

Sur le procédé

Système RT Plus Combles

Famille de produit/Procédé : Système d'étanchéité à l'air et/ou de résistance à la diffusion de la vapeur d'eau, application en comble

Titulaire(s) : Société KNAUF INSULATION SAS

AVANT-PROPOS

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

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

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

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

Groupe Spécialisé n° 20 - Produits et procédés spéciaux d'isolation

Versions du document

Version	Description	Rapporteur	Président
V2	Cette version intègre les modifications suivantes: • Remplacement de la suspente RT plus par la suspente RT; • Ajout d'une nouvelle longueur de suspente (suspente RT28-32); • Ajout de la résistance thermique de la lame d'air non ventilée; • Mise à jour de la nouvelle dénomination commerciale du mastic RT Plus (remplacer par mastic RT); • Mise à jour du dossier selon la nouvelle trame du Dossier Technique.	CHERKAOUI Hafiane	SPAETH ELWART Yves

Descripteur :

Le système RT Plus combles est un système d'étanchéité à l'air et à la vapeur d'eau, utilisé en comble perdu ou aménagé.

Le système RT Plus combles est composé de:

- d'un isolant avec une membrane d'étanchéité à l'air et à la vapeur d'eau intégrée. L'ensemble isolant + membrane est dénommé Isolant RT Plus;
- d'une suspente spécifique dénommée suspente RT ;
- d'une gamme d'accessoires de mise en oeuvre associée: deux adhésifs dénommés Adhésif RT Plus et Adhésif RT Plus XL, de manchons adhésifs dénommé Manchons RT Plus et un mastic dénommé Mastic RT Plus.

Le système RT Plus combles peut être mis en oeuvre en :

- une couche unique d'isolant RT Plus (032 ou 035);

ou

- En deux couches d'isolant avec:
 - En rampant, en première couche, un isolant thermique semi-rigide, avec une épaisseur égale à l'épaisseur des chevrons moins 2 cm si absence d'écran de sous-toiture HPV pour laisser une lame d'air de 2 cm mini entre la sous face de l'écran et l'isolant;
 - En seconde couche, l'isolant RT Plus (032 ou 035).

La membrane pare vapeur intégré du système RT Plus associée aux solutions de continuité adaptées contribue à l'étanchéité à l'air de la paroi et contribue ainsi à l'étanchéité à l'air du bâtiment.

Dans la partie en rampant, un écran de sous toiture est posé conformément à la norme NF DTU 40.29.

Table des matières

1.	Avis du Groupe Spécialisé.....	5
1.1.	Domaine d'emploi accepté	5
1.1.1.	Zone géographique	5
1.1.2.	Ouvrages visés.....	5
1.2.	Appréciation.....	6
1.2.1.	Aptitude à l'emploi du procédé	6
1.2.2.	Durabilité	7
1.2.3.	Impacts environnementaux	7
1.3.	Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé	7
2.	Dossier Technique.....	9
2.1.	Mode de commercialisation	9
2.1.1.	Coordonnées.....	9
2.1.2.	Mise sur le marché.....	9
2.1.3.	Identification.....	9
2.1.4.	Stockage.....	9
2.2.	Description.....	9
2.2.1.	Principe.....	9
2.2.2.	Caractéristiques des composants.....	10
2.3.	Dispositions de conception	13
2.3.1.	Généralités.....	13
2.3.2.	Dimensionnement mécanique du plafond	13
2.3.3.	Zones sismiques.....	13
2.3.4.	Dispositions de conception préalables à la mise en œuvre	14
2.3.5.	Conditions de mise en œuvre.....	14
2.4.	Dispositions de mise en œuvre	14
2.4.1.	Pose de l'écran de sous toiture HPV.....	14
2.4.2.	Pose des Suspentes RT	15
2.4.3.	Cas d'une isolation en deux couches (éventuelle)	15
2.4.4.	Mise en œuvre des Manchons RT Plus.....	16
2.4.5.	Mise en œuvre de l'Adhésif RT Plus (ou Adhésif RT Plus XL).....	17
2.4.6.	Jonctions périphériques avec le Mastic RT	17
2.4.7.	Pose de l'ossature métallique.....	17
2.4.8.	Pose de parement de finition.....	17
2.4.9.	Mise en œuvre du Système RT Plus Combles aux points singuliers.....	18
2.5.	Maintien en service du produit ou procédé	20
2.5.1.	Maintenance et entretien.....	20
2.5.2.	Réparation du pare vapeur intégré de l'isolant RT Plus.....	20
2.6.	Assistance technique.....	20
2.7.	Principes de fabrication et de contrôle de cette fabrication.....	21
2.7.1.	Isolant RT Plus.....	21
2.7.2.	Accessoires RT Plus.....	21
2.8.	Mention des justificatifs.....	22
2.8.1.	Résultats expérimentaux.....	22
2.8.2.	Références chantiers.....	22
2.9.	Annexe du Dossier Technique.....	23
2.9.1.	Caractéristiques du pare vapeur intégré des isolants RT Plus	23
2.9.2.	Caractéristiques de la jonction entre lés d'isolants RT Plus avec l'Adhésif RT Plus / RT Plus XL.....	23

2.9.3.	Etude thermiques calcul des coefficients UP intégrant les ponts thermiques intégrés du système	24
--------	--	----

1. Avis du Groupe Spécialisé

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

1.1. Domaine d'emploi accepté

1.1.1. Zone géographique

Le Système RT Plus Combles s'emploie en France métropolitaine, en climat de plaine et de montagne (altitude > à 900m) y compris en zones très froides.

Nota : Une zone très froide est définie par une température de base inférieure à -15°C (NF P52-612/CN). Les départements de la zone très froide sont :

- Le Bas-Rhin, le Haut-Rhin, les Vosges, le Territoire de Belfort, la Moselle et la Meurthe-et-Moselle pour les altitudes > 400 m.
- Le Doubs pour les altitudes > 600 m.
- L'Ain, les Hautes-Alpes, l'Isère, le Jura, la Loire, la Nièvre, le Rhône, la Haute-Saône, la Saône-et-Loire, la Savoie et la Haute-Savoie pour les altitudes > 800 m.

Les zones en climat de montagne, qui sont définies pour une altitude supérieure ou égale à 900 m, sont considérées comme zone très froide

1.1.2. Ouvrages visés

1.1.2.1. Types de bâtiments

Le Système RT Plus Combles est destiné à l'isolation thermique de comble, à savoir combles perdus et combles aménagés des toitures de charpentes traditionnelles ou industrielles, en travaux neufs ou en rénovation, des bâtiments suivants :

- Les bâtiments d'habitation : individuels ou collectifs ;
- Les bâtiments non résidentiels :
 - les établissements recevant du public (ERP) ;
 - les bâtiments relevant du code du travail.

Les bâtiments de process industriel, agricole, agroalimentaire, frigorifique, à ambiance corrosive et à ossatures porteuses métalliques sont exclus.

1.1.2.2. Types de locaux

Le domaine d'emploi de ce produit est limité aux types de locaux suivants :

- Locaux dans lesquels la quantité de vapeur produite dans l'ambiance intérieure est inférieure en moyenne, à celle de l'ambiance extérieure majorée de 5 g/m³ (locaux à faible ou moyenne hygrométrie au sens de la norme NF DTU 20.1 P3 tels que $W/n \leq 5 \text{ g/m}^3$) ;
- Les locaux à faible ou moyenne hygrométrie et les locaux à usage privatif (EB+ privatif) (à forte hygrométrie) tels que définis dans le Cahier du CSTB 3567_V2, de novembre 2021 « Classement des locaux en fonction de l'exposition à l'humidité des parois et nomenclature des supports pour revêtements muraux intérieurs ».

Les locaux pourvus d'un système complet de conditionnement d'air (cf. DTU 45.1) ne sont pas visés.

1.1.2.3. Types de supports

Les ouvrages concernés sont :

- Combles perdus ventilés :
 - isolation sur le plancher des combles,
 - isolation en sous face de solives et fermettes d'entraxe maximum de 600mm ;
- Combles aménagés :
 - isolation en rampants de toiture entre et sous chevrons avec une ossature secondaire en bois,
 - isolation en rampants entre et sous chevrons avec une ossature secondaire métallique.

1.1.2.4. Types de couvertures

Sont visées les couvertures en petits éléments conformes aux DTU de la série 40 ou bénéficiant d'un Avis Technique (toitures froides).

1.1.2.5. Types de parement

Le produit est compatible avec les parements intérieurs courants à base de plaques de plâtre cartonnées (norme NF DTU 25.41) ou panneaux de particules de bois (norme NF DTU 31.2). Les entraxes entre suspentes n'excèdent pas 1,20m dans le sens des

lignes d'ossature et 0,60m dans l'autre sens (respectivement 0,50m dans le cas d'un parement constitué de plaques de plâtre d'épaisseur supérieure ou égale à 15mm), ou dans le cas de parements doubles (2 BA 13)).

La nature des parements et leur association avec le Système RT Plus sont définies au §2.3.2 du Dossier Technique.

1.2. Appréciation

1.2.1. Aptitude à l'emploi du procédé

Stabilité

Compte tenu du mode d'accrochage et de fixation prévu, et pour le domaine d'emploi envisagé, la stabilité propre de ce plafond apparaît assurée de façon satisfaisante pour ce qui concerne la pose sur ossature.

Sécurité en cas d'incendie

Dispositions générales

Ce procédé n'est pas destiné à rester apparent.

Le procédé permet de satisfaire les exigences en vigueur. il y a lieu pour l'entreprise de pose de :

- s'assurer auprès du Maître d'Ouvrage de la conformité des installations électriques avant la mise en œuvre du procédé,
- Vérifier la conformité des dispositions relatives aux distances de sécurité entre le conduit et l'élément combustible le plus proche conformément à la norme NF DTU 24.1 et à l'e-cahier du CSTB 3816 de juillet 2020, et pour les foyers ouverts ou fermés les dispositions de la norme NF DTU 24.2 P1

La conception de l'ouvrage intégrant le procédé doit respecter les exigences de la réglementation sécurité incendie relative aux bâtiments d'habitation, relevant du code de travail et aux ERP.

Dans le cas particulier des ERP, il convient de se reporter au guide d'emploi des isolants combustibles dans les ERP (Annexe à l'arrêté publié au J.O. du 28 juillet 2007) et aux articles AM de l'arrêté du 25 juin 1980 modifié.

Dans le cas de l'habitat se reporter au Guide technique « Guide de l'isolation par l'intérieur des bâtiments d'habitation du point de vue des risques en cas d'incendie ». (Cahier CSTB 3231) – paragraphe 5.2 notamment, et être posés conformément aux DTU et Avis Techniques en vigueur.

Dans tous les cas, il convient de respecter les prescriptions du guide de l'isolation par l'intérieur des bâtiments d'habitation.

Dans le cas des bâtiments dont le plancher bas du dernier niveau est situé à plus de huit mètres du sol, ces dispositions permettent de répondre aux exigences de l'article 9 de l'arrêté du 5 août 1992. En cas d'exigence de résistance au feu, il convient de tenir compte des conditions décrites dans le rapport de classement et le procès-verbal d'essai de résistance au feu, ainsi que de l'extension mentionnés au § 2.8.1.

Conduits de fumée

La norme NF DTU 24.1 et l'e-cahier du CSTB 3816 prévoient des dispositions relatives à la sécurité incendie qui dépend de la nature du conduit de fumée, de sa classe de température et de la résistance thermique de la paroi du conduit. Il convient de respecter en tous points ces dispositions.

Canalisations électriques

L'applicateur doit s'assurer que les canalisations électriques posées dans les vides de construction sont placées sous conduit non-propagateur de la flamme (P).

Se référer à la norme NF C 15 100 (Installations à basse tension et équipements)

Éléments dégageant de la chaleur

- Spots encastrés et sources ponctuelles de chaleur : la présence de spots encastrés peut induire un risque d'échauffement local non maîtrisé.
- En rénovation les DPM prévoient à qui incombe la responsabilité de la dépose des éventuels spots présents et la remise en état du plancher support. Il convient de reboucher les trous et remettre en état le support une fois les spots enlevés.

Prévention des accidents lors de la mise en œuvre.

Le produit Système RT Plus Combles dispose d'une Fiche de Données de Sécurité (FDS). L'objet de la FDS est d'informer l'utilisateur de ce produit sur les dangers liés à son utilisation et sur les mesures préventives à adopter pour les éviter, notamment par le port d'équipements de protection individuelle (EPI).

Pose en zones sismiques

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

L'article 3 de l'arrêté du 22 octobre 2010 modifié relatif à la classification et aux règles de construction parasismique applicables aux bâtiments de la classe dite « à risque normal » requiert des dispositions parasismiques pour l'ouvrage.

Cependant, il n'y a pas lieu de prendre en compte l'action sismique dans la conception et le dimensionnement du Système RT Plus Combles dans la mesure où la configuration choisie est mise en œuvre selon les conditions de poids et de hauteur limites indiquée au § 2.4.13.

Dans le cas contraire, le domaine d'emploi est restreint aux ouvrages pour lesquels l'article 3 de l'arrêté du 22 octobre 2010 modifié ne requiert pas de disposition parasismique.

Isolation thermique

Le respect des exigences réglementaires doit être vérifié au cas par cas au regard des différentes réglementations applicables au bâtiment.

Des exemples de calcul utilisant le Système RT Plus Combles sont donnés en Annexe du Dossier Technique.

Pour les autres systèmes, le coefficient Up de déperdition thermique de chaque paroi se calcule selon les Règles Th-Bât (Fascicule 4/5 – Parois opaques – notamment).

La résistance et la conductivité thermique de l'isolant associé au procédé peuvent être données dans le certificat ACERMI ou le Document Technique d'Application correspondant.

La résistance thermique de la lame d'air non ventilée en contact direct avec le produit isolant RT Plus 032 ou RT Plus 035 est donnée dans le tableau ci-après.

L'épaisseur nominale de la lame d'air non ventilée sera de 45 mm dû au plénum technique créée par les suspentes RT. Cette épaisseur nominale sera réduite de 7 mm pour prendre en compte l'éventuel foisonnement de l'isolant RT Plus (soit une épaisseur utile minimale de lame d'air de 38 mm).

Cette résistance est déterminée, selon la norme NF EN ISO 6946 et les règles Th-Bât, en utilisant l'émissivité du pare vapeur intégré aux isolants RT Plus égale à 0,49.

Epaisseur de la lame d'air (en mm)	2,5	5,0	7,5	10,0	12,5	15,0	17,5	20	30,0	50,0
Résistance thermique de la lame d'air non ventilée (en m²K/W)	0,08	0,13	0,17	0,20	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22

Tableau 1 : Résistance thermique de la lame d'air non ventilée en fonction de son épaisseur

Acoustique

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

Étanchéité

- À l'air : Les mesures réalisées en laboratoire et in situ permettent de considérer que la paroi isolée à l'aide de ce procédé est étanche à l'air et de valider la faisabilité d'une étanchéité à l'air sur un bâtiment avec un coefficient $Q_{4Pa_surf} \leq 0,6 \text{ (m}^3/\text{h)/m}^2$. Sous réserve que les autres parties de l'enveloppe du bâtiment soient étanches à l'air, le procédé contribue donc à l'atteinte des exigences réglementaires en matière d'étanchéité à l'air.
- À l'eau : Le procédé ne participe pas à l'étanchéité à l'eau.
- À la vapeur d'eau : Le procédé participe à l'étanchéité à la vapeur d'eau au moyen de la membrane pare vapeur intégrée du Système RT Plus Combles et des dispositions technologiques de continuité adoptées en limitant le risque de ventilation parasite de lames d'air situées côté intérieur de l'isolation.

Aspects sanitaires

Le présent avis est formulé au regard de l'engagement écrit du titulaire de respecter la réglementation, et notamment l'ensemble des obligations réglementaires relatives aux substances dangereuses, pour leur fabrication, leur intégration dans les ouvrages du domaine d'emploi accepté et l'exploitation de ceux-ci.

Le contrôle des informations et déclarations délivrées en application des réglementations en vigueur n'entre pas dans le champ du présent avis. Le titulaire du présent avis conserve l'entière responsabilité de ces informations et déclarations.

Fabrication et contrôle

Cet Avis ne vaut que pour les fabrications pour lesquelles les autocontrôles et les modes de vérifications, décrits dans le dossier technique établi par le demandeur sont effectifs.

1.2.2. Durabilité

Compte tenu des conditions de conception et de mise en œuvre précisées dans le Dossier Technique, les risques de condensation dans l'isolant à proximité de la membrane ou de l'écran de sous toiture, ainsi que dans la charpente et au niveau du parement intérieur, sont négligeables.

Sous réserve que soient respectées les conditions particulières définies dans le Dossier Technique, la durabilité de l'ouvrage est estimée équivalente à celle des solutions traditionnelles.

1.2.3. Impacts environnementaux

Les produits RT Plus 032 et RT Plus 035 font l'objet d'une fiche de Déclarations Environnementales et Sanitaires (FDES), conforme à la norme NF EN 15804+ A1/CN.

Ces FDES ont été établis et font l'objet d'une vérification par tierce partie indépendante selon l'arrêté du 31 août 2015 et e st déposée sur le site www.inies.fr.

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

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

1.3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

Il s'agit d'une révision d'Avis Technique.

La mise en œuvre d'isolant en toiture nécessite le plus souvent la mise en place d'une membrane pare vapeur indépendante et continue côté intérieur selon NF DTU 45.10.

Dans la mesure où la continuité du pare vapeur intégré des isolants RTPlus Combles est assurée en partie courante et aux points singuliers comme défini dans le Dossier Technique, l'ouvrage pare vapeur ainsi constitué peut assurer une fonction d'étanchéité à l'air.

Un soin particulier doit être apporté à la mise en œuvre au niveau des jonctions et des points singuliers.

Le système défini dans le Dossier Technique propose des solutions techniques pour les traversées de canalisations. Ces solutions ont fait l'objet de mesure d'étanchéité à l'air en laboratoire pour valider leur capacité à ne pas détériorer le plan d'étanchéité réalisé à l'échelle du bâtiment.

Enfin, il est rappelé que le vide technique entre le parement intérieur et la membrane réalisé grâce au système d'ossature spécifique décrit dans le Dossier Technique doit impérativement être respecté pour éviter tout percement ultérieur de la membrane.

2. Dossier Technique

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

2.1. Mode de commercialisation

2.1.1. Coordonnées

Titulaire(s) et distributeur : Société Knauf Insulation SAS
155 rue Anatole France
FR – 92300 Levallois-Perret
Internet : www.knaufinsulation.fr

2.1.2. Mise sur le marché

Conformément au Règlement UE n°305/2011 (RPC), les produits isolants RT Plus 032 et RT Plus 035 font l'objet de deux déclarations de performances DoP établies par le fabricant sur la base de la norme NF EN 13162 + A1 de 2013 (téléchargeables sur le site www.dopki.com).

2.1.3. Identification

Chaque emballage est pourvu d'une étiquette précisant notamment les informations suivantes :

- Désignation commerciale ;
- Nom et adresse du distributeur ;
- Date de fabrication et numéro de lot ;
- Dimensions ;
- Marquage CE et Déclaration de Performance (DoP) ;
- Réaction au feu (Euroclasse) déclarée et certifiée
- Numéro du certificat ACERMI ;
- Résistance et la conductivité thermique déclarées et certifiées ;
- Numéro de Document Technique d'Application ;
- Les produits font l'objet d'un étiquetage relatif aux émissions de polluants volatils conformément au décret n° 2011-321 du 23 mars 2011.

2.1.4. Stockage

Les isolants RT Plus et autres pièces dédiées de pose doivent être stockées dans un endroit à l'abri des intempéries, de la chaleur et du soleil.

2.2. Description

2.2.1. Principe

Le Système RT Plus Combles est un procédé destiné à :

- Réaliser l'isolation thermique des combles aménagés ou planchers de combles perdus au moyen d'une laine minérale ;
- Contribue à l'étanchéité à l'air et à la vapeur d'eau des parois isolées à l'aide d'un pare vapeur intégré à l'isolant et d'une gamme d'accessoires associée.

Le Système RT Plus Combles est composé de :

- D'un isolant avec une membrane d'étanchéité à l'air et à la vapeur d'eau intégrée. L'ensemble isolant + membrane est dénommé Isolant RT Plus ;
- D'une suspente spécifique dénommée Suspente RT ;
- D'une gamme d'accessoires de mise en œuvre associée : deux adhésifs dénommés Adhésif RT Plus et Adhésif RT Plus XL, de manchons adhésifs dénommé Manchons RT Plus et un mastic dénommé Mastic RT.

2.2.2. Caractéristiques des composants

2.2.2.1. Isolant « RT Plus »

Les isolants RT Plus (RT Plus 032 et RT Plus 035) sont des rouleaux de laine de verre avec un pare vapeur intégré. Ils bénéficient :

- Du marquage CE selon le Règlement des Produits de la Construction (UE n°305/2011), les performances déclarées étant définies conformément à l'annexe ZA de la norme NF EN 13162 et font l'objet de déclarations de performances DoP téléchargeables sur le site www.knaufinsulation.fr
 - n° G4220OPCPR pour le RT Plus 032,
 - n° G4220LPCPR pour le RT Plus 035 ;
- D'une certification ACERMI.

2.2.2.1.1. Caractéristiques certifiées

Nom produit	RT Plus 032	RT Plus 035
Conductivité thermique W/(m.K) selon NF EN 13162	Certificat ACERMI n° 15/016/1090	Certificat ACERMI n° 15/016/1092
Epaisseur (mm) selon NF EN 13162	40 à 200	50 à 280
Tolérance d'épaisseur selon NF EN 13162	Certificat ACERMI n° 15/016/1090	Certificat ACERMI n° 15/016/1092
Transmission de vapeur selon NF EN 13162	Z140	Z140
Absorption d'eau à court terme (kg/m²) selon NF EN 13162	WS	WS
Absorption d'eau à long terme (kg/m²) selon NF EN 13162	WL(P)	WL(P)
Semi-rigidité	Toute la gamme	Toute la gamme
*Il appartiendra à l'utilisateur de vérifier que les certificats ACERMI n° 15/016/1090 et n° 15/016/1092 sont toujours valides.		

Tableau 2 : Désignations commerciales et caractéristiques certifiées des isolants RT Plus

2.2.2.1.2. Autres caractéristiques

Nom produit	RT Plus 032	RT Plus 035
Forme	Rouleau	Rouleau
Stabilité dimensionnelle (70°C/90%HR)	≤1%	≤1%
Densité maxi (kg/m3)	30	20
Euroclasse selon NF EN 13501-1+A1	F	F

Tableau 3 : Autres caractéristiques

2.2.2.1.3. Membrane pare-vapeur intégrée (cf. Tableau 7)

Les caractéristiques mécaniques et hygrothermiques de la membrane pare vapeur intégré sont résumées dans le Tableau 7 en fin du Dossier Technique. Le pare vapeur intégré est constitué d'un film de polyéthylène (PE) métallisée, renforcée d'une armature en polypropylène (PP).

La membrane pare-vapeur intégré du système RT Plus Combles associée à ses accessoires de continuité adaptées et contribue à l'étanchéité à l'air et à la vapeur d'eau des parois et contribue ainsi à l'étanchéité à l'air du bâtiment.

2.2.2.2. Isolant éventuel entre chevrons

L'isolant thermique posé éventuellement entre chevrons doit être semi-rigide sous formes de panneaux ou rouleaux bénéficiant d'un Avis technique ou Document Technique d'Application en tant que « *Procédé d'isolation thermique pour comble perdu ou aménagé* », conforme au NF DTU 45.10, et titulaire d'un certificat ACERMI avec :

- Une conductivité thermique inférieure ou égale à 0,036W/(m.K);
- Une épaisseur égale à l'épaisseur des chevrons moins 2cm si absence d'écran de sous toiture HPV pour laisser une lame d'air de 2 cm respectant les ratios de ventilation définis dans le NF DTU 45.10 entre la sous face de l'écran et l'isolant.

2.2.2.3. Écran de sous-toiture

Dans le cas d'une construction neuve ou d'une rénovation totale de toiture, le Système RT Plus Combles est associé à un écran de sous toiture hautement perméable à la vapeur d'eau (HPV) de résistance à la diffusion de vapeur d'eau $s_d \leq 0,1$ m.

Cet écran de sous toiture doit être conforme à la norme NF EN 13859- 1 ainsi qu'aux dispositions de l'annexe A du DTU NF DTU 40.29 P1-2, ou bénéficier d'un Avis Technique ou Document Technique d'Application. Il doit également être certifié QB25, sd1.

2.2.2.4. Accessoires dédiés à la pose des isolants RT Plus

2.2.2.4.1. Suspentes RT

Les Suspentes RT sont des suspentes en composite armé permettant de maintenir l'isolant RT Plus et de réaliser l'ossature métallique. Elles sont composées de 3 éléments à assembler lors de la mise en œuvre :

- La tige RT : pièce en matériau composite armé à platine de fixation intégrée avec insert métallique de Ø 8mm surmoulé ;
- La rosace RT : pièce en matériau composite armé, qui se fixe sur la tige RT pour le maintien de l'isolant RT Plus ;
- La tête RT : tête démontable à verrouiller sur la tige RT après pose des Manchons RT Plus.

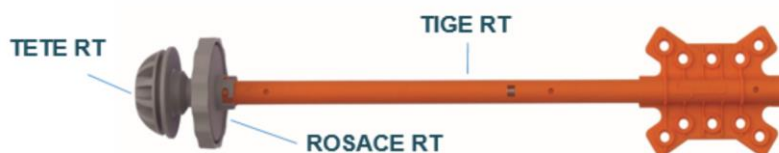


Figure 1 : Suspente RT

Chaque modèle de Suspente RT (caractérisé par une longueur de corps de suspente spécifique) est associé à une plage d'épaisseur pour la deuxième couche d'isolant (isolant RT Plus).

A ce jour, il existe 5 modèles :

- Suspente RT 12 – 16 : pose d'isolants d'épaisseur 120 à 160mm sous chevrons ou fermettes ;
- Suspente RT 16 – 20 : pose de d'isolants d'épaisseur 160 à 200mm sous chevrons ou fermettes ;
- Suspente RT 20 – 24 : pose de d'isolants d'épaisseur 200 à 240mm sous chevrons ou fermettes ;
- Suspente RT 24 – 28 : pose d'isolants d'épaisseur 240 à 280mm sous chevrons ou fermettes ;
- Suspente RT 28 – 32 : pose d'isolants d'épaisseur 280 à 320 sous chevrons ou fermettes.

Remarque : les Suspentes RT permettent d'une part, d'aménager un espace technique de 4,5 cm entre l'isolant RT Plus et le parement intérieur pour le passage de gaines (électriques ou hydrauliques) et boîtiers (DCL, boîtes de dérivation), et d'autre part, d'assurer une fois verrouillées la continuité d'étanchéité à l'air du système.

Les intervenants périphériques à la pose du Système RT Plus Combles (notamment électricien) doivent être informés de la présence et des spécificités des Suspentes RT afin de coordonner leur intervention en conséquence (choix de l'emplacement des boîtiers DCL, passage de gaines entre l'isolant RT Plus et le parement intérieur, etc.).

2.2.2.4.2. Adhésif RT Plus et RT Plus XL

Les adhésifs RT Plus et RT Plus XL sont des adhésifs grandes largeurs destinés à traiter l'étanchéité à l'air et à la vapeur d'eau aux jonctions du pare-vapeur intégré des isolants RT PLUS.



Figure 2 : Adhésif RT Plus et Adhésif RT Plus XL

Ils permettent également le raccordement des éléments périphériques en association avec le Mastic RT (cf. § 2.2.2.5.4) grâce au protecteur prédécoupé.

Nom produit	Adhésif RT Plus	Adhésif RT Plus XL
Nature	Ruban adhésif simple face en PET, avec une base acrylique aqueuse.	
Application	Jointoiement des lés d'isolant RT Plus en partie courante et des éléments périphériques (panne intermédiaire, pignon, sol) en association avec le Mastic RT.	
Dimensions	Longueur : 40m Largeur : 90mm	Longueur : 25m Largeur : 150mm

Tableau 4 : Description des Adhésifs RT Plus et RT Plus XL

Les caractéristiques de ces adhésifs, ainsi que leur compatibilité avec le pare vapeur intégré des isolants RT Plus sont définies dans les tableaux 8 et 9 en fin de Dossier Technique.

2.2.2.4.3. Manchons RT Plus

Les Manchons RT Plus sont des patchs adhésifs pré-perçés de format 15 x 15 cm garantissant l'étanchéité à l'air entre la Suspente RT et le pare-vapeur intégré des isolants RT PLUS.



Figure 3 : Manchon RT Plus

Chaque Manchon RT Plus présente un débord du protecteur pour faciliter son décollement lors de la mise en œuvre.

Nom produit	Manchons RT Plus
Nature	Manchon adhésif simple face en PET, avec une base acrylique aqueuse.
Application	Réalisation de l'étanchéité à l'air sur chaque perforation des Suspentes RT
Dimensions	Longueur : 15cm Largeur : 15cm

Tableau 5 : Description des Manchons RT Plus

2.2.2.4.4. Mastic RT

Le Mastic RT est un mastic-colle élastique à haut pouvoir adhésif pour les raccords entre les Adhésifs RT PLUS ou RT PLUS XL et les parois du système constructif.



Figure 4 : Mastic RT

Le Mastic RT assure l'étanchéité des jonctions de la face pare vapeur intégré des isolants RT Plus en périphérie des ouvrages en association avec l'adhésif RT Plus ou RT Plus XL, dans le cas où le support présente des aspérités (en béton, en brique ou en bois).

Nom produit	Mastic RT
Nature	Mastic-colle de technologie hybride polymère, à réticulation neutre, mono-composant, à bas module d'élasticité
Application	Réalisation de l'étanchéité à l'air des éléments périphériques (panne intermédiaire, pignon, sol) en association avec l'Adhésif RT Plus ou RT Plus XL
Cartouche	310 ml

Tableau 6 : Description du Mastic RT

Les performances du mastic en association avec les adhésifs RT Plus et RT Plus XL se trouvent dans le tableau 9 en fin du Dossier Technique.

2.2.2.4.5. Membrane pare vapeur pour traitement des points singuliers

Les membranes pare-vapeur indépendante doivent être compatibles avec le Système RT Plus Combles et les isolants RT Plus et bénéficier d'un Avis Technique ou Document Technique d'Application selon les prescriptions détaillées dans ces documents.

2.2.2.5. Ossatures

Seules les fourrures F45 de SPP ont fait l'objet d'essais mécaniques avec le système RT Plus Combles. D'autres fourrures peuvent être utilisées sous réserve d'être conformes au DTU 25.41 et d'avoir passé favorablement un essai de résistance à la traction du couple fourrure / suspente.

2.2.2.6. Parements intérieurs compatibles

Le Système RT Plus Combles peut être associé aux parements suivants :

- Plaques de plâtre conformes à la norme NF EN 520 et aux spécifications complémentaires de la norme NF DTU 25.41 P1-2 (CGM). Les plaques de plâtre ont une épaisseur de 12,5 mm (BA 13), 15 mm (BA 15) ou 18 mm (BA18).
- Lambris bois, panneaux de particules de bois d'épaisseur inférieure ou égale à 18 mm, conformes au NF DTU 36.2.

2.3. Dispositions de conception

2.3.1. Généralités

Les ouvrages de couverture doivent être réalisés conformément aux DTU ou Avis Techniques correspondants.

Le traitement des dispositifs d'éclairages encastrés doit être réalisé conformément au NF DTU 45.10.

L'ouvrage en plaques de plâtres sur ossature doit être conforme au DTU 25.41 ainsi qu'aux Avis Techniques correspondants, notamment concernant la planéité de la paroi, la densité des fixations et les dispositions relatives aux pièces humides.

2.3.2. Dimensionnement mécanique du plafond

Le dimensionnement mécanique est réalisé par le plaquiste/plafiste conformément au §6.2.2.2 du NF DTU 25.41. L'espacement maximum des suspentes sera de 1,20 m, et des fourrures de 0,60 m avec plaque BA13 ou 0,50 m avec plaque BA15 et supérieure.

Lorsque l'article 3 de l'arrêté du 22 octobre 2010, modifié, requiert des dispositions parasismiques pour l'ouvrage, il n'y a pas lieu de prendre en compte l'action sismique dans la conception et le dimensionnement du procédé, dans la mesure où celui-ci est mis en œuvre suivant la prescription suivante : Hauteur potentielle de chute inférieure ou égale à 3,50 m et masse surfacique inférieure ou égale à 25 kg/m².

Nota : La limite de masse mentionnée ci-dessus doit tenir compte du poids propre de tous les composants du procédé, y compris les charges de l'ossature mise en œuvre et de toutes les surcharges éventuelles rapportées comme les isolants ou de toutes autres surcharges dans le plenum ou se fixant sur le plafond.

La hauteur à considérer pour l'application des règles de justifications parasismiques est la hauteur comptée depuis le niveau du sol jusqu'au niveau le plus haut du plafond (hauteur de chute potentielle en cas de rupture).

Les masses surfaciques maximales du plafond fini (pour exemple avec la configuration la plus défavorable en largeur 0,60 m), constituées des éléments tels que décrits dans l'article 2.2.2, sont fournies dans le tableau suivant (en kg/m²) :

Type de plaque	Plaque de plâtre	Suspentes	Fourrures	Isolant RT Plus	Total kg/m ²
BA 13	9*kg/m ²	0,2 kg/m ²	2,6 kg/m ²	<6 kg/m ²	17,8 kg/m ²
BA 15	10,5* kg/m ²	0,2 kg/m ²	2,6 kg/m ²	<6 kg/m ²	19,3 kg/m ²
BA 18	16* kg/m ²	0,2 kg/m ²	2,6 kg/m ²	<6 kg/m ²	24,8 kg/m ²
2 BA 13	18 kg/m ²	0,2 kg/m ²	2,6 kg/m ²	<6 kg/m ²	26,8 kg/m ²

(*) : les masses surfaciques des plaques prises en référence sont celles mentionnées au NF DTU 25.41 P1-1 Annexe C.1

2.3.3. Zones sismiques

Il n'y a pas lieu de prendre en compte l'action sismique dans la conception et le dimensionnement du procédé dans la mesure où celui-ci est mis en œuvre suivant les deux prescriptions suivantes :

- Masse surfacique inférieure à 25 kg/m² ;
- Hauteur potentielle de chute inférieure à 3,50 m.

La limite de masse mentionnée ci-dessus doit tenir compte de la masse propre de tous les composants du Système RT Plus Combles et de toutes les surcharges éventuelles rapportées (isolation complémentaire...).

Dans le cas contraire (non-respect d'un des critères), le domaine d'emploi est restreint aux ouvrages pour lesquels l'article 3 de l'arrêté du 22 octobre 2010, modifié par l'arrêté du 8 septembre 2021, ne requiert pas de disposition parasismique. Les tableaux A et B ci-après indiquent de manière synoptique les cas visés pour l'emploi du procédé et les cas non visés qui requièrent l'application des règles PS par des dispositions parasismiques :

- Bâtiments neufs :

	Ouvrages de catégorie d'importance I	Ouvrages de catégorie d'importance II	Ouvrages de catégorie d'importance III	Ouvrages de catégorie d'importance IV
Zone 1	Visé	Visé	Visé	Visé
Zone 2	Visé	Visé	Non visé (1)	Non visé (3)
Zone 3	Visé	Non visé (2)	Non visé (3)	Non visé (3)
Zone 4	Visé	Non visé (2)	Non visé (3)	Non visé (3)
(1) Pose nécessitant des vérifications particulières (cf. § 2.3.3), à l'exception des établissements scolaires appartenant à la catégorie d'importance III) remplissant les conditions des règles simplifiées CP-MI. (2) Pose nécessitant des vérifications particulières (cf. § 2.3.3), à l'exception des bâtiments de catégorie d'importance II remplissant les conditions des règles simplifiées CP-MI. (3) Pose nécessitant des vérifications particulières (cf. § 2.3.3).				

Tableau A – Cas des bâtiments neufs

- Cas des bâtiments anciens, lors de travaux d'ajouts ou de remplacement de ces éléments, l'utilisation du tableau B doit être obligatoirement précédée d'un examen spécifique du projet concerné, quant à la consistance des travaux au sens de l'article 3 de l'arrêté du 22 octobre 2010 modifié par l'arrêté du 8 septembre 2021 :

	Ouvrages de catégorie d'importance I	Ouvrages de catégorie d'importance II	Ouvrages de catégorie d'importance III	Ouvrages de catégorie d'importance IV
Zone 1	Visé	Visé	Visé	Visé
Zone 2	Visé	Visé	Visé	Non visé (3)
Zone 3	Visé	Non visé (2)	Non visé (3)	Non visé (3)
Zone 4	Visé	Non visé (2)	Non visé (3)	Non visé (3)
(2) Pose nécessitant des vérifications particulières (cf. § 2.3.3), à l'exception des bâtiments de catégorie d'importance II remplissant les conditions des règles simplifiées CP-MI. (3) Pose nécessitant des vérifications particulières (cf. § 2.3.3).				

Tableau B – cas des bâtiments anciens, lors de travaux d'ajouts ou de remplacement de ces éléments

2.3.4. Dispositions de conception préalables à la mise en œuvre

Le processus de pose décrit ci-dessous doit être respecté.

Pour chaque configuration, il y a lieu de respecter les dispositions suivantes :

- Les ouvrages de couverture doivent être réalisés conformément aux DTU ou Avis Techniques correspondants ;
- Le dimensionnement des éléments et la pose des plaques de plâtre doit être conforme au DTU 25.41 ainsi qu'aux Avis Techniques correspondants ;
- La continuité du pare-vapeur intégré des isolants RT Plus, y compris aux points singuliers, doit être assurée.

Remarque : Les paragraphes ci-dessous décrivent les différentes étapes de mise en œuvre du Système RT Plus Combles. Celle-ci est identique que l'on soit :

- En rampants ou en plafonds de combles aménagés,

En charpente traditionnelle ou fermettes industrielles.

2.3.5. Conditions de mise en œuvre

2.4. Dispositions de mise en œuvre

La mise en œuvre de l'isolation devra respecter les prescriptions de mise en œuvre du NF DTU 45.10, notamment concernant la limitation des conductivités thermiques entre et sous chevrons.

2.4.1. Pose de l'écran de sous toiture HPV

Dans le cas d'un ouvrage neuf (construction neuve ou rénovation complète de toiture), le système RT Plus Combles est associé à un écran de sous toiture HPV certifié QB25, Sd1 mis en œuvre du côté extérieur. Il permet la pose de l'isolant au contact de l'écran, sans lame d'air entre l'écran et l'isolant.

2.4.1.1. En Neuf

Dans le cas d'un ouvrage neuf (construction neuve ou rénovation complète de toiture), le système RT Plus Combles est associé à un écran de sous toiture HPV certifié QB25, Sd1 mis en œuvre du côté extérieur. Il permet la pose de l'isolant au contact de l'écran, sans lame d'air entre l'écran et l'isolant.

Dans le cas d'un ouvrage neuf, la pose de l'écran de sous toiture HPV relève du couvreur.

La mise en œuvre de cet écran doit être réalisée conformément à la norme NF DTU 40.29 P1-1 ou aux Avis Techniques / Documents Techniques d'Application correspondants. Les sections de ventilation de la lame d'air au-dessus de l'écran de sous toiture correspondent à celles des DTU de la série 40.

2.4.1.2. En rénovation

Dans le cadre des ouvrages en rénovation (sans réfection complète de la toiture) :

- En cas d'écran souple de sous toiture, si le certificat QB correspondant mentionne un niveau Sd1, la lame d'air entre la sous-face de l'écran et la surface de l'isolant n'est pas nécessaire. Dans tous les autres cas, y compris en cas d'absence d'information sur les caractéristiques de l'écran, le maintien d'une lame d'air selon les ratios de ventilation définis dans le NF DTU 45.10 entre la sous-face de l'écran et la surface de l'isolant est indispensable,
- En cas d'écran rigide, le maintien d'une lame d'air entre la sous-face de l'écran et la surface de l'isolant est indispensable. Cette lame d'air est continue de l'égout au faîtage. La pose de l'isolant doit être telle qu'elle respecte l'épaisseur de cette lame d'air, en prenant en compte le foisonnement éventuel de l'isolant. L'épaisseur de la lame d'air sera de :
 - 2 cm minimum dans le cas d'écran HPV ;
 - 4 cm minimum pour les longueurs de rampants inférieures ou égales à 12 m ;
 - 6 cm pour les longueurs supérieures à 12 m.

2.4.2. Pose des Suspentes RT

Les tiges RT sont vissées sur le côté des fermettes / chevrons en vérifiant leur alignement soit au cordeau ou soit à l'aide d'un niveau laser. Les vis à utiliser sont des vis à bois de longueur 35mm et de diamètre 3 à 3,5mm, à raison de deux vis par suspente au minimum de part et d'autre de l'axe de symétrie du corps de suspente (position en hauteur indifférente).



Figure 5 : Vissage des Suspentes RT sur la charpente

Conformément à la norme NF DTU 25.41, les entraxes entre suspentes n'excèdent pas 1,20 m dans le sens des lignes d'ossature et 0,60 m dans l'autre sens (respectivement 0,50 m dans le cas d'un parement constitué de plaques de plâtre d'épaisseur supérieure ou égale à 15 mm (une BA15, une BA18 ou deux BA13)).

2.4.3. Cas d'une isolation en deux couches (éventuelle)

2.4.3.1. Première couche d'isolant

L'isolant à mettre en œuvre doit être isolant thermique sous formes de panneaux ou rouleaux conforme au § 2.2.2.2.

L'isolant est découpé à une largeur égale à la distance entre fermettes / chevrons + 1 cm. Il est ensuite inséré entre les fermettes / chevrons sur toute la surface du rampant.



Figure 6 : Pose de la 1^{ère} couche d'isolant entre chevrons / fermettes

L'isolant à utiliser entre les fermettes / chevrons doit être nu, sans surfacage.

Dans le cas où cet isolant en laine minérale est revêtu d'un surfacage kraft, il est impératif de le perforer en petites fentes à raison de 10/m² environ avant de procéder à la pose de la 2^{de} couche.

2.4.3.2. Seconde couche d'isolant RT Plus

L'isolant à mettre en œuvre en seconde couche est l'isolant RT Plus (032 ou 035).

Cette seconde couche est mise en place sous les fermettes / chevrons. Elle est embrochée dans le sens des fermettes / chevrons ou perpendiculairement aux fermettes / chevrons sur les Suspentes RT.

L'isolant RT Plus (032 ou 035) est ensuite embroché sur les Suspentes RT. Il faudra veiller à ce que l'isolant soit placé derrière la collerette de la Suspente RT.



Figure 7 : Embrochage de l'isolant RT Plus (032 ou 035) sur les Suspentes RT

Une fois l'isolant RT Plus installé, les rosaces RT sont fixées aux tiges RT pour le maintien de l'isolant RT Plus.

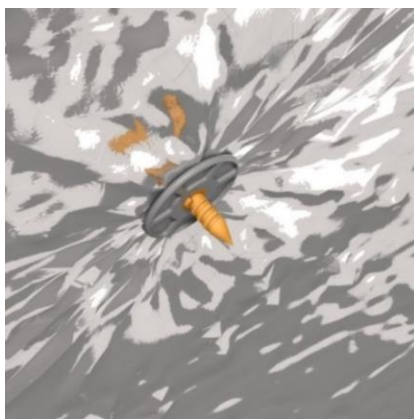


Figure 8 : Maintien de l'isolant avec les rosaces RT

La continuité de l'isolation thermique sera vérifiée sur l'ensemble de la surface.

2.4.4. Mise en œuvre des Manchons RT Plus

Les Manchons RT Plus sont insérés sur chaque Suspente RT dans l'orifice prévu à cet effet.

On veillera à ce que les Manchons RT Plus soient en contact avec la rosace RT.

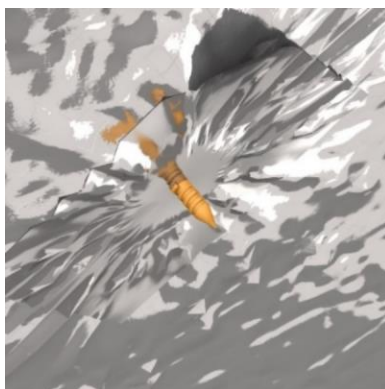


Figure 9 : Mise en place des manchons RT Plus sur chaque Suspente RT

Les têtes RT sont ensuite verrouillées sur les tiges RT.



Figure 10 : Verrouillage des têtes RT sur les tiges RT

2.4.5. Mise en œuvre de l'Adhésif RT Plus (ou Adhésif RT Plus XL)

Chaque les jonctions de lés de l'isolant RT Plus (035 ou 032) sera réalisée avec l'Adhésif RT Plus (ou avec l'Adhésif RT Plus XL).



Figure 11 : Réalisation de la jonction des lés d'isolant RT Plus avec l'adhésif RT Plus

Dans le cas où l'Adhésif RT Plus ne serait pas assez large, il est nécessaire d'utiliser l'Adhésif RT Plus XL (exemple : jonction entre le plafond et le rampant).

2.4.6. Jonctions périphériques avec le Mastic RT

Pour les raccords du pare vapeur intégré de l'isolant RT Plus (035 ou 032) avec les pignons, le sol ou la panne intermédiaire, on utilisera le Mastic RT en association avec l'Adhésif RT Plus ou RT Plus XL.

Tout d'abord, la première moitié du protecteur prédécoupé de l'Adhésif RT Plus ou RT Plus XL est retirée.

L'Adhésif RT Plus ou RT Plus XL est ensuite collé sur sa moitié sur l'isolant RT PLUS (032 ou 035).

Un cordon de Mastic RT est appliqué sur le support.

La deuxième moitié de l'adhésif doit être collée sur le mastic.



Figure 12 : Mise en œuvre du Mastic RT

2.4.7. Pose de l'ossature métallique

Les fourrures sont clipsées sur les Suspentes RT. Le réglage de planéité est effectué pour obtenir la conformité à la norme NF DTU 25.41. Les gaines électriques sont passées dans l'espace technique entre l'ossature métallique l'isolant RT par celui qui en a la charge.

2.4.8. Pose de parement de finition

La pose du parement intérieur est effectuée conformément à la norme NF DTU 25.41. Les plaques sont vissées pour réaliser le parement d'habillage. Le montage commencera par la plaque la plus basse.

Dans le cas de locaux EB+ privatifs et conformément à la norme NF DTU 25.41, les parois inclinées situées à une hauteur inférieure à 1,80 m du niveau du sol fini, sont réalisées en plaques de plâtre hydrofugées de type H1.

Dans le cas d'un parement de finition type lambris, la mise en œuvre sera conforme au §12.5.1.1 du NF DTU 36.2.



Figure 13 : Mise en œuvre du parement de finition

La lame d'air qui se situe entre le parement de finition et l'isolant RT Plus sera non ventilée du fait du traitement de l'étanchéité à l'air de la paroi réalisé au préalable avant la mise en œuvre du parement de finition.

2.4.9. Mise en œuvre du Système RT Plus Combles aux points singuliers

2.4.9.1. Réalisation de l'isolation et de l'étanchéité à l'air des pieds droits

2.4.9.1.1. Cas de planchers en maçonnerie

Dans le cas des planchers en maçonnerie ou en béton, le pare vapeur intégré des isolants Plus est arrêté en bas du pied droit. Le raccord avec le plancher est réalisé selon le paragraphe 2.4.6.

2.4.9.1.2. Cas des planchers bois

Dans le cas des planchers en bois, la membrane pare vapeur compatible avec le Système RT Plus Combles et les isolants RT Plus et bénéficiant d'un Avis Technique ou Document Technique d'Application doit être mise en œuvre avant la réalisation de l'isolation des rampants.

Cette membrane est dimensionnée pour que sa largeur soit égale à la distance entre la panne sablière et la paroi verticale du pied droit + 10 cm pour la remontée.

La membrane d'étanchéité à l'air indépendante est collée à la panne sablière conformément aux prescriptions décrites dans son Avis Technique ou Document Technique d'Application.

Dès que l'isolant RT Plus (032 ou 035) a été mis en œuvre verticalement au niveau du pied droit, la partie horizontale de la membrane d'étanchéité indépendante est remontée puis raccordée à l'isolant RT Plus avec l'Adhésif RT Plus ou RT Plus XL.

2.4.9.2. Passage des canalisations et gaines électriques au niveau des pieds droits

Si le pied droit est isolé avec l'isolant RT Plus (032 ou 035), la largeur de l'espace technique sera égale à l'épaisseur de la fourrure. Dans le cas où cet espace technique serait insuffisant pour le passage des canalisations et/ou gaines électriques, il y a lieu de doubler l'ossature afin d'avoir un espace technique plus grand.

2.4.9.3. Jonction avec ouvertures de grandes dimensions (les fenêtres de toit, trappes...)

Pour certains points singuliers (jonctions avec fenêtre de toit), il peut s'avérer nécessaire d'utiliser une membrane pare-vapeur indépendante.

Les membranes d'étanchéité à l'air indépendante doivent être compatibles avec le Système RT Plus Combles et les isolants RT Plus et bénéficier d'un Avis Technique ou Document Technique d'Application selon les prescriptions détaillées dans ces documents.

2.4.9.3.1. Pose de la membrane

Passez la membrane pare vapeur compatible avec le Système RT Plus Combles et les isolants RT Plus et bénéficiant d'un Avis Technique ou Document Technique d'Application devant la fenêtre de toit et la raccorder à l'isolant RT Plus avec l'adhésif RT Plus.

Fendre la membrane en son milieu sur toute la hauteur de l'ouverture en forme de I.



Figure 14 : Mise en œuvre du pare vapeur indépendant

2.4.9.3.2. Raccord avec fenêtre de toit

La membrane est rabattue sur joues verticales de l'ouverture puis collée au mastic en épousant le pourtour de la menuiserie.



Figure 15 : Rabat du pare vapeur indépendant sur les joues verticales

2.4.9.3.3. Raccord à la partie courante

Deux bandes de membrane pare vapeur indépendante sont découpées puis collées à l'aide de l'adhésif RT Plus de manière à assurer la continuité de l'étanchéité à l'air de la partie courante.



Figure 16 : Raccord à la partie courante

2.4.9.4. Passage des gaines électriques

Pour le passage des gaines électriques en combles aménagés, il y a lieu d'utiliser l'espace technique créé par les Suspentes RT. Si les gaines électriques passent au travers de l'isolant RT Plus, il est recommandé d'utiliser les manchons adhésifs pour le passage des gaines.

Dans le cas où le passage de la gaine ne serait pas étanche (trou plus grand que la gaine), un cordon de mastic sera ajouté. Les boîtiers électriques (ou tout connecteur) doivent être pleins. La jonction du boîtier avec la plaque de plâtre (ou le par-ement) doit être réalisée avec un mastic approprié restant souple.

À défaut, les boîtiers électriques seront déportés sur les ouvrages adjacents où l'étanchéité à l'air n'est pas traitée.

2.4.9.5. Conduits de fumées

L'étanchéité à l'air entre l'isolant RT Plus et la charpente du toit doit être effectuée sur le bois du chevêtre avec du mastic RT. L'espace entre le chevêtre et le conduit de fumée maçonné doit être rempli avec du mortier incombustible selon les recommandations du NF DTU 24.1 P1 en respectant la distance de sécurité relative aux dispositions particulières à chaque type de conduits de fumée.

En l'absence de dispositions particulières, l'étanchéité à l'air autour du conduit sera réalisée à l'aide d'un coffrage maçonné constitué d'un matériau bénéficiant d'un classement de réaction au feu au moins A2-s2, d0 (plâtre, mortier, etc.) en respectant la distance de sécurité conformément au NF DTU 24.1 et à l'e-cahier du CSTB 3816.

L'ouvrage de fumisterie doit être conforme au *chapitre 7* « Dispositions complémentaires concernant les conduits de fumée en situation intérieure », au *chapitre 8* « Conduits de fumée en terre cuite et briques » ainsi qu'au *chapitre 9* « Conduits de fumée en béton ».

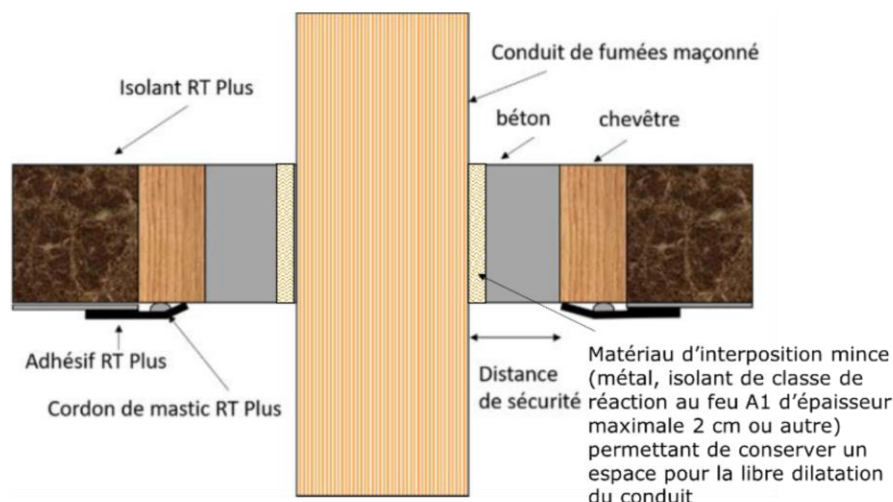


Figure 17 : Traitement des conduits de fumées

2.4.9.6. Raccord aux pannes intermédiaires apparentes

Dans le cas où les pannes intermédiaires doivent rester apparentes, le raccord du pare vapeur intégré de l'isolant RT Plus aux pannes intermédiaires se fait selon le paragraphe 2.4.6.

2.5. Maintien en service du produit ou procédé

2.5.1. Maintenance et entretien

Après réception de l'ouvrage, toute intervention ultérieure entraînant une dégradation du système d'étanchéité à l'air devra être suivie d'une remise en état de l'élément endommagé afin de le rendre à nouveau étanche.

L'entreprise intervenant devra prendre connaissance au préalable de la constitution de l'ouvrage et s'informer des modalités de réparation du Système RT Plus Combles.

Les occupants devront être également informés du risque de dégradation des performances d'étanchéité à l'air en cas de percement de la membrane ou éventuels travaux d'aménagement ultérieurs.

2.5.2. Réparation du pare vapeur intégré de l'isolant RT Plus

Dans le cas où le pare vapeur intégré de l'isolant RT Plus est entaillé ou déchiré, il faut reconstituer le pare vapeur intégré avec de l'Adhésif RT Plus ou RT Plus XL.

2.6. Assistance technique

La société Knauf Insulation SAS assure une assistance technique aux installateurs du Système RT Plus Combles tant en ce qui concerne la conception que la réalisation du procédé sur le chantier via un formulaire de demande sur le site www.knaufinsulation.fr.

KNAUF INSULATION assure également, via son école de l'isolation™, une formation avec attestation de formation nominative des applicateurs. Cette école est certifiée QUALIOPI. Des formations en distanciel E-learning sont également disponibles pour former les entreprises à l'utilisation du Système RT Plus.

2.7. Principes de fabrication et de contrôle de cette fabrication

2.7.1. Isolant RT Plus

2.7.1.1. Fabrication et distribution

Les laines de verre sont fabriquées dans les usines de VISE (Belgique) et LANNEMEZAN.

La membrane pare-vapeur intégrée, spécifique au Système RT Plus Combles, est fabriquée par un sous-traitant sur la base d'un cahier des charges élaboré par Knauf Insulation. La caractéristique de transmission de vapeur d'eau (Z) du procédé est certifiée par l'ACERMI. La société Knauf Insulation assure la distribution.

2.7.1.2. Contrôles

Les contrôles internes en usine sont conformes à la norme EN 13162 annexe B et au règlement technique ACERMI.

Sur matières premières :

- Fiches fournisseurs et contrôles par analyse chimique.

En cours de fabrication :

- Dosages matière, température, viscosité, débits, vitesse de chaîne, dimensions produits, taux de liant.

Sur produit fini :

- Mesures dimensionnelles ;
- Masse volumique ;
- Conductivité thermique.

Ces contrôles font l'objet d'audits réguliers avec prélèvements d'échantillons dans le cadre de la certification ACERMI.

2.7.2. Accessoires RT Plus

2.7.2.1. Fabrication et distribution

Les accessoires spécifiques au Système RT Plus, à savoir : les Suspentes RT ; les Adhésifs RT Plus et Adhésif RT Plus XL ; les Manchons RT Plus et les cartouches de Mastic RT Plus sont fabriqués par différents sous-traitants sur la base de cahiers des charges et distribués par Knauf Insulation.

Ces produits doivent être stockés en intérieur à l'abri des intempéries et des UV.

2.7.2.2. Contrôles

2.7.2.2.1. Adhésif RT Plus, Adhésif RT Plus XL et Manchons RT Plus

Les contrôles internes en usine sont les suivants :

Sur matières premières :

- Assurance qualité du fournisseur

En cours de fabrication :

- Masse surfacique

Sur produit fini :

- Défauts d'aspect ;
- Masse surfacique ;
- Longueur ;
- Largeur ;
- Grammage de colle.

2.7.2.2.2. Mastic RT

Les contrôles internes en usine sont les suivants :

Sur matières premières :

- Assurance qualité du fournisseur.

En cours de fabrication :

- Masse volumique : contrôle permanent.

Sur produit fini :

Masse d'une cartouche.

2.7.2.2.3. Suspente RT

Les contrôles internes en usine sont les suivants :

Sur matières premières :

- Assurance qualité du fournisseur.

En cours de fabrication :

- Matelas, injection, temps de cycle, pression de commutation : contrôle automatique et permanent des réglages.

Sur produit fini :

- Aspect (brûlures, bavure, matière), dateur : A chaque lot de fabrication ;
- Contrôle de la résistance mécanique des suspentes par essais de traction selon l'annexe D de la norme NF DTU 25.41 P1-2 (décembre 2012) réalisés au minimum sur chaque lot fabriqué (un lot correspond à 20000 pièces maximum).

2.8. Mention des justificatifs

2.8.1. Résultats expérimentaux

Rapports d'essais du laboratoire APPLUS :

- N° 16-12584-1371 du 30 novembre 2016 - Essais de caractérisation selon le Cahier du CSTB 3710_V2 de novembre 2015 : Caractérisation des performances intrinsèques des éléments du procédé Système RT Plus, compatibilité des éléments du procédé (transmission de la vapeur d'eau, résistance à la traction, allongement à la rupture en traction, résistance à la déchirure au clou, résistance au pelage des jonctions, résistance au cisaillement des jonctions, caractéristiques aérodynamiques),
- Rapports d'essais du CSTB :
 - N°DEIS/HTO – 2016-166 du 29 septembre 2016 - Calculs des coefficients de transmission thermique du système RT Plus ;
 - N°AFF 21-006 – du 20 avril 2021- Calculs des coefficients de transmission thermique du système RT Plus Combles ;
 - N°AFF 21-007 – du 16 avril 2021 – Mesure de l'émissivité du pare-vapeur pet et calcul de la résistance thermique de la lame d'air non ventilée associée à l'isolant dans le système RT Plus ;
 - N°DEIS/HTO – 2016-166 du 29 septembre 2016 - Calculs des coefficients de transmission thermique du système RT Plus ;
 - N°DEIS/H O 17 E17-083 du 22 novembre 2017 – Stabilité dimensionnelle : humidité et température spécifiques ;
 - N°EMI 16-26064364 du 26 juillet 2016 - Détermination de la perméabilité à l'air d'une paroi à ossature bois ;
 - N°ES541160255 - Classement de réaction feu F sur isolants RT Plus 032 et 035 ;
 - N°EFR 17-J-000896 A et B + extension 23/1 - Procès-verbaux de classement R15 et R30 + rapports d'essais de résistance au feu du plafond avec le procédé Système RT Plus Plus associé à 1 ou 2 plaques KS13 + fourrures F47 + laine de verre RT PLUS 035 ép. 240 mm + plénum de 220 mm(avec lame d'air).
 - N°MRF 15 26050805 - Essais de tenue des suspentes/fourrures F45 de SPP et F47 de KNAUF ;
 - N°MRF 16 26063640 - Essais de chargement réparti sur plafond (fourrures F45 de SPP entraxe 600mm, fourrures F47 de KNAUF entraxe 500mm) ;
 - N°EEM Fr21-02398 - Essais de tenue des suspentes/fourrures F45 de SPP du 14/04/2021 ;
 - N° DSSF 23-15649-1 - Essais de tenue des suspentes/fourrures F45 de SPP du 06/02/2023 ;
 - N° EEM 22-15543- Essais de chargement réparti sur plafond (fourrures F45 de SPP entraxe 600mm) du 21/04/2023.

2.8.2. Références chantiers

Plus d'un million de m² ont été posés depuis janvier 2016.

2.9. Annexe du Dossier Technique

2.9.1. Caractéristiques du pare vapeur intégré des isolants RT Plus

Caractéristiques	Spécifications	Unité	Normes de référence ou observation
Masse surfacique	50±2	g/m ²	NF EN 1849-2
Epaisseur	0,05 ± 2%	mm	NF EN 1849-2
Rectitude	conforme	/	NF EN 1848-2
Résistance à la traction État initial sens longitudinal (L) sens transversal (T)	(L) > 100 (T) > 100	N / 50 mm N / 50 mm	NF EN 12311-2 NF EN 12311-2
Allongement à la rupture en traction État initial sens longitudinal (L) sens transversal (T)	(L) > 4 (T) > 4	% %	NF EN 12311-2 NF EN 12311-2
Transmission à la vapeur d'eau (Sd) État initial	≥ 90	m	NF EN 1931
Réaction au feu	F (1)	Euroclasse	EN 13 501-1

(1) Rapport d'essais du CSTB N°ES541160255 (cf. § B du Dossier Technique).

Tableau 7 – Caractéristiques du pare vapeur intégré des isolants RT Plus

2.9.2. Caractéristiques de la jonction entre lés d'isolants RT Plus avec l'Adhésif RT Plus / RT Plus XL

Caractéristiques	Spécifications	Unité	Normes de référence ou observation
Résistance au cisaillement État initial - sens longitudinal (L) État après vieillissement – sens longitudinal (L)	Fmax > 40 Fmax > 40	N / 50 mm N / 50 mm	NF EN 12317-2 NF EN 12317-2
Résistance au pelage État initial - sens longitudinal (L)	Fmax > 25	N / 50 mm	NF EN 12316-2
Transmission à la vapeur d'eau (s _d) État initial État après vieillissement	88 68	m m	NF EN 1931 NF EN 1931

Conditionnement du test de durabilité - 50 °C, 70 % HR, pendant 168 heures.

Tableau 8 – Caractéristiques de la jonction entre lés d'isolants RT Plus avec l'Adhésif RT Plus / RT Plus XL

Caractéristiques de la jonction entre les supports – Mastic RT Plus avec Adhésif RT Plus / RT Plus	Spécifications	Unité	Normes de référence ou observation
Résistance au pelage à 90° Support bois État initial État après vieillissement Support brique État initial État après vieillissement Support béton État initial État après vieillissement	> 40 > 40 > 40 > 40 > 40 > 40 > 40 > 40	N / 50 mm N / 50 mm N / 50 mm N / 50 mm N / 50 mm N / 50 mm N / 50 mm N / 50 mm	NF EN 12316-2 NF EN 12316-2 NF EN 12316-2 NF EN 12316-2 NF EN 12316-2 NF EN 12316-2 NF EN 12316-2 NF EN 12316-2

Conditionnement du test de durabilité - 50 °C, 70 % HR, pendant 168 heures.

Tableau 9 – Caractéristiques de la jonction entre les supports – Mastic RT Plus avec Adhésif RT Plus / RT Plus XL

2.9.3. Etude thermique calcul des coefficients UP intégrant les ponts thermiques intégrés du système

Coefficients ψ , χ , U_c et U_p

Les coefficients ψ , χ , U_c et U_p ont été calculés pour les configurations détaillées ci-après et représentatives des cas de figures présentés dans le dossier technique.

Caractéristiques communes pour ces configurations :

- Conductivité thermique considérée pour le bois (chevrons, pannes, fermettes) : $\lambda = 0,13 \text{ W/(m.K)}$ valable pour du bois feuilli de masse volumique normale telle que $230 < \rho_n \leq 500 \text{ kg/m}^3$ ou du résineux tel que $\rho_n \leq 500 \text{ kg/m}^3$;
- Répartition des Suspentes RT: entraxe 0,60m x 1,20m conformément à la norme NF DTU 25.41, soit une densité de 1,39 suspentes par m^2 ;
- Une lame d'air non ventilée de 45 mm a été considérée entre l'isolant RT Plus et la plaque de plâtre, ce qui correspond à une résistance thermique équivalente de $0,16 \text{ m}^2.\text{K/W}$.

2.9.3.1. Configuration 1 : charpente industrielle – isolation entre et sous fermettes

Hypothèses :

- Fermettes : 36 x 200 mm, entraxe de 600mm ;
- Fourrures de dimension standard ;
- L'épaisseur de l'isolant entre fermettes est de 200mm. Il est en contact avec l'écran de sous toiture HPV et est sans surfaçage ;
- La lame d'air entre l'isolant RT Plus et la plaque de plâtre est considérée comme non ventilée.

Isolant entre fermettes : KI Fit 035 ou KI Fit 032 en 200mm d'épaisseur.

Isolant entre fermettes KI FIT		Isolant sous fermettes RT Plus ($\epsilon_{\text{pare-vapeur}}=0,49$)		U_c [W/(m ² .K)]	Ψ_{fermette} [W/(m.K)]	χ_{suspente} [W/K]	U_p [W/(m ² .K)]
λ [W/(m.K)]	Epaisseur [mm]	λ [W/(m.K)]	Epaisseur [mm]				
0,035	200	0,035	200	0,084	0,003	0,002	0,09
			220	0,080	0,003	0,001	0,09
			240	0,076	0,003	0,002	0,08
			280	0,070	0,002	0,002	0,08
		0,032	60	0,123	0,007	0,002	0,14
			120	0,100	0,004	0,001	0,11
			140	0,094	0,004	0,001	0,10
			160	0,089	0,003	0,002	0,10
0,032	200	0,035	200	0,080	0,003	0,002	0,09
			220	0,077	0,003	0,001	0,08
			240	0,073	0,003	0,002	0,08
			280	0,068	0,002	0,002	0,07
		0,032	60	0,116	0,007	0,002	0,13
			120	0,095	0,005	0,001	0,10
			140	0,090	0,004	0,001	0,10
			160	0,085	0,004	0,002	0,09
			200	0,077	0,003	0,002	0,08

2.9.3.2. Configuration 2 : charpente traditionnelle – isolation entre et sous chevrons

Hypothèses :

- Chevrons : 60 x 80 mm, entraxe de 600mm ;
- Pannes : 75 x 200 mm, entraxe de 1,5m ;
- Fourrures de dimension standard ;
- L'épaisseur de l'isolant entre chevrons est de 80 mm. Il est en contact avec l'écran de sous toiture HPV et est sans surfaçage ;
- La lame d'air entre l'isolant RT Plus et la plaque de plâtre est considérée comme non ventilée ;
- Isolant entre fermettes : KI Fit 035 ou KI Fit 032 en 80 mm d'épaisseur.

Isolant entre chevrons KI FIT		Isolant sous chevrons RT Plus ($\epsilon_{\text{pare-vapeur}}=0,49$)		U_c [W/(m².K)]	Ψ_{chevron} [W/(m.K)]	Ψ_{panne} [W/(m.K)]	$\chi_{\text{panne / chevron}}$ [W/K]	χ_{suspente} [W/K]	U_p [W/(m².K)]
λ [W/(m.K)]	Epaisseur [mm]	λ [W/(m.K)]	Epaisseur [mm]						
0,035	80	0,035	200	0,118	0,003	0,011	0,001	0,003	0,14
			280	0,093	0,002	0,006	0,000	0,003	0,10
		0,032	120	0,153	0,005	0,011	0,001	0,003	0,17
			140	0,139	0,004	0,012	0,001	0,003	0,16
			160	0,128	0,003	0,012	0,001	0,003	0,15
			200	0,111	0,003	0,012	0,001	0,003	0,13
0,032	80	0,035	200	0,115	0,003	0,011	0,001	0,003	0,13
			280	0,091	0,002	0,006	0,000	0,003	0,10
		0,032	120	0,148	0,006	0,011	0,001	0,003	0,17
			140	0,135	0,005	0,011	0,001	0,003	0,16
			160	0,125	0,004	0,011	0,001	0,003	0,14
			200	0,108	0,003	0,012	0,001	0,003	0,13

2.9.3.3. Configuration 2 bis : charpente traditionnelle – isolation entre et sous chevrons

Hypothèses :

- Chevrons : 60 x 80 mm, entraxe de 600mm ;
- Pannes : 120 x 240 mm, entraxe de 1,5m ;
- Fourrures de dimension standard ;
- L'épaisseur de l'isolant entre chevrons est de 80 mm. Il est en contact avec l'écran de sous toiture HPV et est sans surfaçage ;
- La lame d'air entre l'isolant RT Plus et la plaque de plâtre est considérée comme non ventilée ;
- Isolant entre fermettes : KI Fit 035 ou KI Fit 032 en 80 mm d'épaisseur.

Isolant entre chevrons KI FIT		Isolant sous chevrons RT Plus ($\epsilon_{\text{pare-vapeur}}=0,49$)		U_c [W/(m².K)]	Ψ_{chevron} [W/(m.K)]	Ψ_{panne} [W/(m.K)]	$\chi_{\text{panne / chevron}}$ [W/K]	χ_{suspente} [W/K]	U_p [W/(m².K)]
λ [W/(m.K)]	Epaisseur [mm]	λ [W/(m.K)]	Epaisseur [mm]						
0,035	80	0,035	200	0,118	0,003	0,017	0,001	0,003	0,14
			220	0,110	0,003	0,017	0,001	0,003	0,13
			240	0,104	0,002	0,017	0,001	0,003	0,12
			280	0,093	0,002	0,012	0,001	0,003	0,11
		0,032	120	0,153	0,005	0,016	0,002	0,003	0,18
			140	0,139	0,004	0,017	0,002	0,003	0,16
			160	0,128	0,003	0,017	0,002	0,003	0,15
			200	0,111	0,003	0,018	0,001	0,003	0,13
0,032	80	0,035	200	0,115	0,003	0,016	0,002	0,003	0,14
			220	0,108	0,003	0,016	0,001	0,003	0,13
			240	0,101	0,003	0,016	0,001	0,003	0,12
			280	0,091	0,002	0,011	0,001	0,003	0,11
		0,032	120	0,148	0,006	0,015	0,002	0,003	0,17
			140	0,135	0,005	0,016	0,002	0,003	0,16
			160	0,125	0,004	0,016	0,002	0,003	0,15
			200	0,108	0,003	0,017	0,002	0,003	0,13

2.9.3.4. Configuration 3 : charpente traditionnelle – isolation sous chevrons

Hypothèses :

- Chevrons : 60 x 80 mm, entraxe de 600mm ;
- Pannes : 75 x 200 mm, entraxe de 1,5m ;
- Fourrures de dimension standard ;
- La lame d'air entre l'isolant RT Plus et la plaque de plâtre est considérée comme non ventilée.

Isolant sous chevrons RT Plus ($\epsilon_{\text{pare-vapeur}}=0,49$)		U_c [W/(m².K)]	Ψ_{panne} [W/(m.K)]	χ_{suspente} [W/K]	U_p [W/(m².K)]
λ [W/(m.K)]	Epaisseur [mm]				
0,035	200	0,161	0,027	0,005	0,19
	280	0,118	0,012	0,004	0,13
0,032	120	0,235	0,036	0,005	0,27
	140	0,205	0,033	0,005	0,23
	160	0,182	0,032	0,005	0,21
	200	0,148	0,027	0,005	0,17

2.9.3.5. Configuration 3 bis : charpente traditionnelle – isolation entre et sous chevrons

Hypothèses :

- Chevrons : 60 x 80 mm, entraxe de 600mm ;
- Pannes : 120 x 240 mm, entraxe de 1,5m ;
- Fourrures de dimension standard ;
- La lame d'air entre l'isolant RT Plus et la plaque de plâtre est considérée comme non ventilée.

Isolant sous chevrons RT Plus ($\epsilon_{\text{pare-vapeur}}=0,49$)		U_c [W/(m ² .K)]	Ψ_{panne} [W/(m.K)]	χ_{suspente} [W/K]	U_p [W/(m ² .K)]
λ [W/(m.K)]	Epaisseur [mm]				
0,035	200	0,161	0,04	0,005	0,19
	220	0,147	0,038	0,004	0,18
	240	0,136	0,036	0,004	0,17
	280	0,118	0,023	0,004	0,14
0,032	120	0,235	0,053	0,005	0,28
	140	0,205	0,049	0,005	0,24
	160	0,182	0,046	0,005	0,22
	200	0,148	0,042	0,005	0,18