vis-à-vis des effets du vent, la plus faible valeur de dépression sous vent extrême obtenue dans les cas indiqués aux § 3.4.1, 3.4.2 et 3.4.3.

3.3.1 Fixation dans la couverture existante

Pour les couvertures en plaques nervurées issues de tôles d'acier revêtues, la limite d'exposition au vent ne peut pas dépasser celle du DTU 40.35.

Pour les couvertures en panneaux sandwich et en tôles nervurées aluminium, la limite d'exposition vis-à-vis des efforts dus au vent extrême est fixée à :

- la zone 3, en site normal pour un bâtiment fermé d'une hauteur inférieure à 10 m, lorsque la couverture existante est un panneau sandwich avec l'utilisation de l'attelage de fixation IFP2 - 6,7 + plaquettes IRP 82*40 de la société SFS servant à fixer mécaniquement une membrane d'étanchéité synthétique, tel que référencé dans le CCT suite aux retours d'expériences de Knauf.
- la zone 2, en site normal pour un bâtiment fermé d'une hauteur inférieure à 10 m, lorsque la couverture existante est en tôles nervurées aluminium.

Ces limitations sont issues de l'expérience de Knauf.

Pour les couvertures en plaques ondulées métalliques en acier, une étude spécifique sera à prévoir au cas par cas concluant à la stabilité.

3.3.2 Revêtement d'étanchéité

La limite d'emploi vis-à-vis de l'exposition au vent extrême est fixée par le DTA du revêtement d'étanchéité employé.

En cas de pose du revêtement d'étanchéité par semi-indépendance par auto-adhésivité, le DTA du revêtement devra viser la pose sur le panneau Knauf Therm TTI Se fixé mécaniquement spécifiquement. Le panneau Knauf Therm TTI Se sera fixé mécaniquement à l'élément porteur selon DTU 43.3 (la pose collée n'est pas visée). Dans ce cas, le procédé est limité aux toitures établies à une hauteur de 20 m au plus et dans les zones de vent définies par la NF DTU 43.3 P1-1.

3.3.3 Protection par végétalisation

Le DTA du procédé de végétalisation peut imposer une limitation d'emploi vis-à-vis des effets du vent extrême.

3.4 Sécurité en cas de séisme

L'emploi de ce procédé dans une zone de sismicité n'a pas été évalué par la présente ETN.

3.5 Sécurité au feu

Les dispositions indiquées dans le cahier des charges Knauf Renvoit BA liées à la sécurité incendie ne sont pas visées par la présente ETN. L'utilisateur doit se reporter aux éléments de preuve requis par le règlement de sécurité incendie pour vérifier le respect des exigences réglementaires.

En outre, la compatibilité du complexe de toiture devra être vérifiée en fonction de la réglementation de sécurité contre les risques d'incendie, et notamment avec les exigences réglementaires particulières, si le bâtiment est classé ICPE, qui peuvent ne pas autoriser l'emploi direct des isolants combustibles sur un support de toiture en tôle d'acier nervuré.

3.6 Hygrométrie des locaux et risque de condensation

Le procédé est employé sur les locaux à faible ou moyenne hygrométrie au sens du DTU 43.3.

Le procédé ne s'applique pas aux parois de toiture directement en contact avec un local à basse température d'une chambre froide.

La couverture existante ne constitue pas un pare vapeur au sens du DTU 43.3.

La toiture réalisée avec le procédé Knauf Renvoit BA constitue une toiture chaude. Ainsi, il convient d'apporter un soin particulier à la mise en œuvre du complexe afin de limiter le risque de condensation, et plus particulièrement au droit des points singuliers. Knauf doit apporter son assistance technique afin de limiter ce risque.

Une étude hygrothermique de la toiture doit être réalisée afin de valider la faisabilité de transformation de la couverture, avec présence d'une isolation sur la couverture existante formant l'élément porteur, en toiture étanchée selon DTU 43.3.

Cette étude hygrothermique devra notamment conclure à la dépose de l'isolant thermique existant en sous face dans le cas où cette part est trop importante.

3.7 Destination de la toiture

Le procédé est utilisé pour les toitures inaccessibles en apparent, avec chemins de circulation et pour les toitures végétalisées. Les toitures comportant une membrane d'étanchéité intégrant des modules souples photovoltaïques sont également admises.

En fonction des complexes définis au CCT, la compatibilité avec la destination est indiquée ci-après :

Complexes		Toiture inaccessible	Toiture avec procédé d'étanchéité intégrant des modules souples photovoltaïques sous avis technique	Toitures végétalisées
Knauf Therm Renovtoit BA				
Knauf Therm Renovtoit BA1		OUI	OUI	OUI
Knauf Therm Renovtoit BA2		OUI	OUI	OUI
Fesco – Knauf Therm Renovtoit BA		OUI	OUI	OUI
Knauf Termotoit Renovtoit BA	Panneau en laine de roche DDT RT et DDT RT LJ selon DTA Knauf Termotoit	OUI	OUI	OUI
	Panneau laine de roche sous DTA visant cet emploi (classe C à 80°C)	OUI	OUI	OUI
	Autres panneaux en laine de roche nue sous DTA visant cet emploi	OUI	OUI	NON
Knauf SteelThane Renovtoit BA				
Knauf SteelThane Renovtoit BA		OUI	OUI	OUI
Fesco – Knauf SteelThane Renovtoit BA		OUI	OUI	OUI
Knauf SteelToit Renovtoit BA	Panneau laine de roche sous DTA visant cet emploi (classe C à 80°C)	OUI	OUI	OUI
	Autres panneaux en laine de roche nue sous DTA visant cet emploi	OUI	OUI	NON

3.8 Supports admis

Les couvertures existantes admises sont celles décrites au §1 du CCT Knauf Renovtoit BA. Le procédé Procédé Knauf SteelThane Renovtoit BA n'est pas compatible avec une ancienne couverture métallique ondulée.

Une étude de diagnostic préalable, selon DTU 43.5, devra être réalisée et conclure favorablement à la compatibilité avec le procédé Knauf Renovtoit BA (exemples : compatibilité du mode de pose avec le support existant, portance du support, y compris le cas échéant des éléments de charpente, compte tenu des charges supplémentaires à prendre en compte (notamment charges du nouveau complexe, de la végétalisation si prévue), test de tenue des fixations, hauteur des relevés tenant compte de l'épaisseur de l'isolant thermique à mettre en œuvre, risques d'accumulation d'eau, hygrométrie des locaux, etc.).

Dans le cas de l'emploi d'un écran thermique en perlite, panneau FESCO d'une épaisseur de 30 et 35 mm, les portées seront réduites afin de rigidifier l'élément porteur ; se référer au DTA du procédé Gamme Fesco® non revêtu (5.2/17-2385_V3). La vérification de la couverture existante pour répondre à cette exigence devra être intégrée dans le diagnostic mentionné ci-avant.

Afin de vérifier la résistance à l'arrachement de l'attelage de fixation dans la couverture existante, des essais d'arrachement réalisés in situ sont obligatoires et doivent être réalisés selon la méthodologie du cahier CSTB n°3564 pour les fixations des panneaux isolants et selon le cahier CSTB n°3563 pour les fixations du revêtement d'étanchéité. La valeur moyenne calculée en fonction des résultats d'essais doit être supérieure ou égale à 90 daN selon la méthodologie de ces cahiers du CSTB. Le choix de l'attelage de fixation et son assemblage dans le cas d'une couverture en panneaux sandwich doit prendre en compte le risque de délaminage sous les effets du vent.

La couverture existante devra être vérifiée et conclure à sa bonne stabilité, notamment en référence au DTU de la série 40 concerné ou à l'avis technique du procédé existant. De plus, il n'est pas permis de supprimer des dispositifs liés à sa fixation lors de la mise en œuvre du complexe d'étanchéité.

La compatibilité du revêtement de protection, présent en sous face de la couverture métallique existante, devra être vérifiée en fonction des conditions d'ambiance du local.

3.9 Rattachement au référentiel technique

3.9.1 Le Cahier des Clauses Techniques Knauf Renovtoit BA

Le procédé Knauf Renovtoit BA fait l'objet d'un Cahier des clauses techniques Knauf Renovtoit BA : procédé d'isolation support d'étanchéité, en rénovation de couverture sèche en plaques métalliques nervurées ou ondulées ou en panneau sandwich métallique, Edition n°10 du 21 octobre 2024 qui comporte 36 pages de texte, tableaux, figures, rédigé par Knauf.

La page première de couverture porte une estampille QUALICONSULT avec mention de la date du début de validité du rapport d'ETN. Les autres pages sont marquées d'une puce QUALICONSULT indiquant que ce document est visé dans le cadre d'une Enquête de Technique Nouvelle.

Ce document original peut faire l'objet d'un fac-similé intégral, en version imprimée et/ou numérique destinée à la diffusion, pour autant qu'il soit accompagné du présent rapport.

Ce CCT indique les prescriptions générales, la définition des différents composants du système, leur mise en œuvre ainsi que la fabrication, les contrôles et l'assistance technique.

3.9.2 Documents de preuve associés au CCT Knauf Renovtoit BA

- DTA n°5.2/18-2607_V3 Knauf Therm TTI fixé mécaniquement
- DTA n°5.2/18-2622_V2 Knauf Termotoit
- DTA n°5.2/18-2621_V2 Fesco-Knauf Therm
- DTA n°5.2/21-2712_V2 Knauf SteelThane avec écran thermique

4 - MATERIAUX

Les caractéristiques des différents constituants du procédé sont indiquées au CCT Knauf Renovtoit BA.

Les panneaux Knauf Therm TTI Se et Knauf SteelThane sont évalués dans le cadre de leur DTA en cours de validité.

Les panneaux utilisés pour le procédé Therm Renovtoit BA sont découpés en usine dans les panneaux entiers Knauf Therm TTI Se.

REMARQUES

1. L'ETN ne vise pas les ouvrages qui sont réalisés avec des produits qui ne sont pas décrits dans le CCT Knauf Renovtoit BA.
2. La présente ETN valide le procédé Knauf Renovtoit BA en association avec des procédés bénéficiant d'un avis technique (ATec), document technique d'application (DTA) ou Appréciation technique d'expérimentation favorable (ATEX de cas a) en cours de validé visant le domaine d'emploi prévu pour ce procédé ainsi que son mode de pose. Les procédés évalués par un autre mode d'évaluation ne sont pas envisagés par la présente ETN à l'exception de ceux évalués favorablement dans le cadre d'une enquête de technique nouvelle établie par la DTC QUALICONSULT.

5 - FABRICATION ET CONTROLES

Les sites de production de la société Knauf où sont fabriqués les panneaux Knauf Therm TTI Se et Knauf SteelThane font l'objet d'une certification ISO 9001 : 2015 gage de la mise en œuvre d'un système de contrôle qualité de la fabrication de ces panneaux isolants.

Dans le cadre de la vérification de la conformité du certificat ACERMI, un contrôle annuel est réalisé par le CSTB.

Le contrôle de production en usine est réalisé selon les conditions des DTA en cours de validité de ces panneaux.

6 - REFERENCES

Le procédé a fait l'objet de plusieurs réalisations ayant donné satisfaction en matière de procédé d'isolation de toiture.

Dans le cadre de notre enquête sur ce procédé, nous avons visité un certain nombre de chantiers dont certains ayant les caractéristiques suivantes :

- Couverture en plaques nervurées d'aluminium rénovée en 2005 avec procédé Knauf Therm Renovtoit BA1 fixé mécaniquement par rivets à expansion et membrane bitumineuse fixée mécaniquement (Var – zone 2 (hauteur < 10 m)).
- Couverture en panneaux sandwich avec mousse PU rénovée en 2012 avec procédé Knauf Therm Renovtoit BA1 fixé mécaniquement et membrane d'étanchéité synthétique fixée mécaniquement (Alpes-Maritimes – zone 2 (hauteur < 10 m)).
- Couverture en tôle d'acier nervurée rénovée en 2014 (en cours de réalisation) avec procédé Knauf Therm Renovtoit BA1 fixé mécaniquement et membrane d'étanchéité synthétique fixée mécaniquement (Var – zone 2 (hauteur < 10 m)).

Nous n'avons pas constaté de désordres apparents.

Le procédé Knauf Renovtoit BA a été appliqué depuis 1996 sur plus de 660 000 de m² de toitures en rénovation de couvertures métalliques, dont 3000 m² avec les procédés Knauf SteelThane/SteelToit Renovtoit BA depuis 2022.

7 - RECOMMANDATIONS ET PRESCRIPTIONS

La mise en œuvre du procédé Knauf Renovtoit BA objet du présent rapport doit tenir compte du Cahier des clauses techniques Knauf Renovtoit BA : procédé d'isolation support d'étanchéité, en rénovation de couverture sèche en plaques métalliques nervurées ou ondulées ou en panneau sandwich métallique, Edition n°10 du 21 octobre 2024 (36 pages).

Une attention particulière doit être accordée au respect des conditions suivantes :

7.1 Mise en œuvre

- La stabilité dimensionnelle des panneaux doit être vérifiée et formalisée dans le registre de contrôle de la qualité des produits finis avant expédition. Une fiche de contrôle du lot concerné peut être fournie selon demande par Knauf.
- Un écran de séparation chimique peut être nécessaire entre les panneaux en polystyrène et le revêtement d'étanchéité. Le DTA du revêtement d'étanchéité précisera sa nécessité et sa nature.
- Afin d'éviter le contact direct de la flamme avec les panneaux isolants, des précautions spécifiques décrites dans le DTA du revêtement d'étanchéité sont à prendre (exemple : mise en place d'un écran thermique).
- Lorsque le revêtement d'étanchéité est posé par fixation mécanique, les lignes de fixations sont placées perpendiculairement aux nervures ou ondes des plaques métalliques supports existantes.

- Une vérification de la stabilité des tôles pliées, utilisées comme support de noue, et de leur fixation à la couverture existante afin de tenir compte du phénomène d'accumulation d'eau, est à prévoir pour le chantier.
- L'implantation des évacuations des eaux pluviales devra être réalisée conformément à l'annexe E du DTU 43.3.
- Dans le cas de la mise en œuvre du procédé avec un écran thermique, la mise en œuvre du talon de la costière sur le panneau intermédiaire en perlite expansée (fibrée) ou en laine de roche de classe de compressibilité C (non admis dans le complexe associant le panneau Knauf SteelThane) est fixée mécaniquement sur la tête des ondes de la couverture à l'aide d'un attelage de fixation (sans sa plaquette) solide au pas défini par le DTU 43.3. La hauteur de la costière est limitée à 450 mm. Cette disposition n'est pas admise dans le cas de costières de lanterneaux (ou voûte ou bande filante éclairante) et support de contre bardage.

7.2 Entretien et réparation

- L'entretien régulier du procédé d'étanchéité doit être assuré conformément au DTU 43.3. Il doit être précisé et défini explicitement par écrit au maître de l'ouvrage.
- En cas de réparation, l'assistance technique de Knauf est requise.

7.3 Etudes et assistance technique

- Une étude de calepinage est essentielle pour la découpe à l'usine des panneaux aux formats de la couverture existante. L'assistance technique de Knauf est nécessaire.
- L'ensemble des détails au niveau des points singuliers présents dans le CCT doit être considéré comme un guide qui ne préfigure pas de l'ensemble des problèmes et des solutions à mettre en œuvre, mais un guide de base à adapter au cas par cas.
- La société Knauf est tenue d'apporter une assistance technique aux utilisateurs qui en font la demande en vue de la conception des toitures utilisant ce système ainsi que de leurs justifications.
- Les entreprises de pose doivent employer du personnel agréé ou qualifié et formé par le fabricant à la mise en œuvre du procédé Knauf Renovtoit BA.
- L'ETN ne vise pas l'assistance technique assurée par la société Knauf.

8 - CONCLUSION

L'examen du Cahier des clauses techniques Knauf Renovtoit BA : procédé d'isolation support d'étanchéité, en rénovation de couverture sèche en plaques métalliques nervurées ou ondulées ou en panneau sandwich métallique, Edition n°10 du 21 octobre 2024 (36 pages), les éléments d'information fournis par la société Knauf et la visite d'un certain nombre de réalisations, nous permettent de conclure que la solidité et la durabilité du procédé peuvent être assurées moyennant la prise en compte des éléments explicités dans la présente ETN.

9 - AVIS DE QUALICONSULT

QUALICONSULT émet un avis favorable concernant l'emploi du procédé, objet de la présente enquête, conformément aux prescriptions du Cahier des Clauses Techniques Knauf Therm Renovtoit BA : procédé d'isolation support d'étanchéité, en rénovation de couverture sèche en plaques métalliques nervurées ou ondulées ou en panneau sandwich métallique, Edition n°10 du 21 octobre 2024 (36 pages), dans les limites arrêtées par le présent rapport.

Cette appréciation est valable jusqu'au 15/03/2025.

En absence d'anomalie signalée par la société KNAUF, elle est tacitement reconductible tous les ans avec une date d'expiration fixée au 15/03/2027.

Cette reconduction annuelle est assujettie à la spécificité suivante : un point annuel sera fait avec la société KNAUF et QUALICONSULT pour échanger sur les différents points listés ci-dessous.

Le présent avis reste valable pour autant :

- qu'un document technique d'application couvrant les domaines d'emploi envisagés par la présente enquête ne soit pas obtenu avant la date du 15/03/2027.
- que le procédé ne soit pas identifié comme générateur de désordres.
- que tout désordre soit porté à la connaissance de QUALICONSULT.
- qu'aucune modification de la réglementation en vigueur ne s'oppose à l'emploi d'un procédé tel que défini dans le Cahier des clauses techniques Knauf Renovtoit BA : procédé d'isolation support d'étanchéité, en rénovation de couverture sèche en plaques métalliques nervurées ou ondulées ou en panneau sandwich métallique, Edition n°10 du 21 octobre 2024 (36 pages).
- qu'aucune modification ne soit apportée au procédé par rapport au dossier soumis à l'appréciation de QUALICONSULT.

Fin du rapport d'ETN

TITULAIRE

Société Knauf
Zone d'Activités, F-68600 Wolfgantzen
Tél Support Technique Knauf : 08 09 40 40 68
e-mail: STK@knauf.com
www.knauf.fr

Table des matières

1.	Destination - domaine d'emploi	3
	Partie A : Knauf Therm Renovtoit BA	5
2.	Description	5
	2.1 Désignation commerciale.....	5
	2.2 Définition.....	5
	2.2.1 Nature chimique.....	6
	2.2.2 Spécifications.....	6
	2.2.3 Autres caractéristiques (à titre indicatif).....	6
	2.2.4 Résistance thermique	6
	2.3 Définition des panneaux en perlite expansée (fibrée).....	6
	2.4 Définition des panneaux en laine de roche.....	6
	2.5 Autres matériaux.....	7
	2.5.1 Matériaux d'étanchéité	7
	2.5.2 Couche de séparation chimique	7
	2.5.3 Couche d'indépendance	7
	2.5.4 Ecran thermique sous le revêtement d'étanchéité.....	7
	2.5.5 Fixations mécaniques.....	7
3.	Fabrication et contrôles	8
	3.1 Centres de fabrication	8
	3.2 Fabrication	8
	3.3 Contrôles de fabrication.....	8
	3.4 Conditionnement, identification et étiquetage	8
	3.5 Stockage.....	8
4.	Description de la mise en œuvre.....	9
	4.1 Vérification préalable du fonctionnement hygrothermique de la toiture	9
	4.1.1 Toiture froide : couverture avec isolation sous panne et plenum ventilé avec l'ambiance extérieure	9
	4.1.2 Toiture chaude : couverture avec isolation sur pannes ou entre pannes, sans ventilation.....	9
	4.2 Principe	9
	4.3 Réception du support	10
	4.4 Mise en œuvre des panneaux isolants	10
	4.5 Protection des tranches des panneaux au droit des relevés et émergences.....	11
	4.6 Mise en œuvre de la couche de séparation chimique, et de l'écran thermique sous le revêtement d'étanchéité.....	11
	4.7 Mise en œuvre des revêtements d'étanchéité	11
	4.8 Ouvrages particuliers	11
	4.8.1 exemple de noue centrale et de noue de rive (voir figures 6 et 7).....	11

4.8.2 exemple de faîtage (voir figure 8).....	11
4.8.3 exemple de raccordement en pignon (voir figure 9)	12
5. Assistance Technique	12
6. Détermination de la performance thermique	12
7. Démarche environnementale	12
 Partie B : Knauf SteelThane Renovtoit BA	 13
2. Description	13
2.1 Désignation commerciale.....	13
2.2 Définition.....	13
2.2.1 Nature chimique.....	13
2.2.2 Spécifications.....	13
2.2.3 Autres caractéristiques (à titre indicatif)	14
2.2.4 Résistance thermique	14
2.3 Définition des panneaux en perlite expansée (fibrée)	14
2.4 Définition des panneaux en laine de roche.....	14
2.5 Autres matériaux.....	14
2.5.1 Matériaux d'étanchéité.....	14
2.5.2 Fixations mécaniques.....	15
3. Fabrication et contrôles	15
3.1 Centres de fabrication	15
3.2 Fabrication	15
3.3 Contrôles de fabrication.....	15
3.4 Conditionnement, identification et étiquetage	15
3.5 Stockage.....	16
3.5.1 Stockage des languettes en Knauf Therm TTI Se.....	16
3.5.2 Stockage des languettes et panneaux en Knauf SteelThane.....	16
4. Description de la mise en œuvre.....	16
4.1 Vérification préalable du fonctionnement hygrothermique de la toiture	16
4.1.1 Toiture froide : couverture avec isolation sous panne et plenum ventilé avec l'ambiance extérieure	16
4.1.2 Toiture chaude : couverture avec isolation sur pannes ou entre pannes, sans ventilation.....	16
4.2 Principe	17
4.3 Réception du support	17
4.4 Mise en œuvre des panneaux isolants	17
4.7 Mise en œuvre des revêtements d'étanchéité.....	18
4.8 Ouvrages particuliers	18
4.8.1 exemple de noue centrale et de noue de rive (voir figures 6 et 7).....	18
4.8.2 exemple de faîtage (voir figure 8).....	18
4.8.3 exemple de raccordement en pignon (voir figure 9bis).....	18
5. Assistance Technique	19
6. Détermination de la performance thermique	19
7. Démarche environnementale	19
II. Justificatifs.....	19
III. Références	19
IV. Figures et Tableaux	20

I. Description générale

1. DESTINATION - DOMAINE D'EMPLOI

Procédé d'isolation thermique en panneaux de polystyrène expansé ou de polyuréthane disposés en un lit, qui peut être associé à des languettes de remplissage en polystyrène expansé ou polyuréthane ou à un écran thermique protecteur en perlite expansée (fibrée) ou en laine de roche avec languettes de remplissage, support direct de revêtements d'étanchéité de toitures inclinées :

- inaccessibles, sauf pour l'entretien normal,
- en rénovation de couverture sèche de :
 - plaques ondulées métalliques en acier, conformes au DTU P34-201 (DTU 40.32), uniquement pour le procédé Knauf Therm Renovtoit BA1 (Partie A du présent dossier technique),
 - plaques nervurées issues de tôles d'acier revêtues, conformes à la norme NF P 34-205 (DTU 40.35), de pentes minimales 5 % (plaques à longueur de rampant) ou 7 % (plaques avec recouvrements transversaux),
 - plaques nervurées d'aluminium prélaqué ou non, conformes à la norme NF P 34-206 (DTU 40.36), de pentes minimales 5 % (plaques à longueur de rampant) ou 7 % (plaques avec recouvrements transversaux),
 - panneaux sandwichs à parements métalliques, conformes à leur Document Technique d'Application,
- au-dessus des bâtiments industriels ou agricoles, des établissements recevant du public ou des installations classées pour la protection de l'environnement avec interposition d'un écran thermique protecteur si nécessaire (voir tableaux 1 et 1 bis),
- en France européenne, en zone de sismicité nulle ou non nulle,
- en climat de plaine (altitude inférieure ou égale à 900 m),
- sur des locaux à faible ou moyenne hygrométrie

Remarque : Le procédé décrit dans le présent Cahier des Clauses Techniques ne prévoyant pas la mise en place d'un pare-vapeur, le bâtiment ne doit pas revendiquer une performance d'étanchéité à l'air au sens de la réglementation thermique, conformément à l'amendement A1 du DTU 43.3.

Le présent Cahier des Clauses Techniques se divise en deux parties :

- Partie A : Knauf Therm Renovtoit BA, portant sur des systèmes dont le lit supérieur est constitué de panneaux Knauf Therm TTI Se,
- Partie B : Knauf SteelThane Renovtoit BA, portant sur des systèmes dont le lit supérieur est constitué de panneaux Knauf SteelThane.

Les panneaux isolants sont fixés mécaniquement dans l'élément porteur formant la couverture à rénover.

Les revêtements d'étanchéité à base de feuilles bitumineuses ou synthétiques sont apparents, peuvent comporter des modules souples photovoltaïques⁽¹⁾, ou sont protégés par de la végétalisation⁽¹⁾⁽²⁾. Ils sont mis en œuvre par fixation mécanique ou par auto-adhésivité (uniquement pour les systèmes du procédé Knauf Therm Renovtoit BA) en semi-indépendance, en se reportant à un Document Technique d'Application (« D.T.A. » dans la suite du document), une Appréciation Technique d'Expérimentation de cas « a » (« ATEX » dans la suite du document) ou à une Enquête de Techniques Nouvelles bénéficiant de l'approbation d'un organisme indépendant (« E.T.N. » dans la suite du document).

Les limites au vent extrême du procédé Knauf Renovtoit BA sont les suivantes :

- cas des revêtements d'étanchéité mis en œuvre par fixation mécanique: ces limites doivent être validées par le fabricant du revêtement d'étanchéité, à partir des informations figurant dans le D.T.A., l'ATEX ou l'E.T.N. en vigueur du procédé d'étanchéité et des valeurs d'arrachement de l'attelage de fixations dans la couverture existante.
- cas des revêtements mis en œuvre par auto-adhésivité en semi-indépendance sur les panneaux de polystyrène expansé fixés mécaniquement : le procédé est limité aux toitures établies à une hauteur de 20 m au plus et dans les zones de vent définies par la norme NF P 84-206-1-1 (DTU 43.3).

Dans le cas de revêtements d'étanchéité à base de bitume, l'isolant est protégé de la flamme du chalumeau.

Nota : le procédé permet éventuellement d'augmenter les pentes de la toiture, dans les limites des normes NF-DTU ou des Document Technique d'Applications respectifs.

Exclusion : les plaques de couvertures translucides ne doivent absolument pas être recouvertes par les panneaux isolants ; elles doivent être au préalable remplacées par des plaques de couverture de même nature qu'en partie courante ou par des dispositifs d'éclairage naturel, tels que des lanternes.

⁽¹⁾ Les classes de compressibilité de l'isolant sont définies dans les Règles Professionnelles, D.T.A., ATEX ou E.T.N. correspondants, et sont indiquées dans les tableaux 2 et 9 du présent Cahier des Clauses Techniques.

⁽²⁾ non admise dans le cas du procédé Knauf SteelToit Renovtoit BA avec laine de roche DDP RT LJ ; se référer au D.T.A. du procédé Knauf SteelThane avec écran thermique.

Remarque : le présent Cahier des Clauses Techniques précise, complète ou modifie les différents référentiels cités en fonction des propriétés et des caractéristiques du procédé et de ses composants.

PARTIE A : KNAUF THERM RENOVTOIT BA

2. DESCRIPTION

2.1 DESIGNATION COMMERCIALE

Le procédé Knauf Therm Renovtoit BA comprend quatre systèmes :

- Knauf Therm Renovtoit BA 1 (voir figure 1) : panneau découpé dans des panneaux de Knauf Therm TTI Se au profil de la couverture support, d'épaisseur 60 à 400 mm
- Knauf Therm Renovtoit BA 2, système de deux panneaux (voir figure 3) :
 - languette de remplissage entre les nervures des plaques de couverture, en Knauf Therm TTI Se d'épaisseur minimale 30 mm
 - panneau supérieur en Knauf Therm TTI Se ou en Knauf Therm TTI Penté Se destiné à augmenter la pente de la toiture, d'épaisseur minimale 30 mm
 - L'épaisseur totale du système est de 400 mm au maximum.
- Fesco-Knauf Therm Renovtoit BA, système de trois panneaux (voir figure 5) :
 - languette de remplissage entre les nervures des plaques de couverture, en perlite expansée (fibrée) Fesco C d'épaisseur minimale 30 mm,
 - panneau intermédiaire en perlite expansée (fibrée) à bords droits, référence Fesco C d'épaisseur 30 à 60 mm, ou à bords feuillurés, référence Fesco C DO d'épaisseur 40, 50 ou 60 mm
 - panneau supérieur en Knauf Therm TTI Se ou en Knauf Therm TTI Penté Se destiné à augmenter la pente de la toiture, d'épaisseur 60 à 300 mm
 - L'épaisseur totale du système est de 360 mm au maximum.
- Knauf Termotoit Renovtoit BA, système de trois panneaux (voir figure 5) :
 - languette de remplissage entre les nervures des plaques de couverture, en laine de roche d'épaisseur minimale 40 mm
 - panneau intermédiaire en laine de roche à bords droits d'épaisseur 40 à 60 mm ou en laine de roche à bords feuillurés, référence DDP RT LJ d'épaisseur 60 mm
 - panneau supérieur en Knauf Therm TTI Se ou en Knauf Therm TTI Penté Se destiné à augmenter la pente de la toiture, d'épaisseur 60 à 300 mm
 - L'épaisseur totale du système est de 360 mm au maximum.

Les domaines d'emploi de ces systèmes sont détaillés dans le Tableau 1.

2.2 DEFINITION

Les panneaux et languettes Knauf Therm TTI Se font l'objet d'une déclaration des performances établie par la Société Knauf sur la base de la norme NF EN 13163 ; ils sont certifiés par l'ACERMI et visés par un D.T.A. en tant que support de revêtement d'étanchéité.

Les panneaux Knauf Therm Renovtoit BA font l'objet d'une déclaration des performances établie par la Société Knauf sur la base de la norme NF EN 13163 ; ils sont découpés dans des panneaux Knauf Therm TTI Se.

Les panneaux Knauf Therm TTI Penté Se font l'objet d'une déclaration des performances établie par la Société Knauf sur la base de la norme NF EN 13163 ; ils sont découpés dans des panneaux Knauf Therm TTI Se et présentent les mêmes caractéristiques. Chaque panneau a une épaisseur mini et maxi, définies selon un plan de calepinage de la toiture, de façon à créer une pente en surface du panneau allant de 1 à 3 %.

2.2.1 NATURE CHIMIQUE

Polystyrène rigide expansé obtenu en blocs par moulage selon le procédé dit par voie humide discontinue de polystyrène expansible ignifugé. Les blocs sont ensuite stockés, puis découpés en panneaux au fil chaud.

2.2.2 SPECIFICATIONS

Voir tableau 2, figures 2 et 4.

Remarque : Selon l'Annexe D des "Règles Professionnelles - Isolants supports d'étanchéité en indépendance sous protection lourde", à défaut de résultat d'essais, la classe de compressibilité à retenir, résultant de la superposition d'isolants de nature différente, est la classe la plus faible. Tous les systèmes du procédé Knauf Therm Renovtoit BA, définis au § 2.1, sont donc de classe B à 80 °C et C à 60 °C.

2.2.3 AUTRES CARACTERISTIQUES (A TITRE INDICATIF)

Voir tableau 3.

2.2.4 RESISTANCE THERMIQUE

Le tableau 5 donne, pour chaque épaisseur, la résistance thermique forfaitaire de l'isolant recouvrant les nervures et entre nervures, à prendre en compte pour le calcul des coefficients de déperdition thermique.

Ces valeurs sont celles du Knauf Therm TTI Se, objet du Certificat ACERMI 03/007/182 en cours de validité en 2024. Il appartiendra à l'utilisateur de se référer au Certificat ACERMI de l'année en cours. A défaut d'un certificat valide, les résistances thermiques de l'isolant seront calculées en prenant la conductivité selon les Règles Th-Bât.

Sur consultation du Support Technique Knauf, la valeur de résistance thermique utile du procédé Knauf Therm Renovtoit BA peut être calculée par la méthode des réseaux maillés, avec prise en compte de l'isolant entre nervures et de la géométrie du bac : des exemples de résistances thermiques utiles figurent aux tableaux 6, 7 et 8.

2.3 DEFINITION DES PANNEAUX EN PERLITE EXPANSEE (FIBREE)

2.3.1 Panneau de perlite expansée (fibrée) à bords droits, référence « Fesco C », objet d'une déclaration des performances sur la base de la norme NF EN 13169 et visé par le D.T.A. en vigueur comme support de revêtement d'étanchéité. Les languettes, découpées dans ces panneaux, sont de longueur maximale 1200 mm.

2.3.2 Panneau de perlite expansée (fibrée) à bords feuillurés sur les 4 côtés, référence « Fesco C-DO », objet d'une déclaration des performances sur la base de la norme NF EN 13169+A1 et visé par le D.T.A. en vigueur « Fesco-Knauf Therm » comme support de revêtement d'étanchéité.

2.4 DEFINITION DES PANNEAUX EN LAINE DE ROCHE

2.4.1 Panneau de laine de roche à bords droits, par exemple de référence « DDP RT », objet d'une déclaration des performances sur la base de la norme NF EN 13162 et visé par un D.T.A. en vigueur comme support de revêtement d'étanchéité. Les languettes, découpées dans ces panneaux, sont de longueur maximale 1200 mm.

2.4.2 Panneau de laine de roche à bords feuillurés sur les 4 côtés, référence « DDP RT LJ », objet d'une déclaration des performances sur la base de la norme NF EN 13162 et visé par le D.T.A. en vigueur « Knauf Termotoit » comme support de revêtement d'étanchéité.

2.5 AUTRES MATERIAUX

2.5.1 MATERIAUX D'ETANCHEITE

Revêtements d'étanchéité non traditionnels apparents, sous végétalisation ou sous modules souples photovoltaïques, fixés mécaniquement ou autoadhésifs, en feuille bitumineuse ou synthétique et matériaux pour relevés, définis par un D.T.A., une A.T.Ex ou une E.T.N. en vigueur qui vise le polystyrène expansé comme isolant support d'étanchéité et les éléments porteurs en tôle d'acier nervurée conforme à la NF P 84-206 (DTU 43.3).

Les revêtements d'étanchéité doivent avoir le classement « FIT » défini dans le D.T.A. en vigueur du panneau Knauf Therm TTI Se.

2.5.2 COUCHE DE SEPARATION CHIMIQUE

Se référer au D.T.A., à l'ATEX ou à l'E.T.N en vigueur du revêtement d'étanchéité : voile de verre, non tissé polyester...

2.5.3 COUCHE D'INDEPENDANCE

Dans le cas des revêtements d'étanchéité bitumineux fixés mécaniquement, une couche d'indépendance en voile de verre VV100 conforme aux DTU de la série 43 est systématiquement mise en œuvre entre l'isolant Knauf Therm TTI Se et le revêtement d'étanchéité à sous-face bitumineuse.

2.5.4 ECRAN THERMIQUE SOUS LE REVETEMENT D'ETANCHEITE

- 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 D.T.A., l'ATEX ou l'E.T.N. en vigueur du revêtement d'étanchéité,
 - ou tout autre système décrit dans le D.T.A., l'ATEX ou l'E.T.N. en vigueur 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 D.T.A., l'ATEX ou l'E.T.N. en vigueur du revêtement d'étanchéité.

2.5.5 FIXATIONS MECANIQUES

2.5.5.1 Attelages de fixations pour l'isolant en polystyrène expansé Knauf Therm TTI Se

Vis auto-perceuse ou rivet à expansion et plaquette de répartition métallique (de forme carrée de côtés 64x64 mm ou circulaire de diamètre 70 mm), ou attelages de fixation mécanique à rupture de pont thermique avec plaquette de répartition métallique (de forme circulaire de diamètre 70 mm) conformes à la NF P 84-206 (DTU 43.3) et au Cahier des Prescriptions Techniques Communes (*Cahier du CSTB 3564*).

Dans le cas des procédés Fesco-Knauf Therm Renovtoit BA et Knauf Termotoit Renovtoit BA, la longueur du fût en plastique des attelages de fixation mécanique à rupture de pont thermique est inférieure ou égale à l'épaisseur du panneau Knauf Therm TTI Se ou Knauf Therm TTI Penté Se.

L'ensemble de la fixation constitué de la rondelle et du dispositif de liaison (vis ou rivet) doit présenter une résistance caractéristique à l'arrachement de 90 daN dans la couverture existante (voir § 4.3). Le choix du dispositif de liaison doit répondre à cet objectif, en particulier dans le cas de tôle de parement extérieur des panneaux sandwichs d'épaisseur 0,5 ou 0,6 mm.

Dans le cas de la mise en œuvre sous l'isolant Knauf Therm TTI Se d'un écran thermique protecteur en laine de roche de contrainte en compression à 10 % de déformation inférieure à 100 kPa, les attelages de fixation des isolants sont de type « solide au pas ».

Exemple de référence de vis compatible : SFS IFP2-6,7xL

2.5.5.2 Attelages de fixations pour le revêtement d'étanchéité fixé mécaniquement

Vis auto-perceuse ou rivet à expansion et plaquette de répartition, ou attelages de fixation mécanique à rupture de pont thermique conformes à la NF P 84-206 (DTU 43.3) et au Cahier des Prescriptions Techniques Communes (*Cahier du CSTB 3563*).

Dans le cas des procédés Fesco-Knauf Therm Renovtoit BA et Knauf Termotoit Renovtoit BA, la longueur du fût en plastique des attelages de fixation mécanique à rupture de pont thermique est inférieure ou égale à l'épaisseur du panneau Knauf Therm TTI Se, Knauf Therm TTI Penté Se. Les attelages de fixation mécanique des kits d'étanchéité sont conformes au D.T.A., à l'ATEX ou à l'E.T.N du revêtement d'étanchéité.

L'ensemble de la fixation constitué de la rondelle et du dispositif de liaison (vis ou rivet) doit présenter une résistance caractéristique à l'arrachement de 90 daN minimum dans la couverture existante, conformément à la norme NF P 84-206 (DTU 43.3) (voir § 4.3). Le choix du dispositif de liaison doit répondre à cet objectif, en particulier dans le cas de tôle de parement extérieur des panneaux sandwichs d'épaisseur 0,5 ou 0,6 mm.

Dans le cas de mise en œuvre sous les isolants Knauf Therm TTI Se d'un écran thermique protecteur en laine de roche de contrainte en compression à 10 % de déformation inférieure à 100 kPa, les attelages de fixation du revêtement d'étanchéité sont de type « solide au pas ».

Exemple de référence de vis compatible : SFS IFP2-6,7X1

3. FABRICATION ET CONTROLES

3.1 CENTRES DE FABRICATION

Knauf Île-de-France/Ouest : site Ouest (56204 Cournon-La Gacilly)
Le système de management de la qualité de cette usine est certifié ISO 9001-2015.

3.2 FABRICATION

Se référer au D.T.A. en vigueur du procédé Knauf Therm TTI.

3.3 CONTROLES DE FABRICATION

Se référer au D.T.A. en vigueur du procédé Knauf Therm TTI.

3.4 CONDITIONNEMENT, IDENTIFICATION ET ETIQUETAGE

Se référer au D.T.A. en vigueur du procédé Knauf Therm TTI.

3.5 STOCKAGE

Les blocs et les panneaux en colis sont stabilisés en usine avant expédition de façon à respecter les spécifications de variation dimensionnelle du Tableau 2. Se référer au D.T.A. en vigueur du procédé Knauf Therm TTI.

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

4. DESCRIPTION DE LA MISE EN ŒUVRE

4.1 VERIFICATION PREALABLE DU FONCTIONNEMENT HYGROTHERMIQUE DE LA TOITURE

La transformation d'une couverture sèche en toiture chaude support d'étanchéité à l'aide du procédé Knauf Therm Renovtoit BA nécessite de vérifier au préalable les précautions à prendre contre les risques de condensation. En référence à la norme NF P 34-205-1 (DTU 40.35), les cas suivants peuvent se présenter :

4.1.1 TOITURE FROIDE : COUVERTURE AVEC ISOLATION SOUS PANNE ET PLENUM VENTILE AVEC L'AMBIANCE EXTERIEURE

L'ajout du procédé Knauf Therm Renovtoit BA sur la couverture n'apporte un gain d'isolation thermique à la toiture que si la ventilation du plenum avec l'extérieur est supprimée.

Il conviendra de vérifier que :

- 1) Le local est bien de faible ou moyenne hygrométrie
- 2) La présence de l'isolation existante en sous-face de la couverture permet d'avoir le point de rosée au-dessus de la couverture existante, afin de valider l'absence de risque de condensation (se reporter par exemple au § 6.5.1.1 de la norme NF P 34-205-1) En première approximation, ces dispositions conduisent à prévoir une répartition de l'isolant avec un ratio d'environ 2/3 de la résistance thermique totale de la paroi au-dessus de la couverture existante et de 1/3 au-dessous.

4.1.2 TOITURE CHAUDE : COUVERTURE AVEC ISOLATION SUR PANNES OU ENTRE PANNES, SANS VENTILATION

L'ajout du procédé Knauf Therm Renovtoit BA sur la couverture nécessite une étude particulière validant l'absence de risque de condensation : se reporter au § 6.5.1.1 de la norme NF P 34-205-1 (DTU 40.35).

Cette étude permettra de déterminer la résistance thermique requise du procédé Knauf Therm Renovtoit BA, en fonction de :

- l'hygrométrie des locaux
- de la performance du pare-vapeur, de la résistance thermique et des dispositions relatives à l'isolation existante
- du taux de renouvellement d'air du local
- des données météorologiques locales

4.2 PRINCIPE

Les panneaux isolants sont fixés mécaniquement dans la couverture en plaques métalliques ou en panneaux sandwichs métalliques par les attelages de fixations.

RAPPEL : les plaques de couvertures translucides ne doivent absolument pas être recouvertes par les panneaux isolants ; elles doivent être au préalable remplacées par des plaques de couverture de même nature qu'en partie courante ou par des dispositifs d'éclairage naturel, tels que des lanternes.

Le revêtement d'étanchéité est mis en œuvre par fixation mécanique ou par auto-adhésivité en semi-indépendance, conformément à leur D.T.A., leur ATEX ou leur E.T.N. en vigueur.

Sous revêtement d'étanchéité bitumineux fixé mécaniquement, mise en œuvre du voile de verre (§ 2.5.3) à recouvrements afin d'assurer l'indépendance entre la sous-face bitumineuse du revêtement d'étanchéité et les panneaux Knauf Therm TTI Se.

La mise en œuvre de cet ensemble relève de la compétence d'entreprises d'étanchéité qualifiées.

- prescriptions de stockage et de manutention des matériaux : se reporter aux prescriptions de la NF P 84-206 (DTU 43.3)
- sécurité du personnel ; se reporter aux prescriptions :
 - des normes DTU des couvertures définies au § 1,
 - du Guide CSFE de prévention des risques professionnels sur les chantiers,

Préalablement à la réalisation des travaux, l'entreprise doit :

- fournir à la Société Knauf le plan et la référence du profil de couverture sèche afin de définir les cotes des panneaux Knauf Therm Renovtoit BA 1 et des languettes du Knauf Therm Renovtoit BA 2,
- valider les panneaux Knauf Therm Renovtoit BA 1, soit à partir du plan, soit à partir d'un test sur chantier réalisé à l'aide de panneaux prototypes.

4.3 RECEPTION DU SUPPORT

Un contrôle de la capacité porteuse de la couverture doit être réalisé selon l'Annexe A de la norme NF P 84-208 (DTU 43.5) ainsi que des éléments d'ossature selon l'annexe A de la norme NF P 84-208-1 (DTU 43.5) ; les tableaux 6, 7 et 8 précisent la masse surfacique totale des isolants du procédé Knauf Therm Renovtoit BA.

Un essai d'arrachement de l'attelage de fixation des panneaux isolants et du revêtement d'étanchéité dans la couverture doit être effectué sur site avant réalisation des travaux : la résistance caractéristique à l'arrachement P_k de l'attelage de fixation, mesurée selon l'Annexe 4 des Cahiers CSTB n° 3563 et 3564, doit être d'au moins 90 daN.

Dans le cas de l'emploi d'un écran thermique en panneaux de perlite expansée fibrée (procédé Fesco-Knauf Therm Renovtoit BA), d'épaisseur 30 ou 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 dans le D.T.A. du procédé « Gamme Fesco® non revêtu » (ou à la charge réelle si supérieure).

4.4 MISE EN ŒUVRE DES PANNEAUX ISOLANTS

- Knauf Therm Renovtoit BA 1 :

Les panneaux sont posés jointifs sur la couverture, en relation avec le revêtement d'étanchéité. Ils sont fixés mécaniquement dans l'élément porteur à raison de :

- au moins une fixation préalable au centre de chaque panneau, dans le cas de revêtement d'étanchéité fixé mécaniquement
- 5 à 12 fixations par m^2 selon la norme NF P 84-206 (DTU 43.3), dans le cas de revêtement d'étanchéité auto-adhésif

- Knauf Therm Renovtoit BA 2 :

Chaque lit est posé jointif et est fixé mécaniquement dans l'élément porteur :

- languettes de remplissage découpées en usine ou sur chantier dans des panneaux de Knauf Therm TTI Se : au moins une fixation préalable au centre de chaque languette de longueur maximale 1200 mm et au moins deux fixations préalables dans chaque languette de longueur supérieure à 1200 mm et inférieure à 2500 mm ; cette fixation n'est pas requise lorsque la pose des panneaux du lit supérieur suit immédiatement celle des languettes,
- lit supérieur en panneaux Knauf Therm TTI Se ou Knauf Therm TTI Penté Se :
 - au moins une fixation préalable au centre de chaque panneau, dans le cas de revêtement d'étanchéité fixé mécaniquement
 - 5 à 12 fixations par m^2 selon la norme NF P 84-206 (DTU 43.3), dans le cas de revêtement d'étanchéité auto-adhésif

- Fesco-Knauf Therm Renovtoit BA et Knauf Termotoit Renovtoit BA :

Chaque lit d'isolant est posé jointif et est fixé mécaniquement dans l'élément porteur :

- languettes de remplissage en écran thermique protecteur, découpées en usine ou sur chantier : au moins une fixation au centre de chaque languette ; cette fixation n'est pas requise lorsque la pose des panneaux du lit supérieur suit immédiatement celle des languettes
- 1^{er} lit supérieur en écran thermique protecteur : au moins une fixation métallique au centre de chaque panneau
- 2^{ème} lit supérieur en panneaux Knauf Therm TTI Se ou Knauf Therm TTI Penté Se
 - au moins une fixation préalable au centre de chaque panneau, dans le cas de revêtement d'étanchéité fixé mécaniquement
 - 5 à 12 fixations par m^2 selon la norme NF P 84-206 (DTU 43.3), dans le cas de revêtement d'étanchéité auto-adhésif

Le traitement des points singuliers (costières, traversées, recoupements...) est réalisé conformément aux D.T.A. en vigueur des procédés Fesco-Knauf Therm et Knauf Termotoit.

4.5 PROTECTION DES TRANCHES DES PANNEAUX AU DROIT DES RELEVES ET EMERGENCES

Dans le cas de revêtements d'étanchéité à base de bitume soudés à la flamme, les tranches des panneaux sont protégées au droit des relevés et émergences par une équerre rapportée selon le D.T.A., l'ATEX ou l'E.T.N. en vigueur du revêtement d'étanchéité.

4.6 MISE EN ŒUVRE DE LA COUCHE DE SEPARATION CHIMIQUE, ET DE L'ECRAN THERMIQUE SOUS LE REVETEMENT D'ETANCHEITE

- Sous revêtement d'étanchéité synthétique, mise en œuvre lorsque nécessaire de la couche de séparation chimique (§ 2.52) à recouvrements, selon le D.T.A., l'ATEX ou l'E.T.N. en vigueur du revêtement d'étanchéité
- sous revêtement d'étanchéité utilisant la soudure à la flamme entre lés, mise en œuvre de l'écran thermique (§ 2.53) à recouvrements de 10 cm, selon le D.T.A., l'ATEX ou l'E.T.N. en vigueur du revêtement d'étanchéité
- dans d'autres cas, se reporter au D.T.A., à l'ATEX ou à l'E.T.N. en vigueur du revêtement d'étanchéité

4.7 MISE EN ŒUVRE DES REVETEMENTS D'ETANCHEITE

La mise en œuvre du revêtement d'étanchéité et de la végétalisation éventuelle ainsi que les limites de pente d'emploi et d'exposition aux effets du vent, sont conformes au D.T.A., à l'ATEX ou à l'E.T.N. en vigueur et aux prescriptions des fabricants.

Dans le cas de revêtement d'étanchéité fixé mécaniquement, les feuilles d'étanchéité sont fixées mécaniquement à l'élément porteur au travers de l'isolant. Sauf dispositions particulières propres aux documents de référence de l'élément porteur, les lignes de fixations sont placées perpendiculairement aux nervures, ou ondes des plaques métalliques existantes.

4.8 OUVRAGES PARTICULIERS

Des dispositions constructives doivent être mises en œuvre afin d'adapter la couverture sèche à une toiture support d'étanchéité, notamment vis-à-vis de l'évacuation des eaux pluviales, de la présence de neige ainsi qu'à toute traversée et point singulier.

4.8.1 EXEMPLE DE NOUE CENTRALE ET DE NOUE DE RIVE (VOIR FIGURES 6 ET 7)

Le chéneau existant est remplacé par une tôle pliée fixée mécaniquement, de part et d'autre des rives, comme support du complexe isolant et du revêtement d'étanchéité. Le dimensionnement de cette tôle doit être réalisé afin d'assurer la stabilité mécanique de la noue sous le phénomène d'accumulation d'eau. De même une vérification de l'ossature porteuse des éléments de couverture dans la noue ainsi que de l'implantation des dispositifs d'évacuation d'eaux pluviales doivent être réalisés, selon les annexes D et E de la norme NF DTU 43.3 P1-1.

4.8.2 EXEMPLE DE FAITAGE (VOIR FIGURE 8)

Les faîtières existantes à angles vifs peuvent être conservées.

Les faîtières à boudin sont remplacées par une tôle pliée fixée mécaniquement, de part et d'autre des rives de la couverture, comme support du complexe isolant et du revêtement d'étanchéité. Le dimensionnement de cette tôle doit être réalisé afin d'assurer la stabilité mécanique du faitage sous l'action des charges descendantes et ascendantes.

4.8.3 EXEMPLE DE RACCORDEMENT EN PIGNON (VOIR FIGURE 9)

Les bandes de rive sont remplacées par une costière métallique dimensionnée selon la norme NF DTU 43.3 P1-1.

- Dans le cas des procédés Knauf Therm Renovtoit BA 1 et BA 2, cette costière repose et est fixée mécaniquement sur la tête des ondes de la couverture.
- Dans le cas des procédés Fesco-Knauf Therm Renovtoit BA et Knauf Termotoit Renovtoit BA, le talon de la costière repose sur le panneau intermédiaire en perlite expansée (fibrée) ou en laine de roche de classe de compressibilité C et est fixée mécaniquement sur la tête des ondes de la couverture à l'aide d'un attelage solide au pas. La mise en œuvre de l'aile horizontale de la costière métallique sur le panneau de perlite expansée (fibrée) ou de laine de roche de compressibilité C ne concerne pas la mise en œuvre des costières de lanterneaux (ou voûtes – bandes filantes éclairantes) ou support de contre-bardage. La hauteur de la costière est limitée à 450 mm. D'autres dispositions figurent dans les D.T.A. en vigueur des procédés Fesco-Knauf Therm et Termotoit-Knauf Therm.

5. ASSISTANCE TECHNIQUE

La Société Knauf peut fournir, à la demande des entreprises qui en font la demande pour le démarrage d'un chantier, une assistance technique afin de préciser les particularités de mise en œuvre du procédé et de ses composants. Cette assistance ne peut être assimilée ni à la conception de l'ouvrage, ni à la réception des supports, ni à un à contrôle des règles de mise en œuvre.

6. DETERMINATION DE LA PERFORMANCE THERMIQUE

La performance thermique du procédé Knauf Therm Renovtoit BA doit répondre aux exigences de la réglementation thermique applicable aux travaux de rénovation. Les Règles Th-Bât donnent la méthode de calcul du coefficient de déperdition thermique d'une toiture-terrasse.

Des exemples de résistance thermique utile et de coefficient de déperdition thermique du procédé Knauf Therm Renovtoit BA figurent aux tableaux 6 à 8.

7. DEMARCHE ENVIRONNEMENTALE

Les impacts environnementaux et sanitaires des panneaux Knauf Therm TTI Se ont été déterminés conformément à la norme NF EN 15804+A2 suite à une analyse du cycle de vie. Ils figurent dans les fiches de déclaration environnementale et sanitaire (FDES) de ces panneaux, disponibles sur le site internet www.inies.fr ou www.knauf.fr.

PARTIE B : KNAUF STEELTHANE RENOVTOIT BA

2. DESCRIPTION

2.1 DESIGNATION COMMERCIALE

Le procédé Knauf SteelThane Renovtoit BA comprend trois systèmes :

- Knauf SteelThane Renovtoit BA, système de deux panneaux (voir figure 3bis) :
 - Languette de remplissage entre les nervures des plaques de couverture, en Knauf Therm TTI Se d'épaisseur minimale 30 mm ou en Knauf SteelThane d'épaisseur minimale 40 mm
 - Panneau supérieur en Knauf SteelThane d'épaisseur 40 à 160 mm, en un ou deux lits
 - L'épaisseur totale du système est de 260 mm au maximum.

- Fesco-Knauf SteelThane Renovtoit BA, système en trois panneaux (voir figure 5bis) :
 - Languette de remplissage entre les nervures des plaques de couverture, en perlite expansée (fibrée) Fesco C d'épaisseur minimale 30 mm,
 - Panneau intermédiaire en perlite expansée (fibrée) à bords droits, référence Fesco C d'épaisseur 30 à 60 mm,
 - Panneau supérieur en Knauf SteelThane d'épaisseur 40 à 160 mm, en un ou deux lits
 - L'épaisseur totale du système est de 260 mm au maximum.

- Knauf SteelToit Renovtoit BA, système en trois panneaux (voir figure 5bis) :
 - Languette de remplissage entre les nervures des plaques de couverture, en laine de roche, d'épaisseur minimale 40 mm
 - Panneau intermédiaire en laine de roche, d'épaisseur 40 à 60 mm
 - Panneau supérieur en Knauf SteelThane d'épaisseur 40 à 160 mm, en un deux lits
 - L'épaisseur totale du système est de 260 mm au maximum.

Les domaines d'emploi de ces systèmes sont détaillés dans le Tableau 1bis.

2.2 DEFINITION

Les panneaux et les languettes Knauf SteelThane font l'objet d'une déclaration des performances établie par la Société Knauf sur la base de la norme NF EN 13165 ; ils sont certifiés par l'ACERMI et visés par un D.T.A. en tant que support de revêtement d'étanchéité.

2.2.1 NATURE CHIMIQUE

Les panneaux Knauf SteelThane sont composés :

- D'une âme en mousse de polyuréthane ignifugée de type PIR de couleur crème, obtenue à partir de polyols et de polyisocyanates par expansion au pentane ;
- De deux parements en aluminium d'épaisseur 50 µm, gaufrés.

2.2.2 SPECIFICATIONS

Voir tableau 9 et figure 4.

Remarque : Selon l'Annexe D des « Règles Professionnelles – Isolants supports d'étanchéité en indépendance sous protection lourde », à défaut de résultat d'essais, la classe de compressibilité à retenir, résultant de la superposition d'isolants de nature

différente, est la classe la plus faible. Ainsi, les classes de compressibilité des systèmes du procédé Knauf SteelThane Renovtoit BA, définis au §2.1, sont les suivantes :

- Knauf SteelThane Renovtoit BA : classe B à 80 °C et C à 60 °C dans le cas des languettes en Knauf Therm TTI Se ; classe C à 80 °C dans le cas des languettes en Knauf SteelThane
- Fesco-Knauf SteelThane Renovtoit BA : classe C à 80 °C
- Knauf SteelToit Renovtoit BA : classe B dans le cas des languettes en laine de roche de classe B, et classe C dans le cas des languettes en laine de roche de classe C.

2.2.3 AUTRES CARACTERISTIQUES (A TITRE INDICATIF)

Voir tableau 10.

2.2.4 RESISTANCE THERMIQUE

Le tableau 11 donne, pour chaque épaisseur, la résistance thermique forfaitaire de l'isolant recouvrant les nervures et entre nervures, à prendre en compte pour le calcul des coefficients de déperdition thermique.

Ces valeurs sont celles du Knauf Therm TTI Se et Knauf SteelThane, respectivement objets des Certificats ACERMI 03/007/182 et 15/007/1074 en cours de validité en 2024. Il appartiendra à l'utilisateur de se référer au Certificat ACERMI de l'année en cours. A défaut d'un certificat valide, les résistances thermiques de l'isolant seront calculées en prenant la conductivité selon les Règles Th-Bât.

Sur consultation du Support Technique Knauf, la valeur de résistance thermique utile du procédé Knauf SteelThane Renovtoit BA peut être calculée par la méthode des réseaux maillés, avec prise en compte de l'isolant entre nervures et de la géométrie du bac : des exemples de résistances thermiques utiles figurent aux tableaux 12, 13 et 14.

2.3 DEFINITION DES PANNEAUX EN PERLITE EXPANSEE (FIBREE)

Panneau de perlite expansée (fibrée) à bords droits, référence « Fesco C », objet d'une déclaration des performances sur la base de la norme NF EN 13169 et visé par un D.T.A. en vigueur comme support de revêtement d'étanchéité. Les languettes, découpées dans ces panneaux, sont de longueur maximale 1200 mm.

2.4 DEFINITION DES PANNEAUX EN LAINE DE ROCHE

Panneau de laine de roche à bords droits, par exemple de référence « DDP RT », objet d'une déclaration des performances sur la base de la norme NF EN 13162 et visé par un D.T.A. en vigueur comme support de revêtement d'étanchéité, pour la destination et la protection prévues. Les languettes, découpées dans ces panneaux, sont de longueur maximale 1200 mm.

2.5 AUTRES MATERIAUX

2.5.1 MATERIAUX D'ETANCHEITE

Revêtements d'étanchéité non traditionnels apparents ou sous végétalisation, fixés mécaniquement ou autoadhésifs, en feuille bitumineuse ou synthétique et matériaux pour relevés, définis par le D.T.A., l'ATEX ou l'E.T.N. en vigueur. Ils doivent être validés par les fabricants pour une application sur le polystyrène expansé et les éléments porteurs en tôle d'acier nervurée conforme à la NF P 84-206 (DTU 43.3).

Les revêtements d'étanchéité doivent avoir le classement « FIT » défini dans le D.T.A. en vigueur du panneau Knauf Therm TTI Se.

2.5.2 FIXATIONS MECANIQUES

2.5.2.1 Attelages de fixations pour l'isolant en polyuréthane de type PIR

Vis auto-perceuse ou rivet à expansion et plaquette de répartition métalliques (de forme carrée de côtés 64 × 64 mm ou circulaire de diamètre 70 mm).

Dans le cas des procédés Fesco-Knauf SteelThane Renovtoit BA et Knauf Steeltoit Renovtoit BA, la longueur du fût en plastique des attelages de fixation mécanique à rupture de pont thermique est inférieure ou égale à l'épaisseur du panneau KnaufSteelThane.

Exemple de référence de vis compatible : SFS IFP2-6,7xL

2.5.2.2 Attelages de fixations pour le revêtement d'étanchéité fixée mécaniquement

Vis auto-perceuse ou rivet à expansion et plaquette de répartition, ou attelages de fixation mécanique à rupture de pont thermique conformes à la NF P 84-206 (DTU 43.3) et au Cahier des Prescriptions Techniques Communes (*Cahier du CSTB 3563*).

L'ensemble de la fixation constitué de la rondelle et du dispositif de liaison (vis ou rivet) doit présenter une résistance caractéristique à l'arrachement de 90 daN minimum dans la couverture existante, conformément à la norme NF P 84-206 (DTU 43.3) (voir § 4.3).

Dans le cas de mise en œuvre sous les isolants Knauf SteelThane Renovtoit BA d'un écran thermique protecteur en laine de roche de contrainte en compression à 10 % de déformation inférieure à 100 kPa, les attelages de fixation du revêtement d'étanchéité sont de type « solide au pas ».

Exemple de référence de vis compatible : SFS IFP2-6,7xL

3. FABRICATION ET CONTROLES

3.1 CENTRES DE FABRICATION

Knauf ISBA (89000 Auxerre)

Le système de management de la qualité de cette usine est certifié ISO 9001-2015.

3.2 FABRICATION

Se référer au D.T.A. en vigueur du procédé « Knauf Steelthane avec écran thermique ».

3.3 CONTROLES DE FABRICATION

Se référer au D.T.A. en vigueur du procédé « Knauf Steelthane avec écran thermique ».

3.4 CONDITIONNEMENT, IDENTIFICATION ET ETIQUETAGE

Languettes Knauf Therm TTI Se : se référer au D.T.A. en vigueur du procédé Knauf Therm TTI.

Panneaux Knauf SteelThane : se référer au D.T.A. en vigueur du procédé « Knauf Steelthane avec écran thermique ».

3.5 STOCKAGE

3.5.1 STOCKAGE DES LANGUETTES EN KNAUF THERM TTI SE

Les blocs et les languettes de Knauf Therm TTI Se en colis sont stabilisés en usine avant expédition de façon à respecter les spécifications de variation dimensionnelle du Tableau 2. Se référer au D.T.A. en vigueur du procédé Knauf Therm TTI. Un stockage sous emballage d'origine est demandé à tous les dépositaires ainsi qu'aux entrepreneurs sur les chantiers.

3.5.2 STOCKAGE DES LANGUETTES ET PANNEAUX EN KNAUF STEELTHANE

- Stockage en usine : se référer au D.T.A. en vigueur du procédé « Knauf Steelthane avec écran thermique ».
- Stockage chez les dépositaires et sur chantier : un stockage à l'abri des intempéries (pluie et ensoleillement) est demandé à tous les dépositaires ainsi qu'aux entrepreneurs sur les chantiers. L'emballage fermé des colis permet toutefois, pour une courte durée (inférieure à 4 semaines), leur stockage en extérieur.

4. DESCRIPTION DE LA MISE EN ŒUVRE

4.1 VERIFICATION PREALABLE DU FONCTIONNEMENT HYGROTHERMIQUE DE LA TOITURE

La transformation d'une couverture sèche en toiture chaude support d'étanchéité à l'aide du procédé Knauf SteelThane Renvoit BA nécessite de vérifier au préalable les précautions à prendre contre les risques de condensation. En référence à la norme NF P 34-205-1 (DTU 40.35), les cas suivants peuvent se présenter :

4.1.1 TOITURE FROIDE : COUVERTURE AVEC ISOLATION SOUS PANNE ET PLENUM VENTILE AVEC L'AMBIANCE EXTERIEURE

L'ajout du procédé Knauf SteelThane Renvoit BA sur la couverture n'apporte un gain d'isolation thermique à la toiture que si la ventilation du plenum avec l'extérieur est supprimée.

Il conviendra de vérifier que :

- 1) Le local est bien de faible ou moyenne hygrométrie
- 2) La présence de l'isolation existante en sous-face de la couverture permet d'avoir le point de rosée au-dessus de la couverture existante, afin de valider l'absence de risque de condensation (se reporter par exemple au § 6.5.1.1 de la norme NF P 34-205-1) En première approximation, ces dispositions conduisent à prévoir une répartition de l'isolant avec un ratio d'environ 2/3 de la résistance thermique totale de la paroi au-dessus de la couverture existante et de 1/3 au-dessous.

4.1.2 TOITURE CHAUDE : COUVERTURE AVEC ISOLATION SUR PANNES OU ENTRE PANNES, SANS VENTILATION

L'ajout du procédé Knauf SteelThane Renvoit BA sur la couverture nécessite une étude particulière validant l'absence de risque de condensation : se reporter au § 6.5.1.1 de la norme NF P 34-205-1 (DTU 40.35).

Cette étude permettra de déterminer la résistance thermique requise du procédé Knauf SteelThane Renvoit BA, en fonction de :

- l'hygrométrie des locaux
- la performance du pare-vapeur, de la résistance thermique et des dispositions relatives à l'isolation existante
- taux de renouvellement d'air du local
- données météorologiques locales

4.2 PRINCIPE

Les panneaux isolants sont fixés mécaniquement dans la couverture en plaques métalliques ou en panneaux sandwichs métalliques par les attelages de fixations.

RAPPEL : les plaques de couvertures translucides ne doivent absolument pas être recouvertes par les panneaux isolants ; elles doivent être au préalable remplacées par des plaques de couverture de même nature qu'en partie courante ou par des dispositifs d'éclairage naturel, tels que des lanternes.

Le revêtement d'étanchéité est mis en œuvre par fixation mécanique en semi-indépendance, conformément à son D.T.A., son ATEX ou son E.T.N. en vigueur.

La mise en œuvre de cet ensemble relève de la compétence d'entreprises d'étanchéité qualifiées.

- prescriptions de stockage et de manutention des matériaux : se reporter aux prescriptions de la NF P 84-206 (DTU 43.3)
- sécurité du personnel : se reporter aux prescriptions :
 - des normes DTU des couvertures définies au § 1,
 - du Guide CSFE de prévention des risques professionnels sur les chantiers,

Préalablement à la réalisation des travaux, l'entreprise doit fournir à la Société Knauf le plan et la référence du profil de couverture sèche afin de définir les cotes des languettes en Knauf Therm TTI Se ou en Knauf SteelThane du procédé Knauf SteelThane Renovtoit BA.

4.3 RECEPTION DU SUPPORT

Un contrôle de la capacité porteuse de la couverture doit être réalisé selon l'Annexe A de la norme NF P 84-208 (DTU 45.5) ainsi que des éléments d'ossature selon l'annexe A de la norme NF P 84-208-1 (DTU 43.5) ; les tableaux 12, 13 et 14 précisent la masse surfacique totale des isolants du procédé Knauf SteelThane Renovtoit BA.

Un essai d'arrachement de l'attelage de fixation des panneaux isolants et du revêtement d'étanchéité dans la couverture doit être effectué sur site avant réalisation des travaux : la résistance caractéristique à l'arrachement Pk de l'attelage de fixation, mesurée selon l'Annexe 4 des Cahiers CSTB n° 3563 et 3564, doit être d'au moins 90 daN.

Dans le cas de l'emploi d'un écran thermique en panneaux de perlite expansée fibrée (procédé Fesco-Knauf SteelThane Renovtoit BA), d'épaisseur 30 ou 35 mm, la portée maximale d'utilisation des TAN est celle qui correspond à une charge d'exploitation, selon le tableau « portée-charges » de la fiche technique du profil, au moins égale à la valeur indiquée dans le D.T.A. du procédé « Gamme Fesco® non revêtu » (ou à la charge réelle si supérieure).

4.4 MISE EN ŒUVRE DES PANNEAUX ISOLANTS

Languettes de remplissage :

- languettes en Knauf Therm TTI Se découpées dans les usines Knauf (cf Partie A § 3.1) ou sur chantier
 - languettes en Knauf SteelThane découpées sur chantier, uniquement dans la longueur et la largeur, mais pas dans l'épaisseur
 - languettes en panneaux de laine de roche et en perlite expansée fibrée : découpées en usine ou sur chantier
- Knauf SteelThane Renovtoit BA

Chaque lit est posé jointif et est fixé mécaniquement dans l'élément porteur :

- Languettes de remplissage : au moins une fixation préalable au centre de chaque languette de longueur maximale 1200 mm et au moins deux fixations préalables dans chaque languette de longueur supérieure à 1200 mm et inférieure à 2500 mm ; cette fixation n'est pas requise lorsque la pose des panneaux du lit supérieur suit immédiatement celle des languettes,
- lit supérieur en panneaux Knauf SteelThane : se référer au D.T.A. en vigueur du procédé « Knauf Steelthane avec écran thermique ».

- Fesco-Knauf SteelThane Renovtoit BA et Knauf Steeltoit Renovtoit BA

Chaque lit d'isolant est posé jointif et est fixé mécaniquement dans l'élément porteur :

- languettes de remplissage en écran thermique protecteur : au moins une fixation au centre de chaque languette ; cette fixation n'est pas requise lorsque la pose des panneaux du lit supérieur suit immédiatement celle des languettes
- 1^{er} lit supérieur en écran thermique protecteur : au moins une fixation métallique au centre de chaque panneau
- 2^e lit supérieur en panneaux Knauf SteelThane : se référer au D.T.A. en vigueur du procédé « Knauf Steelthane avec écran thermique ».

4.7 MISE EN ŒUVRE DES REVETEMENTS D'ETANCHEITE

La mise en œuvre du revêtement d'étanchéité et de la végétalisation éventuelle ainsi que les limites de pente d'emploi et d'exposition aux effets du vent, sont conformes au D.T.A., à l'ATEX ou à l'E.T.N. en vigueur et aux prescriptions des fabricants.

Dans le cas de revêtement d'étanchéité fixé mécaniquement, les feuilles d'étanchéité sont fixées mécaniquement à l'élément porteur au travers de l'isolant. Sauf dispositions particulières propres aux documents de référence de l'élément porteur, les lignes de fixations sont placées perpendiculairement aux nervures, ou ondes des plaques métalliques existantes.

4.8 OUVRAGES PARTICULIERS

Des dispositions constructives doivent être mises en œuvre afin d'adapter la couverture sèche à une toiture support d'étanchéité, notamment vis-à-vis de l'évacuation des eaux pluviales ainsi qu'à toute traversée et point singulier.

4.8.1 EXEMPLE DE NOUE CENTRALE ET DE NOUE DE RIVE (VOIR FIGURES 6 ET 7)

Le chéneau existant est remplacé par une tôle pliée fixée mécaniquement, de part et d'autre des rives, comme support du complexe isolant et du revêtement d'étanchéité. Le dimensionnement de cette tôle doit être réalisé afin d'assurer la stabilité mécanique de la noue sous le phénomène d'accumulation d'eau. De même une vérification de l'ossature porteuse des éléments de couverture dans la noue ainsi que de l'implantation des dispositifs d'évacuation d'eaux pluviales doivent être réalisés, selon les annexes D et E de la norme NF DTU 43.3 P1-1.

4.8.2 EXEMPLE DE FAITAGE (VOIR FIGURE 8)

Les faîtières existantes à angles vifs peuvent être conservées.

Les faîtières à boudin sont remplacées par une tôle pliée fixée mécaniquement, de part et d'autre des rives de la couverture, comme support du complexe isolant et du revêtement d'étanchéité. Le dimensionnement de cette tôle doit être réalisé afin d'assurer la stabilité mécanique du faitage sous l'action des charges descendantes et ascendantes.

4.8.3 EXEMPLE DE RACCORDEMENT EN PIGNON (VOIR FIGURE 9BIS)

Les bandes de rive sont remplacées par une costière métallique dimensionnée selon la norme NF DTU 43.3 P1-1.

- dans le cas des procédés Knauf SteelThane Renovtoit BA, cette costière repose et est fixée mécaniquement sur la tête des ondes de la couverture.
- dans le cas du procédé Fesco-Knauf SteelThane Renovtoit BA, le talon de la costière repose sur le panneau intermédiaire en perlite expansée (fibrée) et est fixé mécaniquement sur la tête des ondes de la couverture à l'aide d'un attelage solide au pas (Figure 9bis). 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. La hauteur de la costière est limitée à 450 mm. D'autres dispositions figurent dans le D.T.A. en vigueur du procédé « Knauf SteelThane avec écran thermique ».

5. ASSISTANCE TECHNIQUE

La Société Knauf peut fournir, à la demande des entreprises qui en font la demande pour le démarrage d'un chantier, une assistance technique afin de préciser les particularités de mise en œuvre du procédé et de ses composants. Cette assistance ne peut être assimilée ni à la conception de l'ouvrage, ni à la réception des supports, ni à un contrôle des règles de mise en œuvre.

6. DETERMINATION DE LA PERFORMANCE THERMIQUE

La performance thermique du procédé Knauf SteelThane Renovtoit BA doit répondre aux exigences de la réglementation thermique applicable aux travaux de rénovation. Les Règles Th-Bât donnent la méthode de calcul du coefficient de déperdition thermique d'une toiture-terrasse.

Des exemples de résistance thermique utile et de coefficient de déperdition thermique du procédé Knauf SteelThane Renovtoit BA figurent aux tableaux 12 à 14.

7. DEMARCHE ENVIRONNEMENTALE

Les impacts environnementaux et sanitaires des isolants du procédé Knauf SteelThane Renovtoit BA ont été déterminés conformément à la norme NF EN 15804+A2 à la suite d'une analyse du cycle de vie. Ils figurent dans les fiches de déclaration environnementale et sanitaire (FDES) des panneaux Knauf Therm TTI Se et Knauf SteelThane disponibles sur le site internet www.inies.fr ou www.knauf.fr.

II. JUSTIFICATIFS

- Rapports d'essais cités dans les D.T.A. des panneaux Knauf Therm TTI Se, Fesco-Knauf Therm, Knauf Termotoit et Knauf SteelThane avec écran thermique
- Rapport de classement européen de réaction au feu des panneaux Knauf SteelThane Euroclasse D-s2, d0 n° RA20-0106 du CSTB
- Rapport de classement européen de réaction au feu des panneaux Knauf Therm TTI Se Euroclasse E n° RA16-0141 du CSTB
- Rapport de classement européen de réaction au feu du procédé Fesco-Knauf Therm Euroclasse B-s1, d0 n° RA22-0224 du CSTB
- Rapport de classement européen de réaction au feu du procédé Knauf Termotoit Euroclasse B-s1, d0 n° RA22-0223 du CSTB
- Rapport de classement européen de réaction au feu du procédé Knauf SteelToit Euroclasse B-s1, d0 n° RA22-0123 du CSTB
- Rapport de classement européen de réaction au feu du procédé Fesco-Knauf Steelhane Euroclasse B-s1, d0 n° RA22-0226 du CSTB
- Rapport d'essais d'arrachement des vis SFS IFP2-6,7xL n° 31.16 selon norme NF P 30-313
- Rapport d'essais APPLUS n° 19/20285-2073
- Certificat ACERMI n° 03/007/182
- Certificat ACERMI n° 15/007/1074
- Déclarations des performances

III. REFERENCES

L'ensemble des usines Knauf produisent régulièrement depuis 1983. Le procédé Knauf Renovtoit BA a été appliqué depuis 1996 sur plus de 660 000 de m² de toitures en rénovation de couvertures métalliques, dont 3000 m² avec les procédés Knauf SteelThane/SteelToit Renovtoit BA depuis 2022.

IV. FIGURES ET TABLEAUX

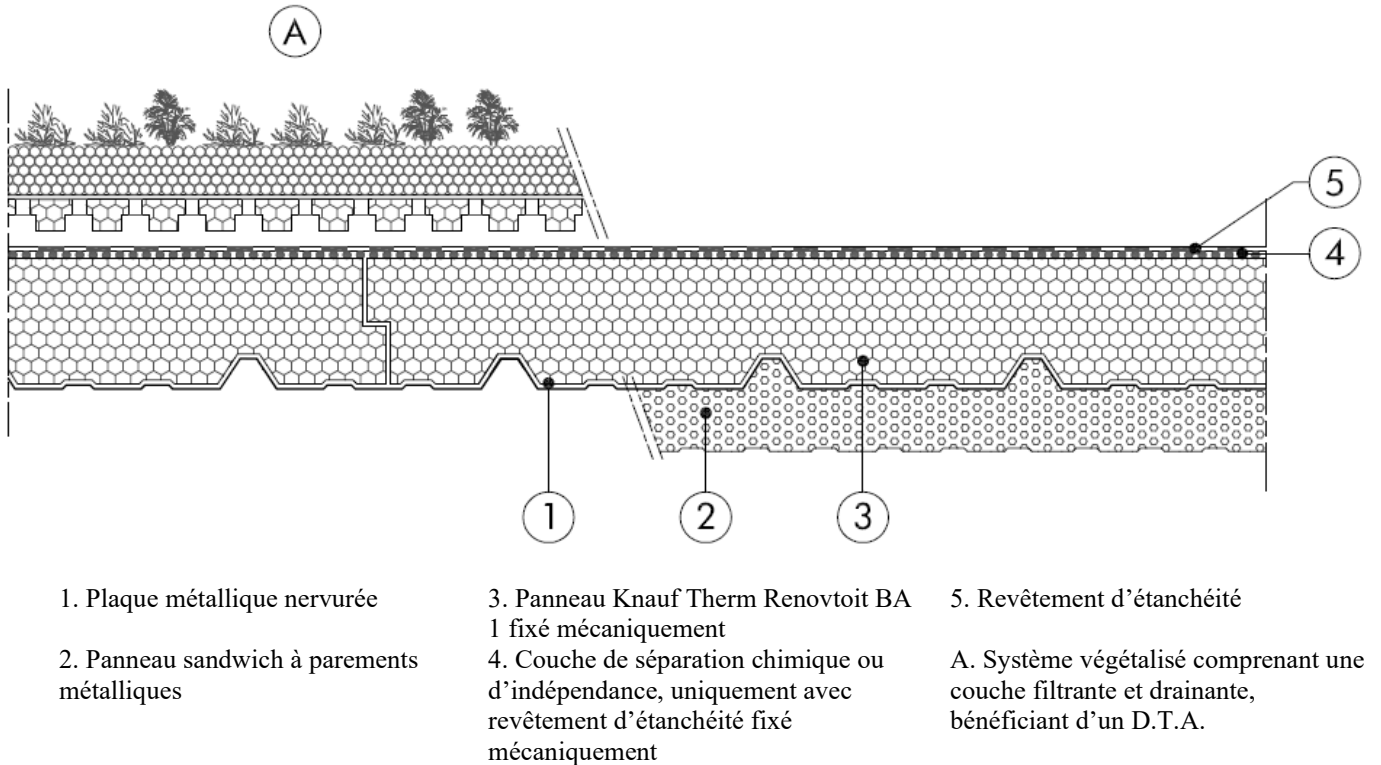
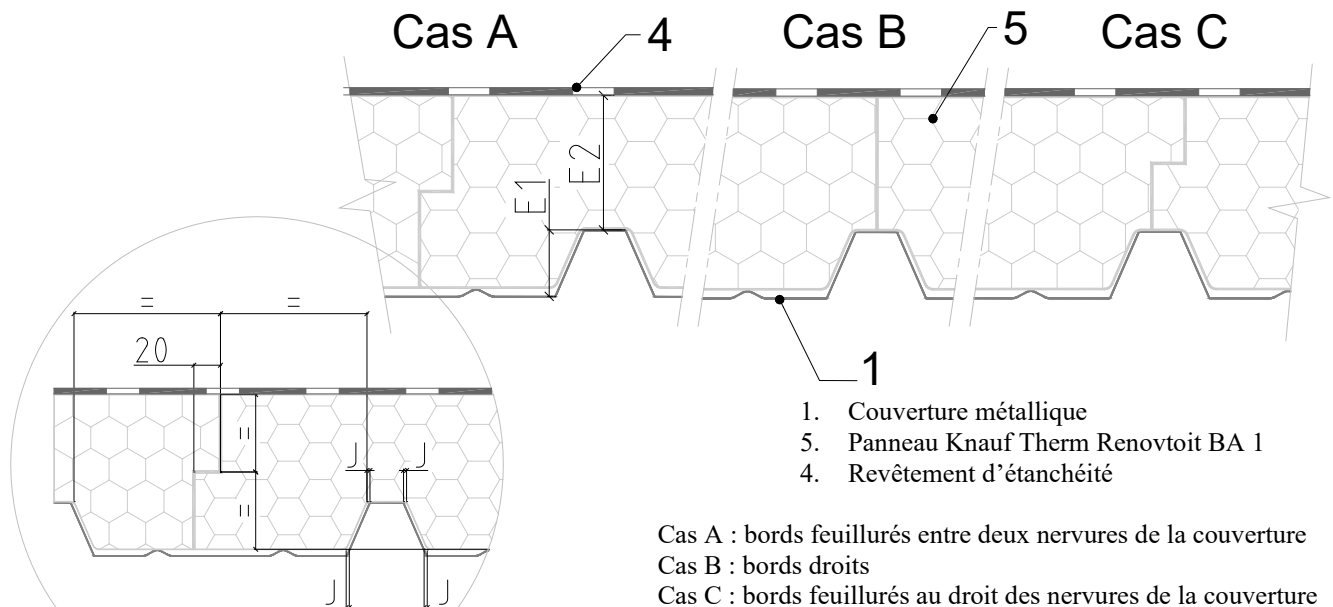
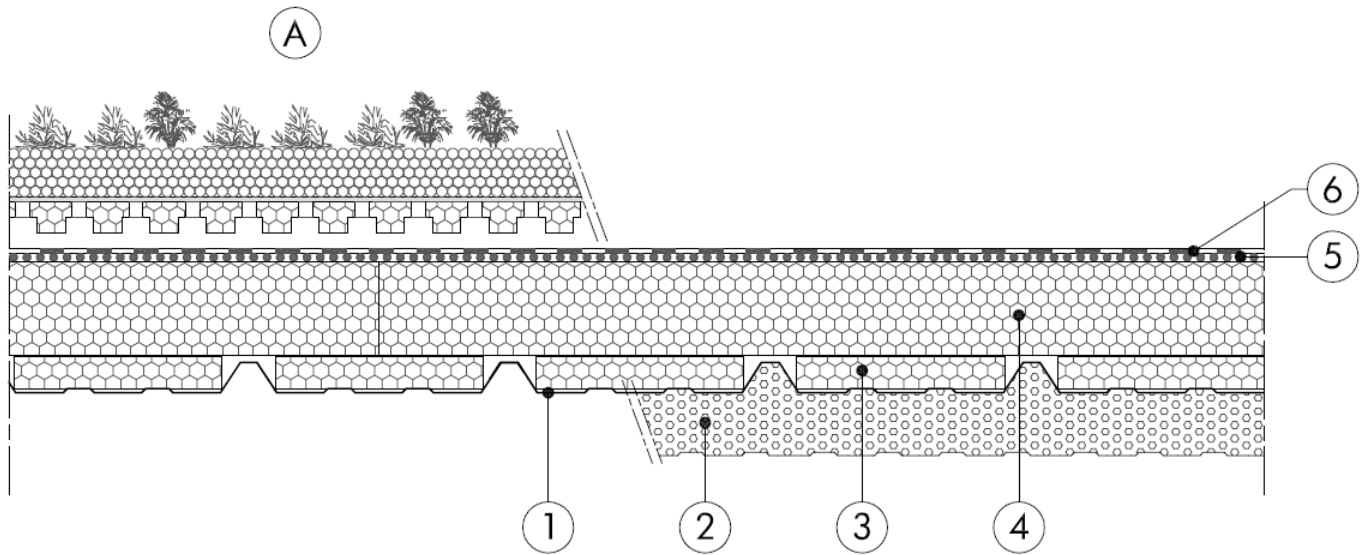


Figure 1 : Procédé Knauf Therm Renovtoit BA 1 – schéma de principe



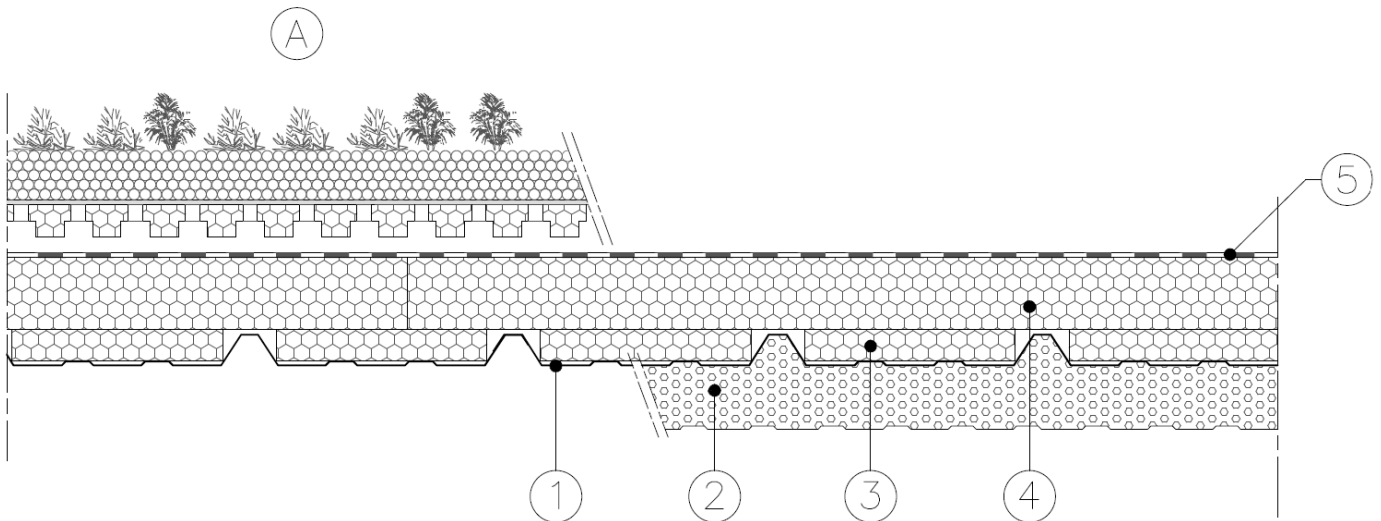
Zoom sur la cotation des bords feuillurés des panneaux et des « j »
 Pour la définition des grandeurs E1, E2, et J, voir Tableau 2.

Figure 2 : Procédé Knauf Therm Renovtoit BA 1 – cotation



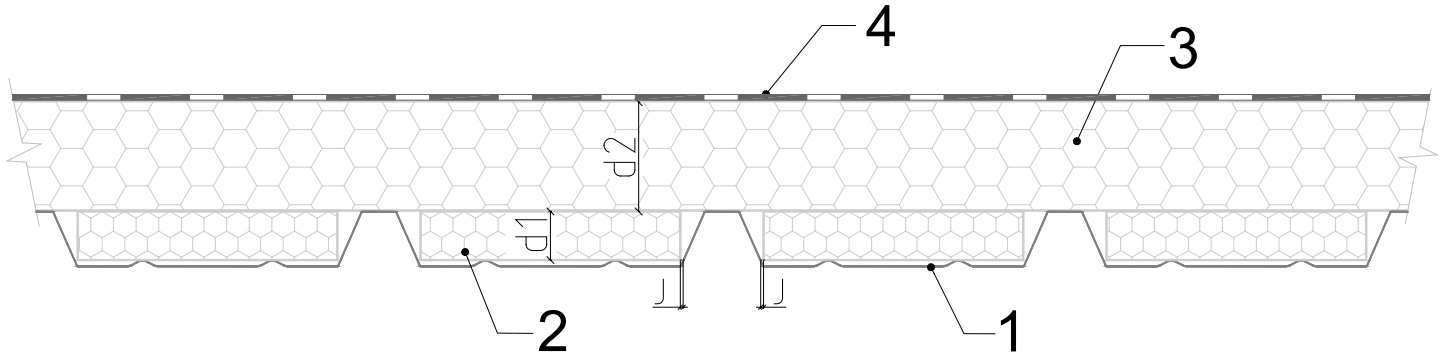
- | | | |
|---|--|--|
| 1. Plaque métallique nervurée | 3. Languette de Knauf Therm TTI Se fixée mécaniquement | 5. Couche de séparation chimique ou d'indépendance, uniquement avec revêtement d'étanchéité fixé mécaniquement |
| 2. Panneau sandwich à parements métalliques | 4. Panneau Knauf Therm TTI fixé mécaniquement | 6. Revêtement d'étanchéité |
- A. Système végétalisé comprenant une couche filtrante et drainante, bénéficiant d'un D.T.A.

Figure 3 : Procédé Knauf Therm Renvoit BA 2 – schéma de principe



- | | | |
|---|--|---|
| 1. Plaque métallique nervurée | 3. Languette de Knauf Therm TTI Se ou Knauf SteelThane fixée mécaniquement | 5. Revêtement d'étanchéité fixé mécaniquement |
| 2. Panneau sandwich à parements métalliques | 4. Panneau Knauf SteelThane fixé mécaniquement | |
- A. Système végétalisé comprenant une couche filtrante et drainante, bénéficiant d'un D.T.A.

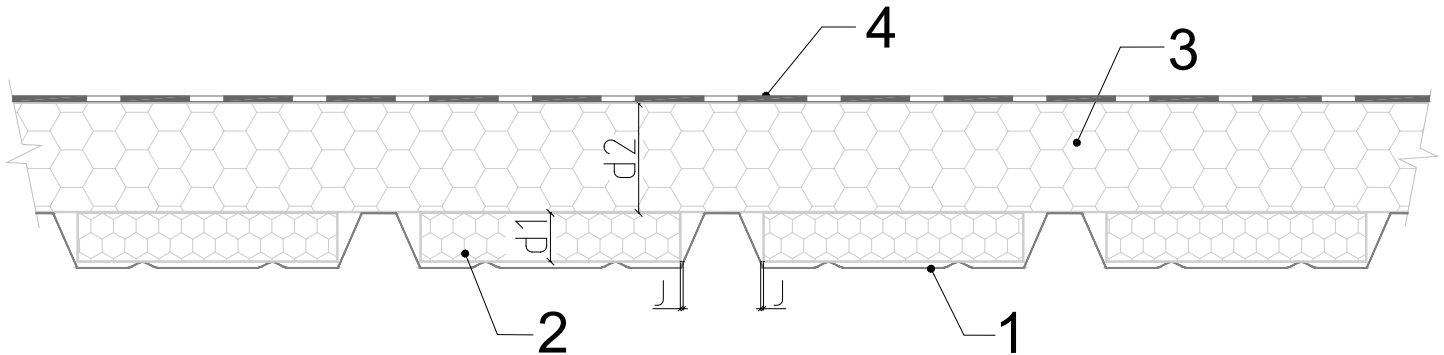
Figure 3bis : Procédé Knauf SteelThane Renvoit BA – schéma de principe



1. Couverture métallique
2. Languette de Knauf Therm TTI Se
3. Panneau Knauf Therm TTI Se
4. Revêtement d'étanchéité

Pour la définition des grandeurs $d1$, $d2$ et J , voir Tableau 2.

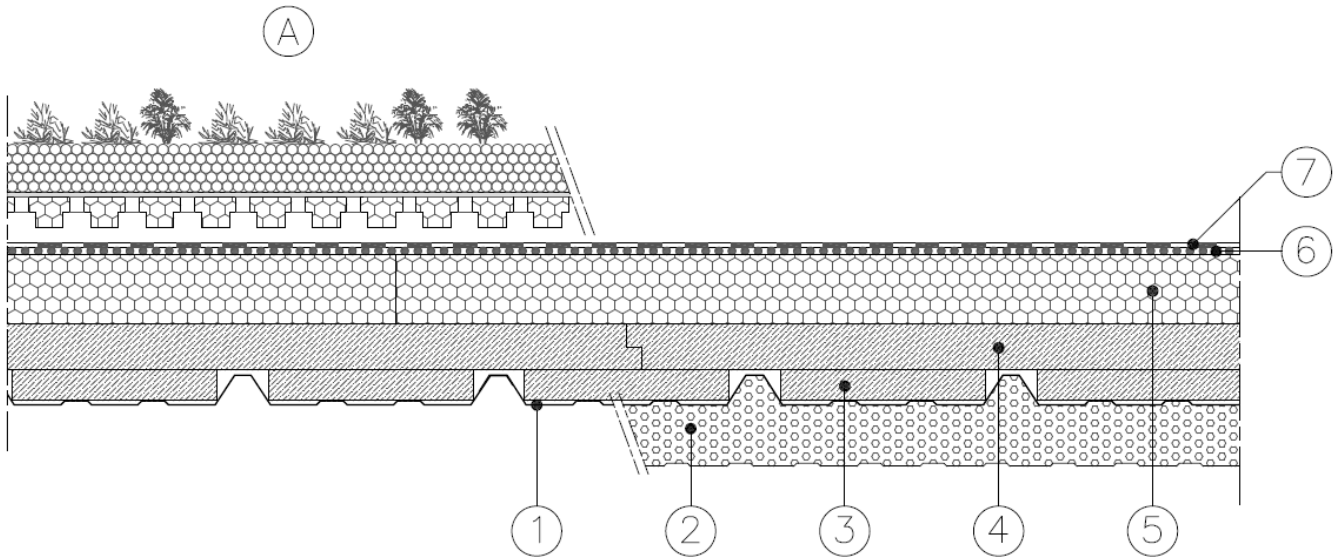
Figure 4 : Procédé Knauf Therm Renovtoit BA 2 – cotation



1. Couverture métallique
2. Languette de Knauf Therm TTI Se ou Knauf SteelThane
3. Panneau Knauf SteelThane
4. Revêtement d'étanchéité

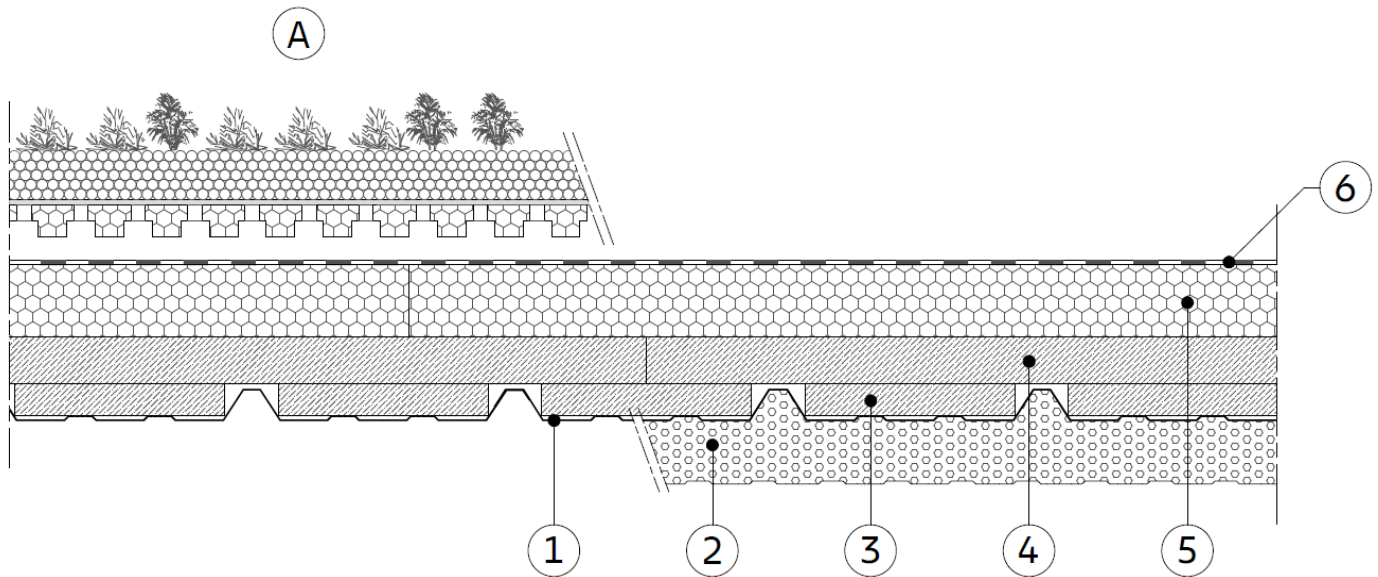
Pour la définition des grandeurs $d1$, $d2$ et J , voir Tableau 2.

Figure 4bis : Procédé Knauf SteelThane Renovtoit BA – cotation



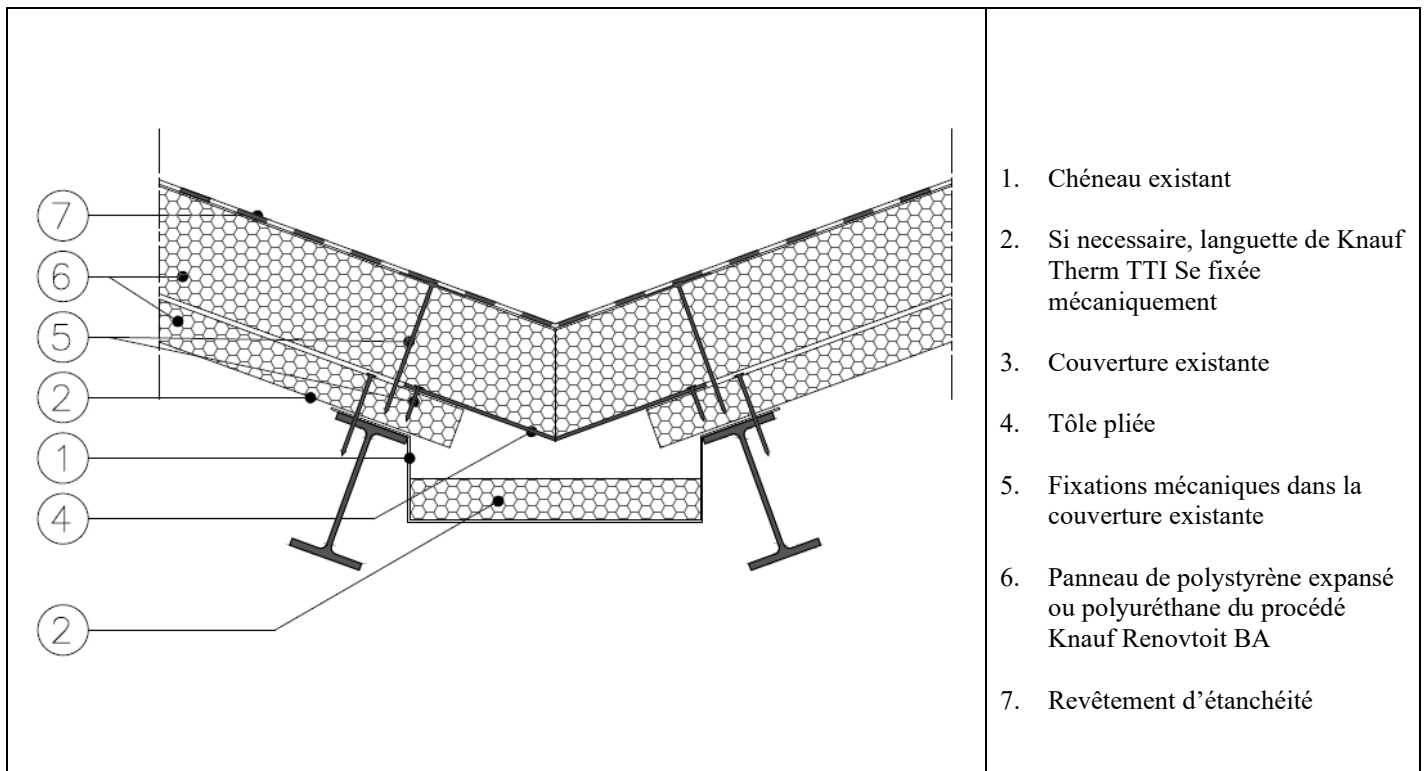
- | | | |
|---|---|---|
| <p>1. Plaque métallique nervurée</p> <p>2. Panneau sandwich à parements métalliques</p> <p>7. Revêtement d'étanchéité</p> | <p>3. Languette en perlite expansée (fibrée) Fesco C ou en laine de roche fixée mécaniquement</p> <p>4. Panneau intermédiaire en perlite expansée (fibrée) Fesco C ou Fesco C DO ou en laine de roche à bords droits ou feuillurés (par exemple DDP RT LJ), fixé mécaniquement</p> <p>A. Système végétalisé comprenant une couche filtrante et drainante, bénéficiant d'un D.T.A.</p> | <p>5. Panneau supérieur Knauf Therm TTI Se fixé mécaniquement</p> <p>6. Couche de séparation chimique ou d'indépendance, uniquement avec revêtement d'étanchéité fixé mécaniquement</p> |
|---|---|---|

Figure 5 : Procédés Fesco-Knauf Therm Renovtoit BA et Knauf Termotoit Renovtoit BA – schéma de principe



- | | | |
|---|--|--|
| 1. Plaque métallique nervurée | 3. Languette en perlite expansée (fibrée) Fesco C ou en laine de roche, fixée mécaniquement | 5. Panneau supérieur Knauf SteelThane fixé mécaniquement |
| 2. Panneau sandwich à parements métalliques | 4. Panneau intermédiaire en perlite expansée (fibrée) Fesco C ou Fesco C DO ou en laine de roche, fixé mécaniquement | 6. Revêtement d'étanchéité fixé mécaniquement |
- A. Système végétalisé comprenant une couche filtrante et drainante, bénéficiant d'un D.T.A.

Figure 5bis : Procédés Fesco-Knauf SteelThane et Knauf SteelToit Renvoit BA – schéma de principe



- | |
|---|
| 1. Chéneau existant |
| 2. Si nécessaire, languette de Knauf Therm TTI Se fixée mécaniquement |
| 3. Couverture existante |
| 4. Tôle pliée |
| 5. Fixations mécaniques dans la couverture existante |
| 6. Panneau de polystyrène expansé ou polyuréthane du procédé Knauf Renvoit BA |
| 7. Revêtement d'étanchéité |

Figure 6 : Procédé Knauf Renvoit BA – exemple de noue centrale

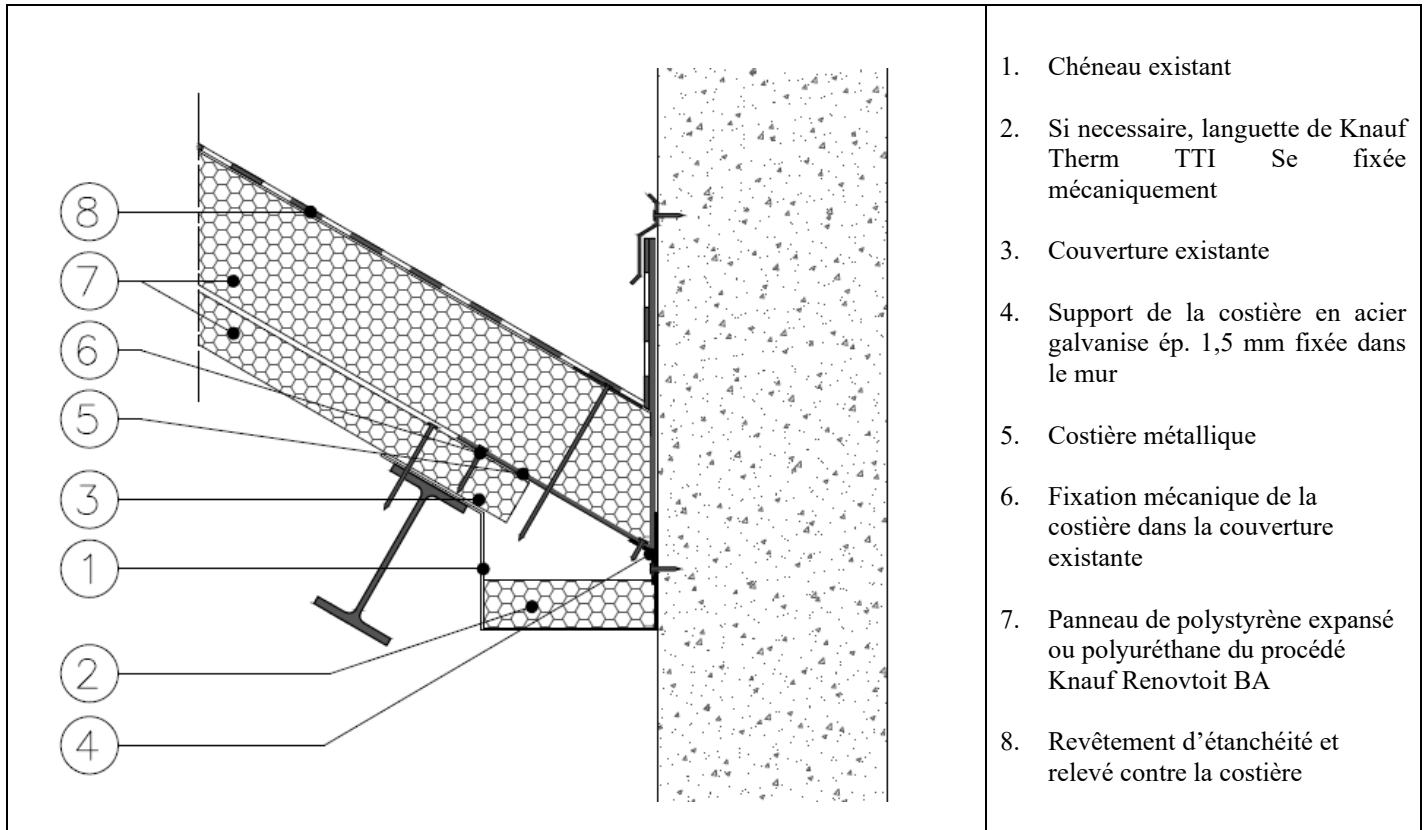


Figure 7 : Procédé Knauf Renovtoit BA – exemple de noue de rive

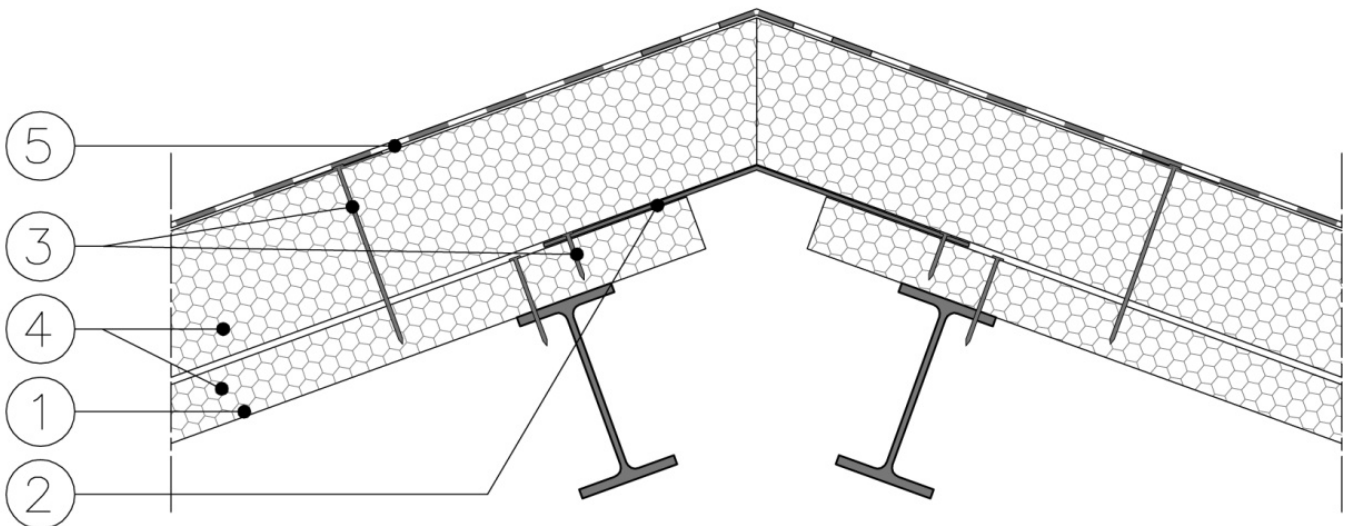


Figure 8 : Procédé Knauf Renovtoit BA – exemple de faîtage

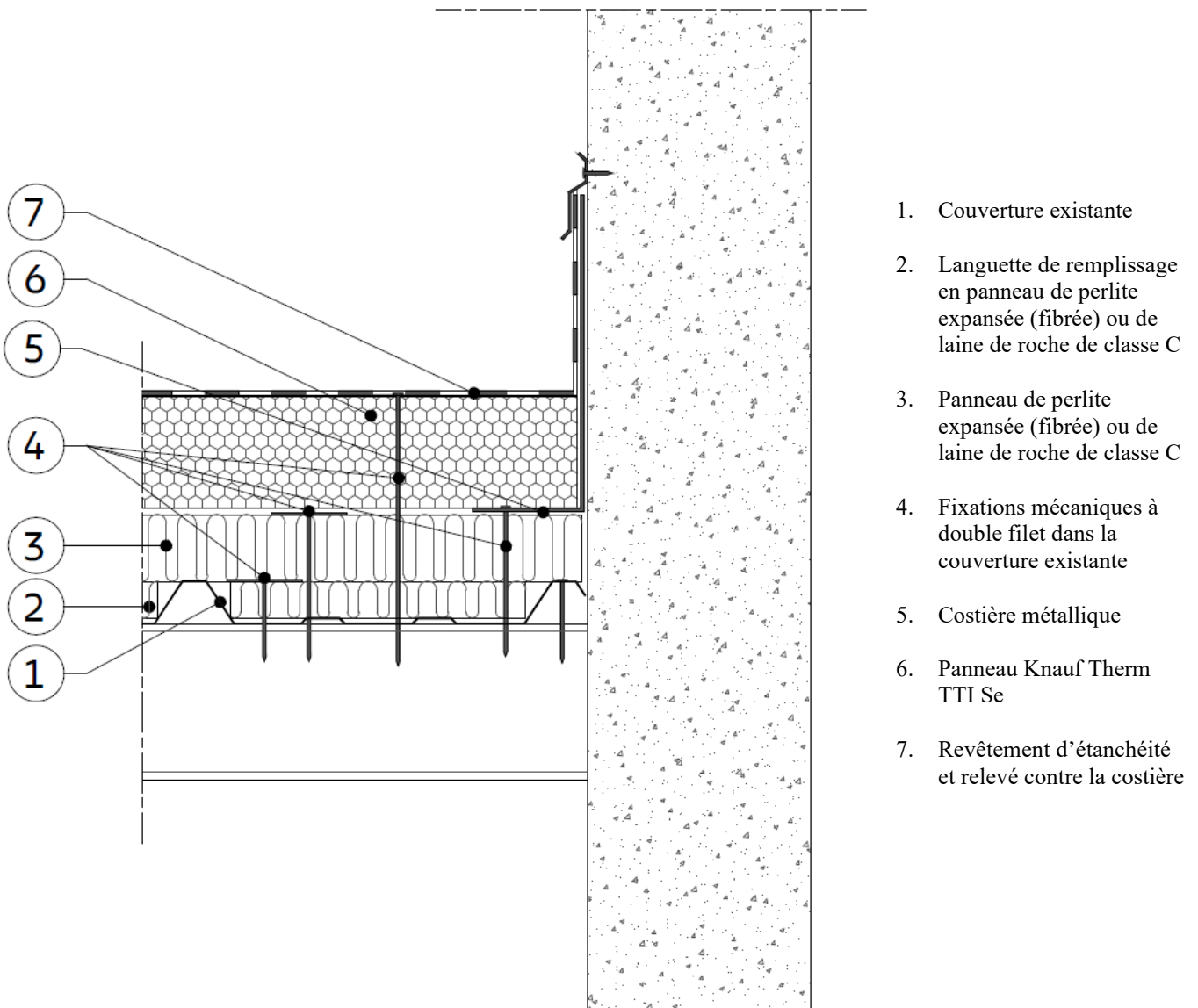


Figure 9 : Procédés Fesco-Knauf Therm Renovtoit BA et Knauf Termotoit Renovtoit BA : exemple de raccordement en pignon

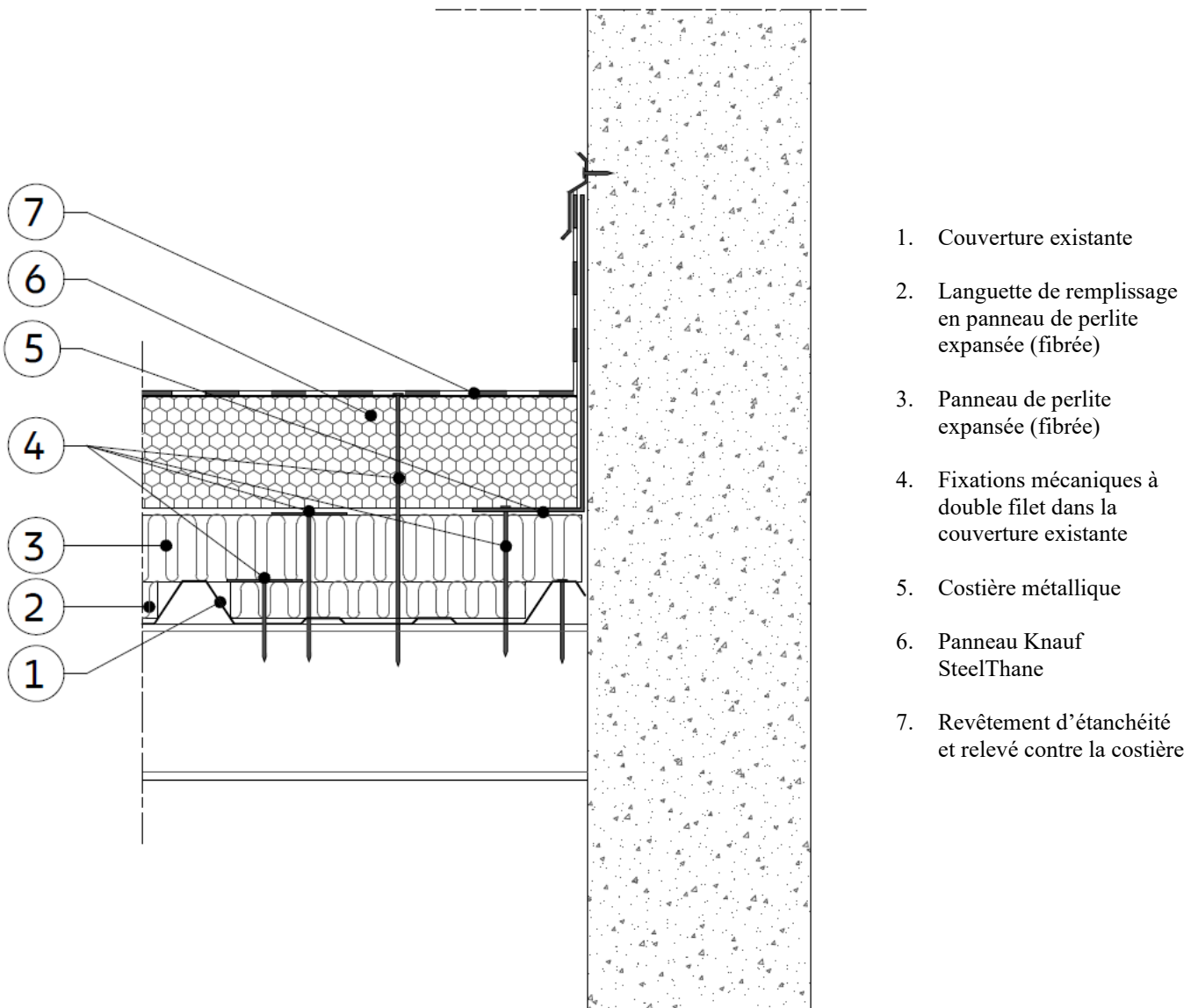


Figure 9bis : Procédé Fesco-Knauf SteelThane Renovtoit BA : exemple de raccordement en pignon

Tableau 1 : Domaine d'emploi du procédé Knauf Therm Renovtoit BA en fonction de la destination du bâtiment

Procédé		Knauf Therm Renovtoit BA 1	Knauf Therm Renovtoit BA 2	Fesco-Knauf Therm Renovtoit BA			Knauf Termotoit Renovtoit BA	
Complexe d'isolation	1 ^{er} lit	Panneau Knauf Therm Renovtoit BA 1 ép. 60 à 400	Langquette de Knauf Therm TTI Se ép. mini 30 mm	Langquette de Fesco C ép. mini 30 mm			Langquette en panneau de laine de roche ép. mini 40 mm	
	2 ^{ème} lit	/	Panneau Knauf Therm TTI Se ou Knauf Therm TTI Penté Se (ép. 30 à 300 mm)	Panneau Fesco C ép. 30 à 60 mm	Panneau Fesco C DO (à bords feuillurés) ép. 40, 50 ou 60 mm	Panneau Fesco C DO ép. 50 ou 60 mm	Panneau de laine de roche ép. 40 à 60 mm	Panneau DDP RT LJ ép. 60 mm
	3 ^{ème} lit	/	/	Panneau Knauf Therm TTI Se ou Knauf Therm TTI Penté Se ép. 60 à 300 mm				
	Ép. Max. du procédé (mm)	400	400	360			360	
Revêtement d'étanchéité		Semi-indépendant par fixation mécanique ou auto-adhésivité						
Protection	- apparent	OUI						
	- sous végétalisation	OUI					OUI (1)	
Bâtiments industriels ou agricoles relevant du code du travail dont le plancher bas du dernier niveau est situé à une hauteur inférieure ou égale à 8 m du sol (décret n° 2008-244 du 7 mars 2008)		OUI	OUI	OUI (2)	OUI (2)	OUI (2)	OUI (2)	OUI (2)
Bâtiments industriels ou agricoles relevant du code du travail dont le plancher bas du dernier niveau est situé à une hauteur supérieure à 8 m du sol (décret n° 2008-244 du 7 mars 2008) Bâtiments d'habitation de la 1 ^{ère} à la 4 ^{ème} famille, relevant de l'arrêté du 31 janvier modifié		NON	NON	NON	OUI	OUI	NON	OUI
Etablissements recevant du public de la 1 ^{ère} à la 5 ^{ème} catégorie, relevant de l'arrêté du 6 octobre 2004 modifié par celui du 4 juillet 2007, et de l'arrêté du 24 septembre 2009 complété par l'avis du CECMI du 27 janvier 2009		NON	NON	NON	NON	OUI	NON	OUI
Installations classées pour la protection de l'environnement sous la rubrique 2661 soumise à la procédure d'enregistrement (arrêté du 27 décembre 2013) et sous les rubriques 1510, 1530, 2662, 2663 et 1532 soumises à la procédure de déclaration, d'enregistrement ou d'autorisation (arrêté du 11 avril 2017)		NON	NON	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI
(1) Uniquement avec languettes de laine de roche DDP RT et panneaux DDP RT ou DDP RT LJ, dont l'association avec les panneaux Knauf Therm TTI Se résulte en une classe de compressibilité C à 60 °C selon le rapport d'essais APPLUS n° 19/20285-2073, ou avec languettes et panneaux de laine de roche bénéficiant d'un certificat ACERMI ou d'un D.T.A. certifiant une classe C à 80 °C pour l'épaisseur mise en œuvre								
(2) pas d'exigence réglementaire de sécurité incendie de rapporter le 2 ^{ème} lit d'isolant en écran thermique protecteur								

Tableau 1bis : Domaine d'emploi du procédé Knauf SteelThane Renvoit BA en fonction de la destination du bâtiment

Procédé		Knauf SteelThane Renvoit BA		Fesco-Knauf SteelThane Renvoit BA		Knauf SteelToit	
Complexe d'isolation	1 ^{er} lit	Langnette Knauf Therm TTI Se ép. mini 30 mm	Langnette Knauf Therm SteelThane ép. Mini 40 mm	Langnette Fesco C ép. mini 30 mm		Langnette en panneau de laine de roche ép. mini 30 mm	
	2 ^{ème} lit	Panneau Knauf SteelThane ép.40 à 160 mm		Panneau Fesco C ép. 30 à 60 mm	Panneau Fesco C ép. mini 50 mm	Panneau de laine de roche ép. mini 40 mm	Panneau de laine de roche ép. mini 50 mm
	3 ^{ème} lit	/	/	Panneau Knauf SteelThane ép. 40 à 160 mm			
	Ép. Max. du procédé (mm)	260		260		260	
Revêtement d'étanchéité		Semi-indépendant par fixation mécanique					
Protection	- en apparent	OUI					
	- sous végétalisation	NON	OUI			OUI (1)	
Bâtiments industriels ou agricoles relevant du code du travail dont le plancher bas du dernier niveau est situé à une hauteur inférieure ou égale à 8 m du sol (décret n° 2008-244 du 7 mars 2008)		OUI	OUI	OUI (2)	OUI (2)	OUI (2)	OUI (2)
Bâtiments industriels ou agricoles relevant du code du travail dont le plancher bas du dernier niveau est situé à une hauteur supérieure à 8 m du sol (décret n° 2008-244 du 7 mars 2008) Bâtiments d'habitation de la 1 ^{ère} à la 4 ^{ème} famille, relevant de l'arrêté du 31 janvier modifié		NON	NON	NON	OUI	NON	OUI
Etablissements recevant du public de la 1 ^{ère} à la 5 ^{ème} catégorie, relevant de l'arrêté du 6 octobre 2004 modifié par celui du 4 juillet 2007, et de l'arrêté du 24 septembre 2009 complété par l'avis du CECMI du 27 janvier 2009		NON	NON	NON	OUI	NON	OUI
Installations classées pour la protection de l'environnement sous la rubrique 2661 soumise à la procédure d'enregistrement (arrêté du 27 décembre 2013) et sous les rubriques 1510, 1530, 2662, 2663 et 1532 soumises à la procédure de déclaration, d'enregistrement ou d'autorisation (arrêté du 11 avril 2017)		NON	NON	OUI	OUI	OUI	OUI
(1) languette et panneau de laine de roche bénéficiant d'un certificat ACERMI certifiant une classe C à 80 °C pour l'épaisseur mise en œuvre							
(2) pas d'exigence réglementaire de sécurité incendie de rapporter le 2 ^e lit d'isolant en écran thermique protecteur							

Tableau 2 : Caractéristiques spécifiées des panneaux Knauf Therm TTI Se

Caractéristiques		Valeurs spécifiées	Unités	Normes de référence	Réf. Essai
Masse volumique sèche minimale		18,5	kg/m ³	EN 1602	autocontrôle
BA 1	Longueur L	1200 ± 2	mm	EN 822	autocontrôle
	Largeur l, multiple du pas du bac	≤ 1050 ± 2	mm	EN 822	autocontrôle
	Épaisseur : E1	hauteur de nervure (+2 ; -0)	mm	EN 823	autocontrôle
	Épaisseur : E2, par pas de 5 mm	30 (A,B) ou 40 (C) à 400 ± 2	mm	EN 823	autocontrôle
	Jeu latéral : j	5 (+2 ; -0)	mm		
BA 2	Longueur L : languettes	1200 (standard) à 2500	mm	EN 822	autocontrôle
	Longueur L : panneau	1200	mm	EN 822	autocontrôle
	Largeur l : languettes	plage du support	mm	EN 822	autocontrôle
	Largeur l : panneau	1000	mm	EN 822	autocontrôle
	Épaisseur : d1	hauteur de nervure +2 ; 0	mm	EN 823	autocontrôle
	Épaisseur : d2	30 à 400 ± 2	mm	EN 823	autocontrôle
Largeur feuillure (sens long)		20 ± 4	mm	EN 822	autocontrôle
Equerrage		± 2 mm/m	mm	EN 824	autocontrôle
Planéité		± 3		EN 825	autocontrôle
Contrainte en compression à 10 % de déformation		≥ 100 [niveau CS(10)100]	kPa	EN 826	autocontrôle (1)
Classes de compressibilité		B (à 80 °C) C (à 60 °C)	/	Cahier du CSTB 2662_V2	(2)
Contrainte admissible et tassement absolu du panneau Knauf Therm TTI Se en 1 ou 2 lits d'épaisseur totale 30 à 400 mm		4,5 kPa – 0,3 mm 10 kPa – 0,6 mm 15 kPa – 0,9 mm 20 kPa – 1,2 mm 30 kPa – 1,7 mm	kPa	Cahier du CSTB 3669_v2	(1)
Contrainte de rupture en traction perpendiculaire		≥ 180 [niveaux TR180 et L4]	kPa	EN 1607	autocontrôle (1)
Variation dimensionnelle résiduelle à 20 °C après stabilisation à 80 °C		≤ 3,8 ≤ 5 (sur panneau entier)	mm/m mm	Cahier du CSTB 2662_V2	(2)
Variation dimensionnelle après 48 h à 80 °C		≤ 3,8	mm/m	EN 1604	autocontrôle
Incurvation sous un gradient de température 80/20°C		≤ 3	mm/m	Cahier du CSTB 2662_V2	(2)
Résistance thermique		voir § 2.2.4	m ² .K/W	EN 12667	autocontrôle (1)
Conductivité thermique		0,036	W/(m.K)		
Réaction au feu		Euroclasse E, pour épaisseur totale d'isolant de 400 mm maximum	EN 13501-1		autocontrôle (3)
		Euroclasse D-s3,d0, pour épaisseur conventionnelle d'isolant de 60 mm	EN 13501-1		(4)
(1) Certificat Acermi n° 03/007/182 (2) Rapport d'essai n° 17/15493-2669 de APPLUS (3) Rapport de classement n° RA16-041 du CSTB (4) Rapport de classement n° RA18-0097 du CSTB					

Tableau 3 : Caractéristiques indicatives

Caractéristiques		Valeurs indicatives	Unités	Normes de référence	Réf. essai
Hygrothermiques	Absorption d'eau en immersion totale 28 j	2 à 3	%	NF EN 12087	Knauf PRD
	Transmission de vapeur d'eau	MU 30 à 70	/	NF EN 12086	Certificat Acermi n° 03/007/182

Tableau 4 : Caractéristiques des procédés Fesco-Knauf Therm Renovtoit BA et Knauf Termotoit Renovtoit BA

Caractéristiques	Détails	Valeurs	Normes de référence
Mécaniques	Classe de compressibilité en deux lits : • 1 ^{er} lit en panneaux DDP RT ép. 40 mm mini ou DDP RT LJ ép. 60 mm • 2 ^{ème} lit en panneaux Knauf Therm TTI Se	B à 80 °C & C à 60 °C (1)	Cahier du CSTB 2662_V2
	Contrainte maximale admissible correspondant à un tassement maximal de 2 mm, lui-même égal à la somme des tassements de chaque lit de panneaux isolants : • Procédé Fesco-Knauf Therm Renovtoit BA • Procédé Knauf Termotoit Renovtoit BA	20 kPa (2) 20 kPa (3)	Cahier du CSTB 3669_v2
Réaction au feu	Tôle d'acier nervurée pleine classée A1 • avec ou sans pare-vapeur (voile de verre-aluminium) • 1 lit inférieur en panneaux de perlite expansée (fibrée) classée C-s1,d0, d'épaisseur minimale 30 mm, fixés mécaniquement • 2 ^{ème} lit en panneaux KNAUF Therm TTI Se d'épaisseur minimale 20 mm, fixés mécaniquement	B-s1,d0 (4)	NF EN 13501-1 et NF EN 15715
	Tôle d'acier nervurée pleine ou perforée classée A1 • avec ou sans voile de verre ou pare-vapeur (voile de verre-aluminium) • 1 lit inférieur en panneaux de laine de roche classée A1, de masse volumique nominale 130 kg/m ³ ± 15 % et d'épaisseur minimale 40 mm, fixés mécaniquement • avec ou sans voile de verre ou pare-vapeur (voile de verre-aluminium) • 2 ^{ème} lit en panneaux KNAUF Therm TTI Se d'épaisseur minimale 20 mm, fixés mécaniquement	B-s1,d0 (5)	NF EN 13501-1 et NF EN 15715
<p>(1) Rapport d'essai n° 19/20285-2073 de APPLUS (2) Se référer au D.T.A. en vigueur du procédé correspondant. (3) Se référer au D.T.A. en vigueur du procédé correspondant. Concerne uniquement les panneaux de laine de roche de référence « DDP RT » d'épaisseur 40 à 60 mm et « DDP RT LJ » d'épaisseur 60 mm. Pour les panneaux de laine de roche autres que DDP RT et DDP RT LJ, la contrainte maximale admissible par le système est à déterminer par un calcul spécifique prenant en compte un tassement maximal de 2 mm. Dans ce cas, les tassements absolus du panneau Knauf Therm TTI Se et du panneau de laine de roche sont additionnés ; se référer au certificat ACERMI de chaque panneau du système. (4) Rapport de classement CSTB n° RA22-0224 du 7 avril 2022 (5) Rapport de classement CSTB n° RA22-0223 du 7 novembre 2022</p>			

Tableau 5 : Résistances thermiques « R isolant » du panneau Knauf Therm TTI Se (certificat ACERMI n° 03/007/182)

Ep. e2 ou d2 (mm)	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80
R isolant (m ² .K/W)	0,80	0,95	1,10	1,25	1,40	1,55	1,65	1,80	1,95	2,10	2,25
Ep. e2 ou d2 (mm)	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135
R isolant (m ² .K/W)	2,40	2,50	2,65	2,80	2,95	3,10	3,20	3,35	3,50	3,65	3,80
Ep. e2 ou d2 (mm)	140	145	150	155	160	165	170	175	180	185	190
R isolant (m ² .K/W)	3,95	4,05	4,20	4,35	4,50	4,65	4,80	4,90	5,05	5,20	5,35
Ep. e2 ou d2 (mm)	195	200	205	210	215	220	225	230	235	240	245
R isolant (m ² .K/W)	5,50	5,60	2,75	2,90	6,05	6,20	6,35	6,45	6,60	6,75	6,90
Ep. e2 ou d2 (mm)	250	255	260	265	270	275	280	285	290	295	300
R isolant (m ² .K/W)	7,05	7,20	7,30	7,45	7,60	7,75	7,90	8,05	8,15	8,30	8,45
Ep. e2 ou d2 (mm)	305	310	315	320	325	330	335	340	345	350	355
R isolant (m ² .K/W)	8,60	8,75	8,85	9,00	9,15	9,30	9,45	9,60	9,70	9,85	10,00
Ep. e2 ou d2 (mm)	360	365	370	375	380	385	390	395	400		
R isolant (m ² .K/W)	10,15	10,30	10,45	10,55	10,70	10,85	11,00	11,15	11,25		

Tableau 6 : Exemples de résistances thermiques utile « R isolant utile », coefficients de déperdition thermique « U toiture » et masses surfaciques du procédé Knauf Therm Renovtoit BA1 ou BA2

Épaisseur (mm)	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130
	(40+30)	(40+35)	(40+40)	(40+45)	(40+50)	(40+55)	(40+60)	(40+65)	(40+70)	(40+75)	(40+80)	(40+85)	(40+90)
R isolant utile (m².K/W)	1,40	1,55	1,70	1,85	2,00	2,10	2,25	2,40	2,55	2,70	2,85	2,95	3,10
U toiture (W/m².K)	0,65	0,59	0,55	0,51	0,49	0,46	0,43	0,41	0,38	0,37	0,35	0,34	0,32
Masse surfacique (kg/m²)	1,21	1,31	1,41	1,51	1,61	1,71	1,81	1,91	2,01	2,11	2,21	2,31	2,41

Épaisseur (mm)	135	140	145	150	155	160	165	170	180	190	200	210	220
	(40+95)	(40+100)	(40+105)	(40+110)	(40+115)	(40+120)	(40+125)	(40+130)	(40+140)	(40+150)	(40+160)	(40+170)	(40+180)
R isolant utile (m².K/W)	3,25	3,40	3,55	3,70	3,80	3,95	4,10	4,25	4,50	4,80	5,10	5,35	5,65
U toiture (W/m².K)	0,31	0,30	0,29	0,28	0,27	0,26	0,25	0,25	0,23	0,22	0,21	0,20	0,19
Masse surfacique (kg/m²)	2,51	2,61	2,71	2,81	2,91	3,01	3,11	3,21	3,41	3,61	3,81	4,01	4,21

Épaisseur (mm)	230	240	250	260	270	280	290	300	310	320	330	340
	(40+190)	(40+200)	(40+210)	(40+220)	(40+230)	(40+240)	(40+250)	(40+260)	(40+270)	(40+280)	(40+290)	(40+300)
R isolant utile (m².K/W)	5,95	6,20	6,50	6,80	7,05	7,35	7,65	7,90	8,20	8,50	8,75	9,05
U toiture (W/m².K)	0,18	0,18	0,17	0,16	0,16	0,15	0,15	0,14	0,14	0,14	0,13	0,13
Masse surfacique (kg/m²)	4,41	4,61	4,81	5,01	5,21	5,41	5,61	5,81	6,01	6,21	6,41	6,61

Le calcul des valeurs « R isolant utile » prend en compte :

- des languettes de largeur 190 mm et d'épaisseur 40 mm à entraxe 250 mm sur un support en plaque métallique PAB 4-40-1000,
- la conductivité thermique lambda 90/90 certifiée ACERMI de 35,4 mW/(m.K) pour le Knauf Therm TTI Se.

Le calcul des valeurs « U toiture » prend en compte les ponts thermiques de 4 vis métalliques, de diamètre 4,8 mm, par m².

Tableau 7 : Exemples de résistances thermique utiles « R isolant utile », coefficients de déperdition thermique « U toiture » et masses surfaciques du procédé Fesco-Knauf Therm Renovtoit BA

Épaisseur (mm)	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210
	(40+50+30)	(40+50+40)	(40+50+50)	(40+50+60)	(40+50+70)	(40+50+80)	(40+50+90)	(40+50+100)	(40+50+110)	(40+50+120)
R isolant utile (m².K/W)	2,25	2,55	2,85	3,10	3,40	3,70	3,95	4,25	4,55	4,80
U toiture (W/m².K)	0,43	0,38	0,35	0,32	0,30	0,28	0,26	0,25	0,23	0,22
Masse surfacique (kg/m²)	12,66	12,86	13,06	13,26	13,46	13,66	13,86	14,06	14,26	14,46

Épaisseur (mm)	220	230	240	250	260	270	280	290	300	310
	(40+50+130)	(40+50+140)	(40+50+150)	(40+50+160)	(40+50+170)	(40+50+180)	(40+50+190)	(40+50+200)	(40+50+210)	(40+50+220)
R isolant utile (m².K/W)	5,10	5,35	5,65	5,90	6,20	6,50	6,75	7,05	7,35	7,60
U toiture (W/m².K)	0,21	0,20	0,19	0,18	0,18	0,17	0,16	0,16	0,15	0,15
Masse surfacique (kg/m²)	14,66	14,86	15,06	15,26	15,46	15,66	15,86	16,06	16,26	16,46

Épaisseur (mm)	320	330	340	350	360	370	380	390
	(40+50+230)	(40+50+240)	(40+50+250)	(40+50+260)	(40+50+270)	(40+50+280)	(40+50+290)	(40+50+300)
R isolant utile (m².K/W)	7,90	8,20	8,45	8,75	9,05	9,30	9,60	9,90
U toiture (W/m².K)	0,14	0,14	0,14	0,13	0,13	0,13	0,12	0,12
Masse surfacique (kg/m²)	16,66	16,86	17,06	17,26	17,46	17,66	17,86	18,06

Tableau 8 : Exemples de résistances thermiques utiles « R isolant utile », coefficients de déperdition thermique « U toiture » et masses surfaciques du procédé Termotoit-Knauf Therm Renovtoit BA

Épaisseur (mm)	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220
	(40+60+30)	(40+60+40)	(40+60+50)	(40+60+60)	(40+60+70)	(40+60+80)	(40+60+90)	(40+60+100)	(40+60+110)	(40+60+120)
R isolant utile (m².K/W)	2,95	3,20	3,50	3,80	4,05	4,35	4,65	4,90	5,20	5,50
U toiture (W/m².K)	0,34	0,31	0,29	0,27	0,26	0,24	0,23	0,22	0,21	0,20
Masse surfacique (kg/m²)	12,80	13,00	13,20	13,40	13,60	13,80	14,00	14,20	14,40	14,60

Épaisseur (mm)	230	240	250	260	270	280	290	300	310	320
	(40+60+130)	(40+60+140)	(40+60+150)	(40+60+160)	(40+60+170)	(40+60+180)	(40+60+190)	(40+60+200)	(40+60+210)	(40+60+220)
R isolant utile (m².K/W)	5,75	6,05	6,35	6,60	6,90	7,20	7,45	7,75	8,05	8,30
U toiture (W/m².K)	0,19	0,18	0,17	0,17	0,16	0,16	0,15	0,15	0,14	0,14
Masse surfacique (kg/m²)	14,80	15,00	15,20	15,40	15,60	15,80	16,00	16,20	16,40	16,60

Épaisseur (mm)	330	340	350	360	370	380	390	400
	(40+60+230)	(40+60+240)	(40+60+250)	(40+60+260)	(40+60+270)	(40+60+280)	(40+60+290)	(40+60+300)
R isolant utile (m².K/W)	8,60	8,85	9,15	9,45	9,70	10,00	10,30	10,55
U toiture (W/m².K)	0,13	0,13	0,13	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11
Masse surfacique (kg/m²)	16,80	17,00	17,20	17,40	17,60	17,80	18,00	18,20

Le calcul des valeurs « R isolant utile » prend en compte :

- des languettes de largeur 190 mm et d'épaisseur 40 mm, à entraxe 250 mm sur un support en plaque métallique PAB 4-40-1000,
- les conductivités thermiques lambda 90/90 certifiées ACERMI de 35,4 mW/(m.K) pour le Knauf Therm TTI Se, et de 50 mW/(m.K) pour le Fesco C (tableau 6)
- les conductivités thermiques lambda 90/90 certifiées ACERMI de 35,4 mW/(m.K) pour le Knauf Therm TTI Se, et de 39 mW/(m.K) pour les languettes de laine de roche d'épaisseur 40 mm et de 38 mW/(m.K) pour les panneaux de laine de roche d'épaisseur 60 mm (tableau 7)

Le calcul des valeurs « U toiture » prend en compte les ponts thermiques de 4 vis métalliques, de diamètre 4,8 mm, par m².

Tableau 9 : Caractéristiques spécifiées des panneaux Knauf SteelThane

Caractéristiques	Valeur spécifiée	Unité	Norme de référence
Pondérales	Masse volumique de la mousse	30 ± 3	kg/m ³
	Masse surfacique du parement	140 ± 10	g/m ²
Dimensions	Longueur × largeur	2500 ± 5 × 1200 ± 3	mm
	Épaisseur	40 à 160 ± 2	mm
	Equerrage	≤ 3	mm
	Planéité	≤ 5	mm
Mécaniques	Contrainte en compression à 10 % de déformation	CS(10/Y)150 (1) ≥ 160	kPa
	Classe de compressibilité	Classe C à 80 °C (1)	N/A
	Contrainte admissible et tassement absolu des panneaux Knauf SteelThane en 1 ou 2 lits d'épaisseur totale 40 à 320 mm	4,5 kPa – 0,2 mm 20 kPa – 1,0 mm 30 kPa – 1,5 mm 40 kPa – 2,0 mm	kPa
Stabilité dimensionnelle	Variation dimensionnelle résiduelle à 20 °C après stabilisation à 80 °C (sur panneau 1 200 × 1000 mm)	≤ 0,2 (longueur) ≤ 0,4 (largeur) ≤ 5 (sur panneau entier)	% % mm
	Incurvation sous un gradient de température 80/20 °C (sur panneau 1200 × 1000 mm)	≤ 3	mm
Thermique	Conductivité thermique	0,022 (1)	W/(m.K)
	Résistance thermique	Voir tableau 10 (1)	m ² .K/W
Hygrothermiques	Résistance à la vapeur d'eau Z	45 à 200 (1)	m ² .h.Pa/mg
Réaction au feu	Euroclasse	D-s2, d0 (2)	N/A

(1) Certificat ACERMI n° 15/007/1074

(2) Rapport de classement CSTB n° RA20-0106 (cf. § 2.12)

Tableau 10 : Caractéristiques des procédés Fesco-Knauf SteelThane Renovtoit BA et Knauf Steeltoit Renovtoit BA

Caractéristiques	Détails	Valeurs	Normes de référence
Mécaniques	Classes de compressibilité : <ul style="list-style-type: none"> Knauf SteelThane Renovtoit BA – languettes en Knauf Therm TTI Se Knauf SteelThane Renovtoit BA – languettes en Knauf SteelThane Fesco-Knauf SteelThane Renovtoit BA Knauf SteelToit Renovtoit BA – languettes en laine de roche de classe B Knauf SteelToit Renovtoit BA – languettes en laine de roche de classe C 	(1) B à 80 °C & C à 60 °C C à 80 °C C à 80 °C B (2) C (2)	<i>Cahier du CSTB</i> 2662_V2 (juillet 2010) § 4.51
	Contrainte admissible correspondant à un tassement maximal de 2 mm, lui-même égal à la somme des tassements de chaque lit de panneaux isolants : <ul style="list-style-type: none"> Procédé Fesco-Knauf SteelThane Renovtoit BA Procédé Knauf SteelToit Renovtoit BA 	30 kPa (3) (4)	<i>Cahier du CSTB</i> 3669 :2010
Réaction au feu	Tôle d'acier nervurée pleine classée A1 <ul style="list-style-type: none"> avec ou sans pare-vapeur (voile de verre aluminium) 1 lit inférieur en panneaux de perlite expansée (fibrée) classée C-s1,d0, d'épaisseur minimale 30 mm, fixés mécaniquement 2^{ème} lit en panneaux KNAUF SteelThane d'épaisseur minimale 40 mm, fixés mécaniquement 	B-s1,d0 (5)	NF EN 13501-1 et NF EN 15715
	Tôle d'acier nervurée pleine ou perforée classée A1 <ul style="list-style-type: none"> avec ou sans voile de verre ou pare-vapeur (voile de verre-aluminium) 1 lit inférieur en panneaux de laine de roche classée A1, de masse volumique nominale 130 kg/m³ ± 15 % et d'épaisseur minimale 40 mm, fixés mécaniquement avec ou sans voile de verre ou pare-vapeur (voile de verre-aluminium) 2^{ème} lit en panneaux KNAUF SteelThane d'épaisseur minimale 40 mm, fixés mécaniquement 	B-s1,d0 (6)	NF EN 13501-1 et NF EN 15715

(1) Voir § 2.2.2

(2) A la température maximale pour laquelle la classe de compressibilité de la laine de roche est certifiée. En effet, selon l'Annexe D des Règles Professionnelles « Isolants supports d'étanchéité en indépendance sous protection lourde », à défaut de résultat d'essais, la classe de compressibilité à retenir, résultant de la superposition d'isolants de nature différente, est la classe la plus faible.

(3) Déterminée après addition des tassements absolus des isolants Knauf SteelThane (Certificat ACERMI n° 15/007/1074) et Fesco C (Certificat ACERMI n° 03/017/091)

(4) A déterminer par un calcul spécifique prenant en compte un tassement maximal de 2 mm. Dans ce cas, les tassements absolus du panneau Knauf SteelThane et du panneau de laine de roche sont additionnés ; se référer au certificat ACERMI de chaque panneau du système.

(5) Rapport de classement CSTB n° RA22-0226 du 30 mars 2022

(6) Rapport de classement CSTB n° RA22-0123 du 7 avril 2022

Tableau 11 : Résistances thermiques « R isolant » du panneau Knauf SteelThane (certificat ACERMI n° 15/007/1074)

Ep. e2 ou d2 (mm)	40	50	60	70	82	90	100	110	120	130	140
R isolant (m ² .K/W)	1,80	2,25	2,70	3,15	3,70	4,05	4,50	5,00	5,45	5,90	6,35

Ep. e2 ou d2 (mm)	150	160
R isolant (m ² .K/W)	6,80	7,25

Tableau 12 : Exemples de résistances thermiques utiles « R isolant utile », coefficients de déperdition thermique « U toiture » et masses surfaciques du procédé Knauf SteelThane Renovtoit BA

Épaisseur (mm)	80	90	100	110	122	130	140	150	160	170	180	190	200
	(40+40)	(40+50)	(40+60)	(40+70)	(40+82)	(40+90)	(40+100)	(40+110)	(40+120)	(40+130)	(40+140)	(40+150)	(40+160)
R isolant utile (m ² .K/W)	2,40	2,85	3,30	3,75	4,30	4,65	5,15	5,60	6,05	6,50	6,95	7,40	7,85
U toiture (W/m ² .K)	0,41	0,35	0,31	0,27	0,24	0,23	0,21	0,19	0,18	0,17	0,16	0,15	0,15
Masse surfacique (kg/m ²)	2,20	2,60	2,90	3,30	3,70	3,90	4,30	4,60	5,00	5,30	5,60	6,00	6,30

Le calcul des valeurs « R isolant utile » prend en compte :

- les languettes de largeur 190 mm et d'épaisseur 40 mm à entraxe 250 mm sur un support en plaque métallique PAB 4-40-1000,
- la conductivité thermique lambda 90/90 certifiée ACERMI de 22 mW/(m.K) pour le Knauf SteelThane.

Le calcul des valeurs « U toiture » prend en compte les ponts thermiques de 4 vis métalliques de diamètre 4,8 mm/m².

Tableau 13 : Exemples de résistances thermiques utiles « R isolant utile », coefficients de déperdition thermique « U toiture » et masses surfaciques du procédé Fesco-Knauf SteelThane Renovtoit BA

Épaisseur (mm)	130	140	150	160	172	180	190	200	210	220
	(40+50+40)	(40+50+50)	(40+50+60)	(40+50+70)	(40+50+82)	(40+50+90)	(40+50+100)	(40+50+110)	(40+50+120)	(40+50+130)
R isolant utile (m ² .K/W)	3,20	3,65	4,10	4,55	5,10	5,50	5,95	6,40	6,85	7,30
U toiture (W/m ² .K)	0,31	0,28	0,25	0,23	0,21	0,20	0,18	0,17	0,16	0,15
Masse surfacique (kg/m ²)	13,70	14,00	14,40	14,70	15,10	15,40	15,70	16,10	16,40	16,80

Épaisseur (mm)	230	240	250
	(40+50+140)	(40+50+150)	(40+50+160)
R isolant utile (m ² .K/W)	7,75	8,20	8,65
U toiture (W/m ² .K)	0,15	0,14	0,13
Masse surfacique (kg/m ²)	17,10	17,40	17,80

Tableau 14 : Exemples de résistances thermiques utiles « R isolant utile », coefficients de déperdition thermique « U toiture » et masses surfaciques du procédé Knauf SteelToit Renovtoit BA

Épaisseur (mm)	140	150	160	170	182	190	200	210	220	230
	(40+60+40)	(40+60+50)	(40+60+60)	(40+60+70)	(40+60+82)	(40+60+90)	(40+60+100)	(40+60+110)	(40+60+120)	(40+60+130)
R isolant utile (m ² .K/W)	3,90	4,35	4,80	5,25	5,75	6,20	6,65	7,10	7,55	8,00
U toiture (W/m ² .K)	0,26	0,24	0,22	0,20	0,19	0,18	0,17	0,16	0,15	0,14
Masse surfacique (kg/m ²)	14,90	15,20	15,60	15,90	16,30	16,60	16,90	17,30	17,60	18,00

Épaisseur (mm)	240	250	260
	(40+60+140)	(40+60+150)	(40+60+160)
R isolant utile (m ² .K/W)	8,45	8,90	9,35
U toiture (W/m ² .K)	0,14	0,13	0,12
Masse surfacique (kg/m ²)	18,30	18,60	19,00

Le calcul des valeurs « R isolant utile » prend en compte :

- des languettes de largeur 190 mm et d'épaisseur 40 mm à entraxe 250 mm sur un support en plaque métallique PAB 4-40-1000,
- les conductivités thermiques lambda 90/90 certifiées ACERMI de 22 mW/(m.K) pour le Knauf SteelThane, et de 50 mW/(m.K) pour le Fesco C (tableau 12)
- les conductivités thermiques lambda 90/90 certifiées ACERMI de 35,4 mW/(m.K) pour le Knauf SteelThane, de 39 mW/(m.K) pour les languettes de laine de roche d'épaisseur 40 mm et de 38 mW/(m.K) pour les panneaux de laine de roche d'épaisseur 60 mm (tableau 13)

Le calcul des valeurs « U toiture » prend en compte les ponts thermiques de 4 vis métalliques de diamètre 4,8 mm/m².