

# APPRECIATION TECHNIQUE D'EXPERIMENTATION

Numéro de référence CSTB : 2826\_V2

*Annule et remplace la version 2826\_V1*

*ATEX de cas a*

**Validité du 23/07/2023 au 23/07/2026**



Copyright : Sociétés SOPREMA SAS et PAVATEX France Sarl

L'Appréciation Technique d'expérimentation (ATEX) est une simple opinion technique à dire d'experts, formulée en l'état des connaissances, sur la base d'un dossier technique produit par le demandeur (*extrait de l'art. 24*).

**A LA DEMANDE DE :**

**Société SOPREMA SAS**  
**14 Rue de Saint-Nazaire**  
**CS 10931**  
**FR-67029 STRASBOURG**

**CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DU BÂTIMENT**

Siège social > 84 avenue Jean Jaurès – Champs-sur-Marne – 77447 Marne-la-Vallée cedex 2

Tél. : +33 (0)1 64 68 82 82 – Siret 775 688 229 00027 – [www.cstb.fr](http://www.cstb.fr)

Établissement public à caractère industriel et commercial – RCS Meaux 775 688 229 – TVA FR 70 775 688 229

MARNE-LA-VALLÉE / PARIS / GRENOBLE / NANTES / SOPHIA ANTIPOLIS

## Appréciation Technique d'Expérimentation n° 2826\_V2

*Note Liminaire* : Cette Appréciation porte essentiellement sur le procédé **PAVAROOF**.

Selon l'avis du Comité d'Experts en date du 23/07/2020, le demandeur ayant été entendu, la demande d'ATEX ci-dessous définie :

- Demandeurs : Sociétés Soprema SAS et Pavatex France Sarl
- Technique objet de l'expérimentation : Procédé d'isolation thermique de toitures terrasses en panneaux rigides de fibres de bois et de liège, sur élément porteur en panneaux à base de bois, sous revêtement d'étanchéité PVC, fixé mécaniquement.

Cette technique est définie dans le dossier enregistré au CSTB sous le numéro ATEX 2826\_V2 et résumé dans la fiche sommaire d'identification ci-annexée,

donne lieu à une :

### APPRECIATION TECHNIQUE FAVORABLE A L'EXPERIMENTATION

*Remarque importante* : Le caractère favorable de cette appréciation ne vaut que pour une durée limitée au **23/07/2026**, et est subordonné à la mise en application de l'ensemble des recommandations formulées aux §4.

Cette Appréciation, QUI N'A PAS VALEUR D'AVIS TECHNIQUE au sens de l'Arrêté du 21 mars 2012, découle des considérations suivantes :

#### 1°) Sécurité

##### 1.1 – Stabilité des ouvrages

La stabilité de la toiture peut être considérée comme normalement assurée puisque ce système respecte les principes de la norme NF DTU 43.4.

##### 1.2 – Sécurité des intervenants

- Sécurité des ouvriers

Lors de la mise en œuvre et des opérations d'entretien, il y a lieu de respecter les dispositions réglementaires relatives à la protection contre les chutes de hauteur. Ainsi, la sécurité des intervenants peut être normalement assurée.

- Sécurité des usagers

Dans les conditions de pose du procédé décrites dans le Dossier Technique, et sous réserve de respecter les prescriptions de mise en œuvre du support, les dispositions proposées ne présentent pas de risques spécifiques vis-à-vis de la sécurité des usagers.

##### 1.3 – Sécurité en cas d'incendie

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

La toiture dans les conditions du rapport Exova n° 19115C obtient un classement de tenue Broof (t3).

Le classement de réaction au feu des panneaux PAVAROOOF-WFB est E (Rapport LNE n° P173667-DE8).

Le classement de réaction au feu des panneaux PAVAROOOF-ICB est E (Rapport ITeCons n° OMC064-18).

- Vis-à-vis du feu intérieur :

Les dispositions réglementaires à considérer sont celles fonction de la destination des locaux (Code du Travail, Habitation soumis à l'article 16 de l'arrêté du 31 janvier 1986 modifié, Établissement Recevant du Public), de la nature et du classement de réaction au feu de l'isolant et de son support.

Les supports en bois et panneaux à base de bois revendiqués au Dossier Technique doivent être établis en conformité avec les exemples de solutions prévus par le « Guide de l'isolation thermique par l'intérieur des bâtiments d'habitation du point de vue des risques en cas d'incendie » Cahier du CSTB 3231 de juin 2000.

## Appréciation Technique d'Expérimentation n° 2826\_V2

### 1.4 - Sécurité en cas de séisme

Selon la réglementation sismique définie par :

- Le décret n° 2010-1254 relatif à la prévention du risque sismique ;
- Le décret n° 2010-1255 portant délimitation des zones de sismicité du territoire français ;
- 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 »,

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.

### 2°) Faisabilité

#### 2.1 – Production

La fabrication des panneaux isolants en fibres de bois PAVAROOF WCB et en liège PAVAROOF ICB du procédé est supervisée par un organisme indépendant (CSTB/LNE) qui audite les usines dans le cadre de la certification « ACERMI ». Les autocontrôles de production réalisés sur les panneaux isolants PAVAROOF WCB sont réalisés conformément à la norme EN 13171+ A1.

En complément, le titulaire réalise dans le cadre de son ATEX, les contrôles suivants :

- Variation dimensionnelle à l'état de libre déformation (-20°C à 23°C / 23°C à 80°C) selon le Cahier du CSTB 2662\_V2 (1/mois).
- Incurvation selon le Cahier du CSTB 2662\_V2 (1/trimestre).

Les autocontrôles de production réalisés sur les panneaux isolants PAVAROOF ICB sont réalisés conformément à la norme EN 13170.

En complément, le titulaire réalise dans le cadre de son ATEX, le contrôle suivant :

- Incurvation selon le Cahier du CSTB 2662\_V2 (1/trimestre).

Les sites de fabrication et les contrôles effectués sur les membranes sont décrits dans le Document Technique d'Application « FLAGON SR – FLAGON SR/FR M2 ».

Le site de production de la membrane pare-vapeur SOPRAVAP HYGRO, est certifié EN ISO 9001 : 2015. Les contrôles qualité sont réalisés conformément à ce référentiel. La caractéristique de perméabilité à la vapeur d'eau fait l'objet d'un suivi en autocontrôle par le fabricant.

#### 2.2 – Mise en œuvre :

La société Soprema SAS assure une formation des compagnons sur ses centres ou sur chantier et apporte à l'entreprise son assistance technique, tant au niveau de la conception, qu'en phase de mise en œuvre.

La mise en œuvre de l'ouvrage ne présente pas de difficultés particulières, mais nécessite du soin notamment pour le positionnement précis de l'ensemble des constituants et le traitement des points singuliers.

Avant la mise en œuvre de la membrane SOPRAVAP HYGRO, les bois ne doivent pas présenter une humidité de plus de 18 % en masse (contrôle selon le cahier du CSTB 3814).

L'entreprise doit suivre son chantier et protéger son ouvrage conformément au § 4.5 du Dossier Technique

La faisabilité de la mise en œuvre a été démontrée par des références réalisées en France (chantiers tests).

### 3°) Risques de désordres

- Le risque de condensation dans la paroi semble maîtrisé de par la conception de la paroi de toiture justifiée par des études de simulation hygrothermique, également de par le suivi en autocontrôles des caractéristiques hygrothermiques des produits, et de par les contrôles appliqués en phase chantier.
- Un risque de désordre peut être dû à la détérioration des panneaux si les conditions de stockage et d'emploi ne sont pas respectées. Dans le cas des panneaux de fibres de bois, une attention particulière doit être portée à l'humidification des panneaux.

## Appréciation Technique d'Expérimentation n° 2826\_V2

- L'utilisation de panneaux de particules autres que ceux certifiées CTBH P5 modifierait les transferts de vapeur à travers la paroi qui auraient pour conséquence l'augmentation de l'humidité de ces panneaux et donc le déclenchement d'un développement fongique, pouvant conduire à la dégradation de l'élément porteur en panneaux à base de bois.
- Le risque de développement fongique des panneaux de fibres de bois et de liège semble maîtrisé de par les essais réalisés conformément au cahier du CSTB 3713 de mars 2018.

### 4°) Recommandations

Il est recommandé :

- Que l'organisation du chantier prenne en compte les conditions de stockage et la pose de l'étanchéité à l'avancement de la pose des panneaux isolants afin que ces derniers restent secs ;
- A l'entreprise de pose, de respecter les dispositions du dossier technique, notamment en termes d'implantation des évacuations d'eaux pluviales et de traitements des relevés.
- A l'entreprise de pose, de réaliser l'autocontrôle de toutes les étapes de mise en œuvre telles que décrites dans le § 4.5.3 du Dossier Technique.
- Au titulaire, d'instrumenter une toiture durant la période de validité de cette ATEEx pour suivre les niveaux éventuels d'humidité dans la paroi.

### 5°) Rappel

Le demandeur devra communiquer au CSTB, au plus tard au début des travaux, une fiche d'identité de chaque chantier réalisé, précisant l'adresse du chantier, le nom des intervenants concernés, les contrôles spécifiques à réaliser et les caractéristiques principales à la réalisation.

En conclusion et sous réserve de la mise en application des recommandations ci-dessus, le Comité d'Experts considère que :

- La sécurité est assurée,
- La faisabilité est réelle,
- Les désordres sont limités.

Fait à Champs sur Marne.  
Le Président du Comité d'Experts,  
Le 09/12/2020

**Stéphane GILLIOT**

Fait à Champs sur Marne.  
Pour le renouvellement  
Le 02/08/2023

**Anouk MINON**

## Appréciation Technique d'Expérimentation n° 2826\_V2

### ANNEXE 1

#### FICHE SOMMAIRE D'IDENTIFICATION (1)

Demandeurs et fabricants : Sociétés Soprema SAS et Pavatex France Sarl

Désignation : **PAVAROOF**

Définition de la technique objet de l'expérimentation :

Le procédé PAVAROOF est un procédé complet de toitures-terrasses constitué :

- d'un élément porteur en panneaux de particules certifié CTBH-P5, d'épaisseur minimale 18 mm, conforme à la norme NF DTU 43.4 de pente  $\geq 3\%$ ,
- d'un pare-vapeur hygrovariable SOPRAVAP HYGRO, dont les lés sont scotchés entre eux avec un recouvrement, à l'aide de l'adhésif PAVAFIX 60,
- d'un lit de panneaux d'isolation en fibres de bois PAVAROOF-WFB, en pose libre,
- d'un ou deux lits de panneaux d'isolation en liège expansé PAVAROOF-ICB, le dernier lit supérieur est fixé mécaniquement,
- d'un écran de séparation SOPRAVOILE 100,
- d'un revêtement d'étanchéité FLAGON SR ou FLAGON SR/FR M2, d'épaisseur 1,5 mm, fixé mécaniquement,
- un éventuel complément d'isolation apporté en sous-face de l'élément porteur via un PAVAFLEX CONFORT, placé entre chevrons.

Les toitures-terrasses revendiquées sont limitées, entre costières, à des surfaces inférieures ou égales à 300 m<sup>2</sup> et ont comme destination, les toitures inaccessibles en travaux neufs ou de réfection (avec dépose de l'ancien complexe d'étanchéité jusqu'à l'élément porteur), en climat de plaine et en France Métropolitaine pour des emplois au-dessus des locaux à faible et moyenne hygrométrie.

*(1) La description complète de la technique est donnée dans le dossier déposé au CSTB par le demandeur et enregistré sous le numéro ATEx 2826\_V2 et dans le cahier des charges de conception et de mise en œuvre technique (cf. annexe 2) que le fabricant est tenu de communiquer aux utilisateurs du procédé.*

**ANNEXE 2**

**CAHIER DES CHARGES DE CONCEPTION ET DE MISE EN OEUVRE**

Ce document comporte 50 pages.

***Procédé PAVAROOF***

« Dossier technique établi par le demandeur »

Version tenant compte des remarques formulées par le comité d'Experts

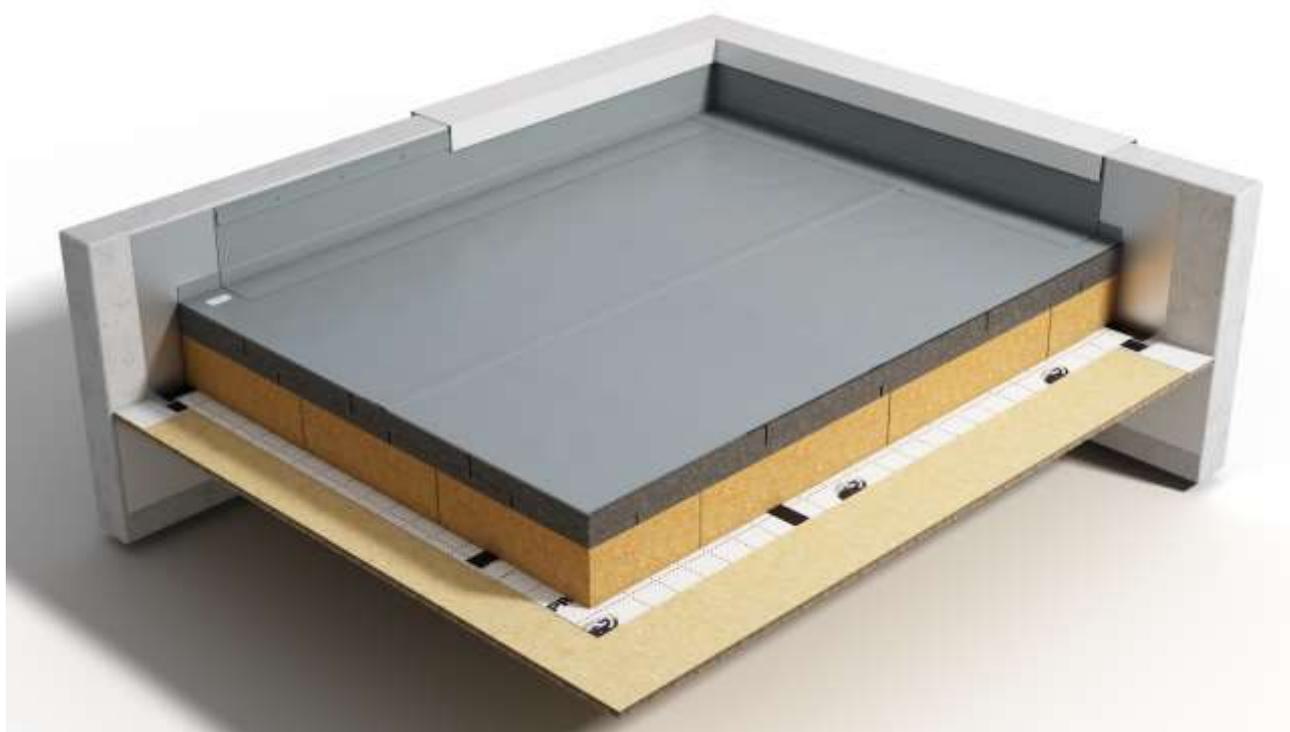
Datée du 24 novembre 2020

A été enregistré au CSTB sous le n° d'ATEX 2826\_V2.

Fin du rapport

# PAVAROOF

**Procédé d'isolation thermique de toitures terrasses en panneaux rigides de fibres de bois et de liège, sur élément porteur en panneaux à base de bois, sous revêtement d'étanchéité PVC, fixé mécaniquement**



# Table des matières

<b>A. DESCRIPTION .....</b>	<b>4</b>
1. PRINCIPE.....	4
1.1. Dispositions générales .....	4
1.2. Domaine d'emploi.....	4
2. PRESCRIPTIONS RELATIVES A L'ELEMENT PORTEUR.....	4
3. MATERIAUX.....	5
3.1. Panneaux isolants en fibres de bois – PAVAROOF-WFB.....	5
3.2. Panneaux isolants en liège expansé – PAVAROOF-ICB.....	5
3.3. Revêtement d'étanchéité – FLAGON SR ou FLAGON SR/FR M2.....	6
3.4. Panneaux isolants semi-rigides en fibre de bois – PAVAFLEX CONFORT.....	6
3.5. Fixations de l'isolant.....	6
3.5.1. Système à rupture de pont thermique .....	6
3.5.2. Attelages métalliques .....	6
3.6. Fixations de la membrane d'étanchéité .....	7
3.6.1. Système à rupture de pont thermique .....	7
3.6.2. Attelages métalliques .....	7
3.7. Fixations d'autres éléments ou accessoires .....	7
3.7.1. Fixation des platines métalliques d'évacuation d'eau de pluie et des solins de cheminée.....	7
3.8. Costières métalliques .....	7
3.9. Pare-vapeur – SOPRAVAP HYGRO.....	7
3.10. Ecran de séparation.....	8
3.11. Ecran de séparation adhésif – GEOSTICK 300.....	8
3.12. PAVAFIX 60.....	8
3.13. PAVABOND.....	8
3.14. FLEXOCOL V.....	8
4. MISE EN ŒUVRE DU PROCEDE PAVAROOF.....	8
4.1.1. Pose de l'élément porteur.....	9
4.1.2. Pose des costières métalliques.....	9
4.1.3. Pose de la membrane pare-vapeur – SOPRAVAP HYGRO .....	9
4.1.4. Pose des panneaux isolants en fibres de bois – PAVAROOF-WFB.....	10
4.1.5. Pose des panneaux isolants en liège expansé – PAVAROOF-ICB .....	10
4.1.5.1. Dispositions générales .....	10
4.1.5.2. Fixation mécanique des isolants .....	10
4.1.6. Pose de l'écran de séparation – SOPRAVOILE 100.....	10
4.1.7. Pose du revêtement d'étanchéité – FLAGON SR ou FLAGON SR/FR M2 .....	11
4.1.7.1. Mise en œuvre en partie courante .....	11
4.1.7.2. Fixation mécanique du revêtement d'étanchéité.....	11
4.1.8. Pose des relevés d'étanchéité .....	11
4.1.9. Protection du revêtement d'étanchéité.....	11
4.2. Mise en œuvre avec relevés sur costières en bois ou contreplaqué.....	12
4.2.1. Pose de l'élément porteur.....	12
4.2.2. Pose de la membrane pare-vapeur – SOPRAVAP HYGRO .....	12
4.2.3. Pose des panneaux isolants en fibres de bois – PAVAROOF-WFB.....	13
4.2.4. Pose des panneaux isolants en liège expansé – PAVAROOF-ICB .....	13
4.2.5. Pose de l'écran de séparation .....	13
4.3. Traitement des points singuliers.....	14
4.3.1. Evacuation des Eaux Pluviales (EEP) .....	14
4.3.1.1. Ouverture de l'élément porteur.....	14
4.3.1.2. Réalisation et pose d'un manchon de pare-vapeur.....	14
4.3.1.3. Pose de la membrane pare-vapeur en partie courante et découpe au niveau de l'ouverture.....	15
4.3.1.4. Pose du PAVAFIX 60 pour liaisonner le pare-vapeur et le manchon.....	15
4.3.1.5. Réalisation, pose et fixation d'un fourreau en bois.....	15
4.3.1.6. Pose de l'isolant PAVAROOF-WFB.....	15
4.3.1.7. Pose et fixation du ou des lits de PAVAROOF-ICB.....	15
4.3.1.8. Pose de l'écran de séparation, pose et fixation de l'EEP .....	15
4.3.1.9. Pose et fixation de la membrane d'étanchéité.....	16
4.3.1.10. Réalisation de la continuité de l'étanchéité à la vapeur d'eau.....	16
4.3.2. Traversées – Conduits de fumées .....	16
4.3.2.1. Ouverture de l'élément porteur.....	17
4.3.2.2. Pose de la membrane pare-vapeur en plan courant et découpe au niveau de l'ouverture.....	17
4.3.2.3. Pose de la plaque de distance de sécurité étanche (PDSER) scotchée au pare-vapeur.....	17
4.3.2.4. Pose du conduit composite métallique rigide.....	17
4.3.2.5. Pose d'une coquille isolée COQISOL PENTE .....	18
4.3.2.6. Pose de l'isolant PAVAROOF-WFB.....	18
4.3.2.7. Pose et fixation du ou des lits de PAVAROOF-ICB.....	18
4.3.2.8. Découpe de la coquille COQISOL.....	18



4.3.2.9.	Pose de l'écran de séparation.....	18
4.3.2.10.	Pose et fixation du solin.....	18
4.3.2.11.	Pose et fixation de la membrane d'étanchéité en partie courante.....	18
4.3.2.12.	Réalisation des relevés d'étanchéité autour du solin.....	19
4.3.2.13.	Pose de la collerette de solin.....	19
4.3.2.14.	Complément d'isolation en sous-face du platelage.....	19
4.3.3.	Traversées avec chevêtres (lanterneaux, ...).....	19
4.4.	<i>Pose d'une isolation complémentaire en sous-face de l'élément porteur – PAVAFLEX CONFORT</i>	19
4.5.	<i>Protection du chantier.....</i>	20
4.5.1.	Protection des matériaux stockés.....	20
4.5.2.	Protection de l'ouvrage.....	20
4.5.3.	Points de vigilance et contrôles à effectuer sur chantier.....	20
4.6.	<i>Entretien des toitures.....</i>	22
4.7.	<i>Réparation.....</i>	22
4.8.	<i>Mise en œuvre du procédé PAVAROOF en réfection.....</i>	22
5.	FABRICATION ET CONTROLES DE FABRICATION.....	22
5.1.	<i>Panneaux isolants en fibres de bois – PAVAROOF-WFB.....</i>	22
5.2.	<i>Panneaux isolants en liège expansé – PAVAROOF-ICB.....</i>	23
5.3.	<i>Revêtement d'étanchéité – FLAGON SR ou FLAGON SR/FR M2.....</i>	23
5.4.	<i>Pare-vapeur – SOPRAVAP HYGRO.....</i>	23
5.5.	<i>Isolation complémentaire en sous-face de l'élément porteur – PAVAFLEX CONFORT.....</i>	24
6.	CONDITIONNEMENT – IDENTIFICATION – ETIQUETAGE.....	24
7.	ASSISTANCE TECHNIQUE.....	24
<b>B.</b>	<b>RESULTATS EXPERIMENTAUX.....</b>	<b>25</b>
<b>C.</b>	<b>REFERENCES CHANTIERS.....</b>	<b>26</b>
<b>D.</b>	<b>LISTE DES FIGURES ET TABLEAUX.....</b>	<b>26</b>
1.	FIGURES.....	26
2.	TABLEAUX.....	45



## A. Description

### 1. Principe

#### 1.1. Dispositions générales

Le procédé PAVAROOF est mis en œuvre sur un élément porteur en panneaux de particules certifié CTBH-P5, d'épaisseur minimale 18 mm, conforme au NF DTU 43.4, et comporte :

- Une membrane pare-vapeur hygrovariable SOPRAVAP HYGRO, dont les lés sont scotchés entre eux avec recouvrement, à l'aide de l'adhésif PAVAFIX 60,
- D'un lit de panneaux d'isolation en fibres de bois PAVAROOF-WFB, en pose libre, d'épaisseurs 120 à 260 mm,
- D'un ou deux lits de panneaux d'isolation en liège expansé PAVAROOF-ICB, d'épaisseurs 40, 60 ou 80 mm ; seul le dernier lit est fixé mécaniquement ; l'épaisseur totale de liège doit être telle que sa résistance thermique soit supérieure ou égale au 1/3 de la résistance thermique comprise entre la membrane d'étanchéité et la membrane pare-vapeur,
- D'un écran de séparation SOPRAVOILE 100,
- D'un revêtement d'étanchéité FLAGON SR ou FLAGON SR/FR M2, d'épaisseur 1,5 mm, fixé mécaniquement,
- Un complément d'isolation peut être apporté en sous-face de l'élément porteur via un PAVAFLEX CONFORT, placé entre chevrons, dont la résistance thermique n'excède pas le tiers de la résistance thermique totale du système.

La Figure 1 et la Figure 2 présentent l'ensemble des combinaisons du procédé PAVAROOF.

#### 1.2. Domaine d'emploi

Le procédé PAVAROOF est utilisé en travaux neufs ou de réfection (avec dépose de l'élément porteur), pour des toitures terrasses plates et inclinées, inaccessibles, en France métropolitaine, en climat de plaine. Il est limité à des toitures-terrasses de surface, entre costières, inférieures ou égales à 300 m<sup>2</sup>.

Le procédé PAVAROOF s'emploie sur un élément porteur de pente au moins égale à 3%, pour des locaux de faible et moyenne hygrométries, et vise, selon les dispositions décrites dans le Tableau 1 :

- Les bâtiments d'habitation,
- Les Etablissements Recevant du Public (ERP),
- Les Etablissements Recevant des Travailleurs (ERT).

Dans le cas des établissements recevant du public (ERP) ; il peut être utile de consulter le « *guide d'emploi des isolants combustibles dans les établissements recevant du public* ». Le tableau 3 de ce document donne ainsi des solutions complémentaires d'écrans thermiques composés de plusieurs matériaux, permettant le cas échéant de réduire l'épaisseur minimale du panneau de particules CTBH-P5.

### 2. Prescriptions relatives à l'élément porteur

L'élément porteur est composé de panneaux de particules agglomérées disposant d'un certificat CTBH-P5, incluant la surveillance de la valeur Sd du panneau. Il est mis en œuvre conformément aux spécifications du NF DTU 43.4. L'épaisseur des panneaux de particules est comprise entre 18 mm et 38 mm. Elle doit être choisie en fonction de la réglementation incendie du type de bâtiment concerné, cf. Tableau 1.

Sur ces éléments porteurs, les charges à considérer sont celles prévues par le NF DTU 43.4, sans autre majoration de charges.

L'élément porteur à base de bois doit être protégé du risque de prise d'humidité lors d'intempéries, selon les recommandations présentées dans le paragraphe 4.5.



### 3. Matériaux

#### 3.1. Panneaux isolants en fibres de bois – PAVAROOF-WFB

Les panneaux rigides de fibres de bois PAVAROOF-WFB relèvent de la norme NF EN 13171, sont marqués CE (code de désignation : EN 13171-T5-CS(10)100-PL(5)500-TR5-WS1-MU3) et certifiés ACERMI (certificat N°18/006/1307).

Les caractéristiques génériques de ces panneaux sont les suivantes, avec les tolérances dimensionnelles de production :

Epaisseur	120 à 260 mm
Dimensions des panneaux	
- Epaisseurs 120 et 130 mm	1100*600 mm
- Epaisseurs 155 – 180 – 200 – 220 – 240 - 260 mm	800*600 mm
Masse volumique	160 ± 10 kg/m <sup>3</sup>
Bords des panneaux	Droits
Lambda certifié	0,043 W/(m.K)
Tolérance dimensionnelle en longueur	+/- 1 mm
Tolérance dimensionnelle en largeur	+/- 1 mm
Tolérance dimensionnelle en épaisseur	+/- 1 mm

Les caractéristiques techniques relatives à l'application support d'étanchéité sont reprises au Tableau 8.

La Figure 1 et la Figure 2 présentent l'ensemble de la gamme du système PAVAROOF et définissent les épaisseurs d'isolant à mettre en œuvre selon la résistance thermique totale souhaitée.

#### 3.2. Panneaux isolants en liège expansé – PAVAROOF-ICB

Les panneaux rigides en liège expansé PAVAROOF-ICB relèvent de la norme NF EN 13170, sont marqués CE et certifiés ACERMI (certificat N° 03/049/270). Le code de désignation diffère selon les épaisseurs :

- 40 mm : ICB-EN 13170-L2-W2-T1-CS(10)100-TR60-WS-MU1-CC(0,8/0,4/10)5-AFr35
- 60 mm : ICB-EN 13170-L2-W2-T2-CS(10)100-TR60-WS-MU1-CC(0,8/0,4/10)5-AFr35
- 80 mm : ICB-EN 13170-L2-W2-T2-CS(10)100-TR50-WS-MU1-CC(0,8/0,4/10)5-AFr35

Les caractéristiques de ces panneaux sont listées ci-dessous, avec les tolérances dimensionnelles identifiées en production :

Epaisseur	40 - 60 - 80 mm
Dimension des panneaux	1000 * 500 mm
Masse volumique	110 ± 10 kg/m <sup>3</sup>
Bords des panneaux	Droits
Lambda certifié	0,040 W/(m.K)
Tolérance dimensionnelle en longueur	+/- 3 mm
Tolérance dimensionnelle en largeur	+/- 3 mm
Tolérance dimensionnelle en épaisseur	+/- 1,5 mm

Les panneaux rigides en liège expansé PAVAROOF-ICB sont par ailleurs conformes à la norme NF DTU 43.4. La résistance au développement fongique des panneaux PavarooF-ICB est décrite dans le rapport d'essai du CETELOR n°DE1811-024 – PAVAROOF-ICB (cf. Résultats expérimentaux).



### 3.3.Revêtement d'étanchéité – FLAGON SR ou FLAGON SR/FR M2

Les membranes d'étanchéité employées dans le système PAVAROOF, FLAGON SR 15/10 ou FLAGON SR/FR M2 15/10, relevant de la norme NF EN 13956, sont marquées CE. Il s'agit de membranes monocouches en PVC-P dont les caractéristiques sont définies dans le Document Technique d'Application « FLAGON SR – FLAGON SR/FR M2 ». Toutes les teintes définies dans ce Document Technique d'Application sont utilisables pour le système Pavarroof.

La membrane FLAGON SR/FR M2 doit être utilisée dès lors que la réglementation incendie exige un complexe d'étanchéité classée Broof(T3). Dans les autres cas, la membrane FLAGON SR peut être employée.

### 3.4.Panneaux isolants semi-rigides en fibre de bois – PAVAFLEX CONFORT

Les panneaux semi-rigides de fibres de bois PAVAFLEX CONFORT relèvent de la norme NF EN 13171, sont marqués CE (code de désignation : EN 13171-T3-TR1-AFr5-MU2) et certifiés ACERMI (certificat N° 17/006/1259).

Les caractéristiques de ces panneaux semi-rigides sont listées ci-dessous :

Epaisseur	80 à 180 mm
Dimension des panneaux	1220 * 575 mm
Masse volumique	50 ± 10 kg/m <sup>3</sup>
Bords des panneaux	Droits
Lambda certifié	0,038 W/(m.K)

### 3.5.Fixations de l'isolant

Le dernier lit d'isolant du système PAVAROOF est fixé mécaniquement, soit par un système à rupture de pont thermique, soit par un attelage métallique.

#### 3.5.1. Système à rupture de pont thermique

Les fixations à rupture de pont thermique, employées dans le système PAVAROOF pour fixer l'isolant, sont composées comme suit (cf. Tableau 2) :

- D'un fût plastique de rupture de pont thermique ETANCOPLAST HP4L ø 40 de longueur variable en fonction de l'épaisseur d'isolant,
- D'une rondelle métallique de répartition ø 70 (résistante à la corrosion - 12 cycles Kesternich, conforme au cahier CSTB n°3564 de juin 2006), associée avec le fût plastique ETANCOPLAST HP4L ø 40,
- D'une vis EGB 2C ø 4,8 ETANCO, de P<sub>k</sub> sur panneaux à base de bois égal à 138 daN, de longueur variable en fonction de l'épaisseur d'isolant (NB : la vis doit pénétrer d'au moins 17 mm dans le panneau de particules).

*Note : la valeur P<sub>k</sub> est déterminée suivant la norme française NF P 30-313 (07-2004), sur support bois CTBH 18mm.*

#### 3.5.2. Attelages métalliques

Les attelages métalliques, employés dans le système PAVAROOF pour fixer l'isolant, sont composés comme suit (cf. Tableau 3) :

- D'une rondelle métallique de répartition ø 70, (résistante à la corrosion - 12 cycles Kesternich, conforme au cahier CSTB n°3564 de juin 2006),
- D'une vis EHB DF 2C ø 4,8 d'ETANCO de P<sub>k</sub> sur panneaux à base de bois égal à 138 daN, de longueur variable en fonction de l'épaisseur d'isolant (NB : la vis doit pénétrer d'au moins 17 mm dans le panneau de particules).

*Note : la valeur P<sub>k</sub> est déterminée suivant la norme française NF P 30-313 (07-2004), sur support bois CTBH 18mm.*



### 3.6. Fixations de la membrane d'étanchéité

La membrane d'étanchéité du système PAVAROOF est fixée mécaniquement, soit par un système à rupture de pont thermique, soit par un attelage métallique.

#### 3.6.1. Système à rupture de pont thermique

Les fixations à rupture de pont thermique, employées dans le système PAVAROOF pour fixer la membrane d'étanchéité, sont composées comme suit (cf. Tableau 2) :

- D'un fût plastique de rupture de pont thermique ETANCOPLAST HP 82x40 de longueur variable en fonction de l'épaisseur d'isolant,
- D'une vis EGB 2C  $\varnothing$  4,8 ETANCO, de  $P_k$  sur panneaux à base de bois égal à 138 daN, de longueur variable en fonction de l'épaisseur d'isolant (NB : la vis doit pénétrer d'au moins 17 mm dans le panneau de particules).

*Note : la valeur  $P_k$  est déterminée suivant la norme française NF P 30-313 (07-2004), sur support bois CTBH 18mm.*

#### 3.6.2. Attelages métalliques

Les attelages métalliques, employés dans le système PAVAROOF pour fixer la membrane d'étanchéité, sont composés comme suit (cf. Tableau 3) :

- D'une plaquette métallique de répartition 82x40,  
D'une vis EHB DF 2C  $\varnothing$  4,8 ETANCO, de  $P_k$  sur panneaux à base de bois égal à 138 daN, de longueur variable en fonction de l'épaisseur totale d'isolant (NB : la vis doit pénétrer d'au moins 17 mm dans le panneau de particules).

*Note : la valeur  $P_k$  est déterminée suivant la norme française NF P 30-313 (07-2004), sur support bois CTBH 18mm.*

### 3.7. Fixations d'autres éléments ou accessoires

Lors de la réalisation de l'ouvrage, la fixation d'éléments nécessitant l'emploi de vis à double filletage peut s'avérer nécessaire ; l'objectif étant de toujours donner à l'élément ou l'accessoire une fixation « solide au pas ».

#### 3.7.1. Fixation des platines métalliques d'évacuation d'eau de pluie et des solins de cheminée

Les platines métalliques d'évacuation d'eau de pluie et les solins de cheminée sont fixés via des vis EVDF 2C  $\varnothing$  4,8 ETANCO, de  $P_k$  sur bois égal à 150 daN, conformes à la norme NF DTU 43.4 et de longueur variable en fonction de l'épaisseur totale d'isolant.

*Note : la valeur  $P_k$  est déterminée suivant la norme française NF P 30-313 (07-2004).*

### 3.8. Costières métalliques

Les costières métalliques sont conformes à la norme NF DTU 43.4.

### 3.9. Pare-vapeur – SOPRAVAP HYGRO

SOPRAVAP HYGRO est conforme à la norme NF EN 13984 et est marqué CE. Ses caractéristiques sont listées ci-dessous :

Masse surfacique	110 $\pm$ 15 g/m <sup>2</sup>	
Épaisseur courante hors grille de renfort	400 $\mu$ m (+/- 10%)	
Épaisseur courante avec grille de renfort	420 $\mu$ m (+/- 10%)	
Valeur Sd	0,5 m à 55 m	
Face supérieure	Polymères spéciaux hygrovariables coextrudés	26 g/m <sup>2</sup>
Armature de renfort	Grille en polypropylène	24 g/m <sup>2</sup>
Face inférieure	Film non-tissé polypropylène	60 g/m <sup>2</sup>



### 3.10. Ecran de séparation

#### SOPRAVOILE 100

SOPRAVOILE 100 est un écran voile de verre VV100, de 100g/m<sup>2</sup>, conforme à la norme NF DTU 43.4.

#### Ecran de séparation – FLAG GEOTEXTILE PET 300

FLAG GEOTEXTILE PET 300 est un non-tissé polyester de 300 g/m<sup>2</sup>, décrit dans le Document Technique d'Application « FLAGON SR – FLAGON SR/FR M2 ».

### 3.11. Ecran de séparation adhésif – GEOSTICK 300

GEOSTICK 300 est un non-tissé synthétique de 300 g/m<sup>2</sup> autocollant pour les relevés et émergences, défini dans le Document Technique d'Application « FLAGON SR – FLAGON SR/FR M2 ».

### 3.12. PAVAFIX 60

Le PAVAFIX 60, employé dans le système PAVAROOFF, est un ruban adhésif acrylique assurant l'étanchéité entre lés de pare-vapeur.

Matériau	Colle acrylique pure sur support plastique
Largeur (mm)	60
Epaisseur (mm)	0,3
Température de mise en œuvre (°C)	[-5 ; + 40]
Résistance au cisaillement à neuf	Long : 66,9 N/ 50 mm Trans : 71,0 N/ 50 mm
Résistance au cisaillement après vieillissement	Long : 69,1 N/ 50 mm Trans : 73,1 N/ 50 mm
Résistance au Pelage	Long : 40,2 N/ 50 mm Trans : 39,5 N/ 50 mm

### 3.13. PAVABOND

Le PAVABOND, employé dans le système PAVAROOFF, est un mastic élastique et durable, assurant l'étanchéité entre lés de pare-vapeur.

Matériau	Copolymères d'acide acrylique et éthanol
Conditionnement	Cartouche de 310 mL
Application	En cordon de 5 à 7 mm, via pistolet à colle
Température de mise en œuvre (°C)	[-10 ; + 50]
Résistance au cisaillement à neuf	Long : 139 N/ 50 mm Trans : 117,4 N/ 50 mm
Résistance au cisaillement après vieillissement	Long : 127,4 N/ 50 mm Trans : 124,2 N/ 50 mm
Résistance au Pelage	31,46 N/cm

### 3.14. FLEXOCOL V

FLEXOCOL V est une colle contact base nitrile, employée lors de la réalisation des relevés et des points particuliers, définie dans le Document Technique d'Application « FLAGON SR – FLAGON SR/FR M2 ».

## 4. Mise en œuvre du procédé PAVAROOFF

La mise en œuvre du système PAVAROOFF diffère légèrement selon le type d'acrotères employés : maçonnés (avec relevés sur costières métalliques) ou bois (avec relevés sur costières en bois ou contreplaqué conformes à la norme NF DTU 43.4).

Le principe de mise en œuvre du système PAVAROOFF avec acrotères maçonnés, et costières métalliques sur l'élément porteur, est le suivant :



- Pose de l'élément porteur
- Pose des costières métalliques
- Pose de la membrane pare-vapeur
- Pose du 1<sup>er</sup> lit d'isolant : panneaux PAVAROOFF-WFB en fibres de bois
- Pose du 2<sup>nd</sup> lit d'isolant : panneaux PAVAROOFF-ICB en liège expansé
- Le cas échéant, pose du 3<sup>ème</sup> lit d'isolant : panneaux PAVAROOFF-ICB en liège expansé
- Fixation de l'isolant
- Pose de l'écran de séparation SOPRAVOILE 100
- Pose et fixation de la membrane d'étanchéité : FLAGON SR ou FLAGON SR/FR M2
- Traitement des acrotères par collage à la FLEXOCOL V

Un pas-à-pas illustrant chacune des étapes de la mise en œuvre est proposé en Figure 3 à Figure 9.

#### 4.1.1. Pose de l'élément porteur

L'élément porteur est composé de panneaux de particules agglomérées certifié CTBH-P5, d'épaisseur comprise entre 18 et 38 mm, mis en œuvre conformément aux spécifications du NF DTU 43.4, précisant les portées maximales et les assemblages, ainsi qu'aux prescriptions du paragraphe 2.

Lorsqu'un pare-vapeur mural est mis en œuvre à l'intérieur du bâtiment, si la continuité entre les deux pare-vapeurs doit être réalisée, alors le pare-vapeur mural intérieur est remonté en toiture. Il est replié sur l'élément porteur, avec un retour d'au moins 150 mm, cf. Figure 3.

*Remarque : Dans le cas où la pose de la membrane pare-vapeur mural serait postérieure à la mise en œuvre de l'élément porteur, une bande de pare-vapeur Sopravap Hygro doit être posée au niveau de la jonction mur / élément porteur, préalablement à la pose de ce dernier ; celle-ci permettra, a posteriori, le liaisonnement des pare-vapeurs.*

#### 4.1.2. Pose des costières métalliques

Les costières métalliques sont posées contre les acrotères, sur le retour de pare-vapeur mural présent en périphérie de l'élément porteur, dépoussiéré et sec, cf. Figure 3. En l'absence de pare-vapeur mural, les costières sont posées directement sur l'élément porteur, dépoussiéré et sec.

Un adhésif PAVAFIX 60 est positionné en bord de pied de costière afin de réaliser une jonction étanche avec le retour de pare-vapeur mural intérieur si existant (cf. Figure 3). En l'absence de pare-vapeur mural intérieur, cette liaison n'est pas à réaliser. Les recouvrements horizontaux et verticaux des costières (40 mm au minimum) sont ensuite jointés par application d'un adhésif PAVAFIX 60.

#### 4.1.3. Pose de la membrane pare-vapeur – SOPRAVAP HYGRO

La Figure 4 illustre la mise en œuvre de la membrane pare-vapeur réalisée, face imprimée visible, sur l'élément porteur en panneaux CTBH-P5 dépoussiéré et sec. La Figure 10 définit les zones d'agrafage et de recouvrement du pare-vapeur SOPRAVAP HYGRO.

- Un 1<sup>er</sup> lé de pare-vapeur SOPRAVAP HYGRO est déroulé sur l'élément porteur, en longeant un acrotère. Le bord du lé recouvre le bord du pied de la costière métallique en laissant une distance minimale de 30 mm entre le bord du lé et la partie verticale de la costière. Un adhésif PAVAFIX 60 est ensuite placé dans cette zone afin de réaliser une jonction étanche entre le pare-vapeur et les costières métalliques.
- Les autres bords du lé sont agrafés sur l'élément porteur dans la zone d'agrafage du SOPRAVAP HYGRO.
- Le lé adjacent est posé avec un recouvrement de 100 mm sur le 1<sup>er</sup> lé, en suivant les traits pointillés prévus à cet effet. Ses bords sont agrafés à l'élément porteur, environ tous les 500 mm, dans la zone d'agrafage.
- Afin d'assurer l'étanchéité du système, un adhésif PAVAFIX 60 est placé, de manière continue sur les jonctions de lés, en longeant les traits matérialisant la zone d'agrafage et en prenant soin de recouvrir les agrafes. Le PAVAFIX 60 est coupé soigneusement au cutter ou avec une paire de ciseaux.
- L'étape précédente est renouvelée jusqu'à ce que la totalité de la toiture soit traitée.



#### 4.1.4. Pose des panneaux isolants en fibres de bois – PAVAROOF-WFB

Les panneaux isolants en fibres de bois PAVAROOF-WFB sont posés librement en un lit sur le pare-vapeur, dépoussiéré et sec (voir Figure 5). En périphérie de toiture, le chant des panneaux est en contact avec les costières métalliques. Une étude préalable du calepinnage des panneaux peut-être recommandée suivant les configurations du chantier.

Les panneaux PAVAROOF-WFB sont posés jointifs et en quinconce avec un décalage entre joints d'au moins 200 mm, cf. Figure 11. Les découpes peuvent être réalisées à l'aide d'une scie à ruban, scie circulaire ou scie alligator, si possible munie d'une aspiration. Le port d'un masque de protection est nécessaire pour éviter l'inhalation de poussières.

Sur chantier, les panneaux isolants doivent être stockés à l'abri des intempéries et sont mis en œuvre secs et en-dehors des périodes de pluie (cf. paragraphe 4.5). Tout panneau ayant fait l'objet d'une humidification, déjà posé ou non, doit être écarté et ne doit pas être mis en œuvre.

#### 4.1.5. Pose des panneaux isolants en liège expansé – PAVAROOF-ICB

##### 4.1.5.1. *Dispositions générales*

Les panneaux isolants en liège expansé, PAVAROOF-ICB, sont posés en un ou deux lits sur le lit d'isolant en fibres de bois, PAVAROOF-WFB, dépoussiéré et sec (voir Figure 5). Le nombre de lit (1 ou 2), et leurs épaisseurs (40, 60 ou 80 mm), est défini selon la résistance thermique de la paroi. Les différentes configurations possibles sont ainsi présentées sur la Figure 1 et la Figure 2. Dans le cas d'une pose en deux lits d'isolant de liège expansé, les panneaux de plus faible épaisseur sont posés en premier, sur le lit d'isolant en fibres de bois PAVAROOF-WFB, puis recouverts des panneaux de plus forte épaisseur. **Le panneau PAVAROOF-ICB de 40 mm ne doit donc jamais être la seule ni la dernière épaisseur de panneaux de liège du système.**

Pour un même lit, les panneaux sont posés jointifs et en quinconce avec un décalage entre joints de 200 mm minimum. Entre deux lits d'isolant superposés, les panneaux sont posés à joints décalés d'au moins 100 mm. La Figure 12 et la Figure 13 proposent respectivement des exemples de pose des panneaux PAVAROOF-ICB en quinconce à joints décalés, en un et deux lits. Les découpes peuvent être réalisées à l'aide d'une scie à ruban, scie circulaire ou scie alligator, si possible munie d'une aspiration, ou bien d'un cutter à lame large pour les faibles épaisseurs. Le port d'un masque de protection est nécessaire pour éviter l'inhalation de poussières.

*Remarque : Dans le cas d'une pose en deux lits de liège, les joints du 1<sup>er</sup> lit en fibres de bois et du 3<sup>ème</sup> lit en liège peuvent se superposer.*

Sur chantier, les panneaux isolants doivent être stockés à l'abri des intempéries et sont mis en œuvre secs, en-dehors des périodes de pluie (cf. paragraphe 4.5). Tout panneau ayant fait l'objet d'une humidification, déjà posé ou non, doit être écarté et ne doit pas être mis en œuvre.

##### 4.1.5.2. *Fixation mécanique des isolants*

Seul le dernier lit d'isolant en liège PAVAROOF-ICB est fixé mécaniquement, à raison de deux fixations par panneau, selon le plan de chevillage présenté dans la Figure 14. Une seule fixation est nécessaire lorsque les dimensions du panneau sont inférieures ou égales à 400\*500 mm, soit 0,2 m<sup>2</sup>. La fixation mécanique des panneaux peut être réalisée soit par un système à rupture de pont thermique, soit par des attelages métalliques, tels que décrits dans le paragraphe 3.5.\* Pour la fixation des panneaux isolant, le fût HP4L Ø40 doit toujours être associé à une rondelle métallique de diamètre 70 mm.

Tableau 2 et le Tableau 3 présentent, respectivement, les préconisations de longueur des fixations à rupture de pont thermique et des attelages métalliques, en fonction de la résistance thermique souhaitée pour le système et des épaisseurs d'isolant mis en œuvre.

#### 4.1.6. Pose de l'écran de séparation – SOPRAVOILE 100

L'écran de séparation SOPRAVOILE 100 est mis en œuvre par déroulage, à sec, sur le dernier lit d'isolant, avant application du système d'étanchéité. Les lés de SOPRAVOILE 100 sont posés librement avec des joints à recouvrement de 100 mm, cf. Figure 7.



#### 4.1.7. Pose du revêtement d'étanchéité – FLAGON SR ou FLAGON SR/FR M2

##### 4.1.7.1. *Mise en œuvre en partie courante*

La Figure 8 illustre la mise en œuvre du revêtement d'étanchéité, réalisée conformément aux dispositions prévues par le Document Technique d'Application « FLAGON SR – FLAGON SR/FR M2 ».

La membrane est déroulée perpendiculairement aux lés de SOPRAVOILE 100. La largeur des recouvrements entre feuilles est d'au moins 100 mm pour les recouvrements longitudinaux et de 50 mm pour les recouvrements transversaux. Les jonctions d'abouts des membranes doivent être décalées d'au moins 300 mm.

Les lés de la membrane sont fixés mécaniquement en bordure, tel que décrit dans le paragraphe 4.1.7.2. La membrane est soudée en rive sur 30 mm minimum dans le cas d'une soudure à l'air chaud. La réalisation, le contrôle et la finition des soudures sont réalisés conformément aux spécifications du Document Technique d'Application « FLAGON SR – FLAGON SR/FR M2 ».

##### 4.1.7.2. *Fixation mécanique du revêtement d'étanchéité*

La fixation mécanique du revêtement d'étanchéité peut être réalisée soit par un système à rupture de pont thermique, soit par des attelages métalliques, tels que décrits dans le paragraphe 3.6.

La répartition des fixations est calculée en fonction des actions du vent par référence aux règles NV 65 modifiées, ainsi qu'aux dispositions du Cahier du CSTB n°3563 de juin 2006, avec une densité minimum de 3 fixations/m<sup>2</sup>. Des tableaux de densité ont été précalculés (cf. Tableau 4) pour les bâtiments fermés de dimensions courantes (cf. DTA « FLAGON SR – FLAGON SR/FR M2 ».). Le Tableau 5 présente les distances entre fixations en fonction de la largeur des lés de membrane et de la densité de fixation, en respectant un écartement minimum de 18 cm.

Par ailleurs, la densité de fixation diffère selon la localisation en toiture (rives et angles), se référer au paragraphe « Dispositions constructives » du Document Technique d'Application « FLAGON SR – FLAGON SR/FR M2 ». En périphérie de la toiture et autour des émergences ou édicules, des fixations complémentaires sont disposées en pied de relevés avec un espacement de 30 cm. Ces fixations périphériques ne sont pas comptées dans le calcul de la densité de fixation.

Si les lignes de fixations en bordure de membrane ne sont pas suffisantes pour satisfaire les densités prévues, il convient de rajouter des lignes de fixations, parallèles entre elles, disposées dans le sens longitudinal de la membrane. Deux systèmes sont alors possibles :

- Découper les rouleaux sur site aux largeurs nécessaires afin d'obtenir des lés de largeur correspondant aux lignes de fixations supplémentaires à créer,
- Créer des lignes de fixations sur les lés existants, en respectant l'écart entre ligne de fixations (cf. Tableau 5) et les recouvrir d'une bande de FLAGON SR ou de FLAGON SR/FR M2 d'une largeur minimale de 150 mm. La bande est soudée de part et d'autre conformément au Document Technique d'Application « FLAGON SR – FLAGON SR/FR M2 ».

#### 4.1.8. Pose des relevés d'étanchéité

La Figure 9 illustre la pose des relevés d'étanchéité, réalisée conformément aux dispositions prévues dans le Document Technique d'Application « FLAGON SR – FLAGON SR/FR M2 ».

Les relevés d'étanchéité sont collés en plein sur la costière à l'aide de la colle FLEXOCOL V : double encollage, à raison de 300 g/m<sup>2</sup> (150g/m<sup>2</sup> par face). Ils sont par ailleurs fixés mécaniquement en tête par un feuillard de serrage, à raison de 4 fixations par mètre linéaire au moins. Un dispositif écartant les eaux de ruissellement (couvertine) est obligatoire en tête de relevés.

#### 4.1.9. Protection du revêtement d'étanchéité

Le revêtement d'étanchéité du procédé PAVAROOF est destiné à rester apparent.



## 4.2. Mise en œuvre avec relevés sur costières en bois ou contreplaqué

Les costières en bois massif ou en panneaux de contreplaqué ainsi que leur mise en œuvre sont conformes au NF DTU 43.4.

Le principe de mise en œuvre du système PAVAROOF avec costières bois est le suivant :

- Pose de l'élément porteur
- Pose de la membrane pare-vapeur
- Pose du 1<sup>er</sup> lit d'isolant : panneaux PAVAROOF-WFB en fibres de bois
- Pose du 2<sup>nd</sup> lit d'isolant : panneaux PAVAROOF-ICB en liège expansé
- Le cas échéant, pose du 3<sup>ème</sup> lit d'isolant : panneaux PAVAROOF-ICB en liège expansé
- Fixation de l'isolant
- Pose de l'écran de séparation SOPRAVOILE 100 en plan courant et en relevé sur les acrotères
- Pose et fixation de la membrane d'étanchéité : FLAGON SR ou FLAGON SR/FR M2
- Traitement des acrotères

Un pas-à-pas illustrant chacune des étapes de la mise en œuvre est proposé en Figure 15 à Figure 17.

### 4.2.1. Pose de l'élément porteur

Suivre les instructions du paragraphe 4.1.1.

### 4.2.2. Pose de la membrane pare-vapeur – SOPRAVAP HYGRO

La mise en œuvre du pare-vapeur est réalisée, face imprimée visible, sur l'élément porteur en panneaux à base de bois dépoussiéré et sec.

Dans cette configuration de système, le pare-vapeur remonte le long des acrotères pour être replié, avec un retour de 150 mm minimum, sur le dernier lit d'isolant en liège PAVAROOF-ICB. Une sur-longueur de pare-vapeur doit donc être aménagée pour chacun des bords de lé longeant un acrotère. Cette sur-longueur doit, *a minima*, correspondre à la somme des épaisseurs de l'ensemble des lits d'isolant à laquelle s'ajoutent les 150 mm de retour de pare-vapeur..

La Figure 10 définit les zones d'agrafage et de recouvrement du pare-vapeur.

- Un 1<sup>er</sup> lé de pare-vapeur SOPRAVAP HYGRO est déroulé sur l'élément porteur, en longeant un acrotère. La sur-longueur, précédemment définie, doit être aménagée le long des acrotères. Celle-ci est rabatue sur le pare-vapeur en plan courant : un pli se crée en pied d'acrotère. Une pression est appliquée sur ce pli de pare-vapeur afin de le marquer, ce qui facilite le positionnement du lé.
- Une fois le lé correctement positionné, les bords du pare-vapeur opposés à l'acrotère sont agrafés sur l'élément porteur dans la zone d'agrafage du SOPRAVAP HYGRO.
- Le lé adjacent est posé avec un recouvrement de 100 mm sur le 1<sup>er</sup> lé, en suivant les traits pointillés prévus à cet effet. Ses bords sont agrafés à l'élément porteur, environ tous les 500 mm, dans la zone d'agrafage. Afin d'assurer l'étanchéité du système, un adhésif PAVAFIX 60 est placé de manière continue sur les jonctions de lés, en longeant les traits matérialisant la zone d'agrafage et en prenant soin de recouvrir les agrafes. Le PAVAFIX 60 est coupé soigneusement au cutter ou avec une paire de ciseaux.
- Les étapes précédentes sont renouvelées jusqu'à ce que la totalité de la toiture soit traitée.
- Un cordon de mastic PAVABOND est appliqué, de manière continue sur toute la périphérie de la toiture, afin de créer une liaison étanche entre, la sous-face du pare-vapeur SOPRAVAP HYGRO posé en plan courant d'une part et, d'autre part, soit le retour du pare-vapeur si existant, soit l'élément porteur. Le cordon de mastic PAVABOND doit être placé à environ 5 cm de l'angle du pied de l'acrotère. Pour ce faire, le SOPRAVAP HYGRO est soulevé en bord d'acrotère et un cordon de 5 à 7 mm de mastic PAVABOND est appliqué, selon le cas, sur le retour de pare-vapeur mural intérieur ou sur l'élément porteur.



- Le mastic est recouvert par le SOPRAVAP HYGRO précédemment soulevé puis maroufflé à l'aide d'un rouleau presseur de maroufflage, en prenant soin de ne jamais aplatir complètement le mastic.
- Afin de faciliter la pose de l'isolant, la sur-longueur de pare-vapeur peut être remontée et maintenue provisoirement sur l'acrotère par agrafage en bord de lé ou à l'aide de pastilles de PAVAFIX 60.

#### 4.2.3. Pose des panneaux isolants en fibres de bois – PAVAROOF-WFB

La pose des panneaux isolants en fibres de bois PAVAROOF-WFB s'effectue de la même manière que décrit dans le paragraphe 4.1.4, en prenant soin de ne pas recouvrir la sur-longueur de pare-vapeur en périphérie de toiture, si celle-ci n'est pas maintenue sur les acrotères, cf. Figure 16. Là aussi, une étude préalable du calepinnage des panneaux peut-être recommandée suivant les configurations du chantier.

#### 4.2.4. Pose des panneaux isolants en liège expansé – PAVAROOF-ICB

La pose et la fixation des panneaux isolants en liège expansé PAVAROOF-ICB s'effectuent de la même manière que décrit dans le paragraphe 4.1.5, en prenant soin de ne pas recouvrir la sur-longueur de pare-vapeur en périphérie de toiture, si celle-ci n'est pas maintenue sur les acrotères, cf. Figure 16.

Une fois les panneaux du dernier lit d'isolants PAVAROOF-ICB posés, cette sur-longueur de pare-vapeur est repliée sur le lit d'isolant (cf. Figure 17), en supprimant avec soin les adhésifs éventuellement placés pour la maintenir sur les acrotères.

#### 4.2.5. Pose de l'écran de séparation

Un écran de séparation doit être mis en œuvre en partie courante ainsi qu'en relevé afin de séparer chimiquement l'acrotère bois de la membrane d'étanchéité. Pour ce faire, deux systèmes sont possibles :

- Mise en œuvre d'un SOPRAVOILE 100 en partie courante et de bandes indépendantes d'écran de séparation (SOPRAVOILE 100, GEOSTICK 300 ou FLAG GEOTEXTILE 300) en relevé,
- Mise en œuvre d'un SOPRAVOILE 100 en partie courante, relevé jusqu'en tête d'acrotère.

Dans les deux cas, le SOPRAVOILE 100 est mis en œuvre en partie courante par déroulage, à sec, sur le dernier lit d'isolant PAVAROOF-ICB et sur le retour de pare-vapeur SOPRAVAP HYGRO, avant application du système d'étanchéité. Les lés de SOPRAVOILE 100 sont posés librement avec des joints à recouvrement de 100 mm.

Mise en œuvre d'un SOPRAVOILE 100 en partie courante et de bandes indépendantes d'écran de séparation en relevé, cf. Figure 17 :

Le SOPRAVOILE 100 posé en partie courante est découpé au ras des acrotères. Des bandes d'écran de séparation SOPRAVOILE 100, GEOSTICK 300 ou FLAG GEOTEXTILE 300 sont découpées à façon afin de recouvrir toute la hauteur des acrotères. Les écrans SOPRAVOILE 100 et FLAG GEOTEXTILE 300 sont collés à l'acrotère à l'aide de la colle FLEXOCOL V. L'écran GEOSTICK 300 dispose d'une face autocollante à positionner contre l'acrotère, l'emploi de la colle FLEXOCOL V n'est donc pas nécessaire pour ce dernier. Un recouvrement minimum de 100 mm entre bandes est à respecter.

Mise en œuvre d'un SOPRAVOILE 100 en partie courante, relevé jusqu'en tête d'acrotère :

Le SOPRAVOILE 100 posé en partie courante est soigneusement plié en pied d'acrotère puis relevé le long de celui-ci après application de la colle FLEXOCOL V. Il est ensuite découpé au ras de la tête d'acrotère.

La suite des étapes de mise en œuvre est identique à celle de la mise en œuvre du système PAVAROOF avec acrotères maçonnés et pose des costières métalliques sur l'élément porteur.

Suivre les instructions des paragraphes 4.1.7 à 4.1.9.



## 4.3. Traitement des points singuliers

### 4.3.1. Evacuation des Eaux Pluviales (EEP)

Les EEP latérales sont à privilégier avec le système PAVAROOF. Celles-ci sont mises en œuvre conformément aux dispositions de la norme NF DTU 43.3 et du Document Technique d'Application « FLAGON SR – FLAGON SR/FR M2 ».

L'emploi d'EEP droites traversantes est néanmoins possible. Des dispositions particulières doivent alors être mises en œuvre. En effet, les panneaux de fibres de bois ne doivent pas être en contact direct avec l'EEP. Un fourreau en bois massif résineux de classe d'emploi 4 (au sens du FD P20-651) est employé afin de couper le pont thermique et de limiter tout phénomène de condensation dans les panneaux isolants PAVAROOF-WFB. La mise en œuvre doit alors être réalisée comme suit :

- Ouverture de l'élément porteur,
- Réalisation et pose d'un manchon de pare-vapeur,
- Pose de la membrane pare-vapeur en plan courant et découpe au niveau de l'ouverture,
- Pose du PAVAFIX 60 pour liaisonner le pare-vapeur et le manchon,
- Réalisation, pose et fixation d'un fourreau en bois,
- Pose de l'isolant PAVAROOF-WFB,
- Pose et fixation du ou des lits de PAVAROOF-ICB,
- Pose de l'écran de séparation,
- Pose et fixation de l'EEP,
- Pose et fixation de la membrane d'étanchéité,
- Réalisation de la continuité de l'étanchéité à la vapeur d'eau de la membrane pare-vapeur, au droit de la traversée

Un pas-à-pas illustrant chacune des étapes de la mise en œuvre est proposé en Figure 18 à Figure 27.

#### 4.3.1.1. Ouverture de l'élément porteur

Une ouverture carrée est réalisée dans l'élément porteur, cf. Figure 18. La longueur du côté de l'ouverture doit être supérieure de 50 mm au diamètre de l'EEP.

**IMPORTANT :** La présence de l'ouverture doit être ostensiblement signalée afin d'éviter tout risque d'accident et ce, jusqu'à la fin de la pose de l'EEP.

#### 4.3.1.2. Réalisation et pose d'un manchon de pare-vapeur

Un manchon de pare-vapeur est réalisé et positionné au niveau de l'ouverture destinée à recevoir l'EEP, cf. Figure 20. Ce manchon assure la liaison entre le SOPRAVAP HYGRO en partie courante et, *a posteriori*, soit avec le pare-vapeur de la gaine technique de l'EEP, soit directement avec la descente de l'EEP.

Une bande de SOPRAVAP HYGRO est découpée :

- o D'une longueur supérieure de 100 mm au périmètre de l'ouverture créée dans l'élément porteur,
- o D'une largeur de 300 mm.

La bande de pare-vapeur est repliée de manière à superposer les deux petits cotés avec 100 mm de recouvrement, puis jointoyée à l'aide de PAVAFIX 60, créant ainsi un cylindre de 300 mm de hauteur (cf. Figure 19). Quatre découpes équidistantes sont réalisées en tête du manchon, sur une longueur de 100 mm (cf. Figure 19) afin d'obtenir des ailettes. Le manchon est ensuite positionné dans l'ouverture, les ailettes sont rabattues sur l'élément porteur puis agrafées à ce dernier (cf. Figure 20).



#### 4.3.1.3. Pose de la membrane pare-vapeur en partie courante et découpe au niveau de l'ouverture

La mise en œuvre du SOPRAVAP HYGRO sur l'élément porteur est réalisée selon les dispositions décrites dans le paragraphe concerné par le système mis en œuvre (paragraphe 4.1.3 ou 4.2.2).

Le pare-vapeur est ensuite soigneusement découpé au cutter, au droit de l'ouverture de l'élément porteur, afin de créer une ouverture de mêmes dimensions (cf. Figure 21). Le SOPRAVAP HYGRO est ensuite agrafé à l'élément porteur, tout autour de l'ouverture, à moins de 30 mm de celle-ci.

#### 4.3.1.4. Pose du PAVAFIX 60 pour liasonner le pare-vapeur et le manchon

Un adhésif PAVAFIX 60 est déroulé de manière continue sur tout le pourtour de l'ouverture afin de créer une liaison étanche entre le manchon de pare-vapeur et le SOPRAVAP HYGRO en plan courant (cf. Figure 22). Le PAVAFIX 60 est donc plié à 90°, 30 mm recouvrant horizontalement le SOPRAVAP HYGRO en plan courant et 30 mm recouvrant verticalement le manchon à l'intérieur de l'ouverture. Le PAVAFIX 60 doit recouvrir les agrafes ayant servi à la fixation du SOPRAVAP HYGRO autour de l'ouverture. Cette opération doit être réalisée en même temps que le raccordement de la membrane pare-vapeur SOPRAVAP HYGRO courante avec la périphérie de l'ouvrage en pied d'acrotères (cf. paragraphe 4.1.3 ou 4.2.2).

#### 4.3.1.5. Réalisation, pose et fixation d'un fourreau en bois

Un fourreau carré en bois massif est réalisé à partir d'un bois résineux de classe d'emploi 4 et d'épaisseur minimale de 60 mm. Il est placé sur l'élément porteur, autour de l'ouverture afin d'éviter le contact direct de l'EEP et de l'isolant en fibres de bois, voir Figure 23. Les dimensions intérieures du fourreau doivent correspondre à celles de l'ouverture dans l'élément porteur. La hauteur du fourreau est égale à l'épaisseur des panneaux d'isolant en fibres de bois PAVAROOFF-WFB. Le fourreau est ensuite fixé à l'élément porteur à l'aide de deux vis de diamètre 6 mm, placées à l'oblique en pied de chacun des côtés du fourreau.

#### 4.3.1.6. Pose de l'isolant PAVAROOFF-WFB

L'isolant en fibres de bois PAVAROOFF-WFB est posé sur le SOPRAVAP HYGRO (cf. Figure 24), conformément aux dispositions décrites dans le paragraphe concerné par le système mis en œuvre (paragraphe 4.1.4 ou 4.2.3). Un soin particulier sera apporté aux découpes de l'isolant autour du fourreau de bois afin que les panneaux soient placés au contact de celui-ci.

#### 4.3.1.7. Pose et fixation du ou des lits de PAVAROOFF-ICB

Avant la pose de l'isolant PAVAROOFF-ICB, la position de l'ouverture du fourreau doit être soigneusement définie et repérée. Le ou les lits d'isolant de liège PAVAROOFF-ICB sont mis en œuvre sur le lit d'isolant PAVAROOFF-WFB et au-dessus du fourreau, puis fixés mécaniquement (voir Figure 25), conformément aux dispositions décrites dans le paragraphe concerné par le système mis en œuvre (paragraphe 4.1.5 ou 4.2.4). La position de l'ouverture du fourreau est ensuite reportée sur le dernier lit de PAVAROOFF-ICB et un percement y est réalisé à l'aide d'une scie cloche dont le diamètre est 20 mm supérieur au diamètre de l'EEP. A l'aide d'une défonceuse, le dernier lit d'isolant est ensuite décaissé sur 15 mm de profondeur autour du percement, conformément aux dispositions prévues par la norme NF DTU 43.4.

#### 4.3.1.8. Pose de l'écran de séparation, pose et fixation de l'EEP

L'écran de séparation est mis en œuvre sur le dernier lit d'isolant PAVAROOFF-ICB (cf. Figure 26) selon les dispositions décrites dans le paragraphe concerné par le système mis en œuvre (paragraphe 4.1 ou 4.2). Une fois posé, le SOPRAVOILE 100 est découpé au cutter au niveau du percement.

Une bande pré-comprimée pour calfeutrement peut être appliquée le long de la descente de l'EEP afin d'améliorer la performance thermique du point singulier. La bande pré-comprimée permettra ainsi de combler *a posteriori* l'espace entre le fourreau et la descente d'EEP. L'EEP est ensuite introduite dans le percement puis sa platine est fixée mécaniquement au droit du fourreau à l'aide de 4 vis à double filetage EVDF 2C Ø 4,8 ETANCO (cf. paragraphe 3.7.1). La tête bombée permet de ne pas abîmer la membrane d'étanchéité qui sera appliquée au-dessus.



#### 4.3.1.9. Pose et fixation de la membrane d'étanchéité

La pose de la membrane d'étanchéité autour de l'EEP doit être réalisée conformément aux spécifications du Document Technique d'Application « FLAGON SR – FLAGON SR/FR M2 », voir Figure 27.

#### 4.3.1.10. Réalisation de la continuité de l'étanchéité à la vapeur d'eau

Une fois l'EEP en place, il convient de réaliser la continuité de l'étanchéité à la vapeur d'eau du système en liaisonnant, à l'aide d'un PAVAFIX 60 (ou autre bande adhésive équivalente), le bas du manchon de pare-vapeur traversant l'élément porteur :

- soit au pare-vapeur de la gaine technique si existant,
- soit au conduit de la descente de l'EEP.

#### 4.3.2. Traversées – Conduits de fumées

Les traversées de conduits de fumées du système PAVAROOF sont réalisées avec le système COQISOL de la société POUJOULAT, sous avis technique (Avis technique « COQISOL »). Les conduits employés sont des conduits composites métalliques rigides, également appelés conduits à double paroi isolée (exemple : gamme THERMINOX de POUJOULAT). La mise en œuvre des traversées de conduits de fumées suit les étapes suivantes :

- Ouverture de l'élément porteur,
- Pose de la membrane pare-vapeur en plan courant et découpe au niveau de l'ouverture,
- Pose et fixation de la plaque de distance de sécurité étanche PDSER (suffixe de référence suivant la pente du toit),
- Pose du conduit composite métallique rigide,
- Pose d'une coquille isolée COQISOL PENTE (suffixe de référence suivant la pente du toit),
- Pose de l'isolant PAVAROOF-WFB,
- Pose et fixation du ou des lits de PAVAROOF-ICB,
- Découpe de la coquille COQISOL, si nécessaire,
- Pose de l'écran de séparation,
- Pose et fixation du solin,
- Pose et fixation de la membrane d'étanchéité en plan courant,
- Réalisation des relevés d'étanchéité autour du solin,
- Passage du conduit, pose de la collerette de solin.

La position de la traversée de toiture par le conduit de fumée doit être conforme au DTU 43.4 ; ainsi une distance minimale de 50 cm doit être respectée entre l'acrotère et l'extérieur du conduit de fumée.

Les différents éléments composant le système de traversée de conduit de fumée (plaque de distance de sécurité étanche, coquille COQISOL, solin, collerette, conduit composite métallique rigide) doivent être dimensionnés selon le besoin et la pente de la toiture dans la zone de pose. Pour cela, se rapprocher du fournisseur, société POUJOULAT.

Un pas-à-pas illustrant chacune des étapes de la mise en œuvre est proposé en Figure 28 à Figure 36.



#### 4.3.2.1. Ouverture de l'élément porteur

Une ouverture circulaire est réalisée dans l'élément porteur (cf. Figure 28). L'ouverture doit disposer, *a minima*, d'un diamètre supérieur de 160 mm au diamètre extérieur du conduit composite métallique rigide mis en œuvre ; cette distance assure ainsi la garde au feu de 80 mm, nécessaire par défaut.

**IMPORTANT :** La présence de l'ouverture doit être ostensiblement signalée afin d'éviter tout risque d'accident et ce, jusqu'à la fin de la pose du conduit de fumées

#### 4.3.2.2. Pose de la membrane pare-vapeur en plan courant et découpe au niveau de l'ouverture

La mise en œuvre du SOPRAVAP HYGRO sur l'élément porteur est réalisée selon les dispositions décrites dans le paragraphe concerné par le système mis en œuvre (paragraphe 4.1.3 ou 4.2.2).

Le pare-vapeur est ensuite soigneusement découpé au cutter, au droit de l'ouverture de l'élément porteur, afin de créer une ouverture de même dimension (cf. Figure 29). Le SOPRAVAP HYGRO est ensuite agrafé à l'élément porteur, tout autour de l'ouverture, à moins de 30 mm de celle-ci.

#### 4.3.2.3. Pose de la plaque de distance de sécurité étanche (PDSER) scotchée au pare-vapeur

Une plaque de distance de sécurité étanche PDSER (suffixe de référence suivant la pente du toit) de la société POUJOLAT doit être posée sur le pare-vapeur SOPRAVAP HYGRO, au niveau de l'ouverture réalisée dans l'élément porteur (cf. Figure 29).

En sous-face, la plaque dispose d'une bande butyle autocollante, protégée par un film. Afin de faciliter la mise en œuvre, dans un premier temps le film de la bande butyle n'est retiré que sur quelques centimètres, en prenant soin de le faire dépasser vers l'extérieur de la plaque. Celle-ci est ensuite correctement positionnée autour de l'ouverture. Enfin, le film de protection de la bande butyle est progressivement enlevé en tirant doucement sur l'amorce dépassant de la plaque. Un rouleau presseur est ensuite passé sur la plaque PDSER afin de maroufler la bande butyle.

La plaque est fixée à l'élément porteur à l'aide de 4 vis de diamètre 6 mm, positionnées dans les trous prévus à cet effet à chacun des coins de la PDSER.

Pour finir, un adhésif PAVAFIX 60 est mis en œuvre de manière continue en périphérie de la plaque afin de parfaire l'étanchéité avec le pare-vapeur SOPRAVAP HYGRO. L'adhésif PAVAFIX 60 doit être posé de manière à recouvrir les vis de fixation de la plaque de distance de sécurité étanche.

#### 4.3.2.4. Pose du conduit composite métallique rigide

Cette étape est réalisée par l'entreprise de fumisterie du chantier. Le phasage des tâches doit donc être réalisé en conséquent.

Les conduits de fumées employés sont des conduits à double paroi isolée. Leur mise en œuvre doit répondre aux exigences des normes NF EN 1856-1 et DTU 24.1, ainsi qu'à l'avis technique « COQISOL » et aux recommandations du fabricant (cf. Figure 30).

**REMARQUES :** La description n'inclue pas de collier de soutien ou autre système de fixation afin de porter le poids du conduit. Cela doit donc être mis en œuvre sous l'élément porteur dans l'espace du solivage. **Le système COQISOL ne reprend pas les charges exercées par le conduit de fumée (poids propre, vent, ..). C'est le rôle du système de fixation de support au toit (collier, ...).**



#### 4.3.2.5. Pose d'une coquille isolée COQISOL PENTE

La coquille COQISOL PENTE (suffixe de référence suivant la pente du toit) doit être dimensionnée en fonction de la taille du conduit et sa longueur doit être supérieure ou égale à l'épaisseur totale des lits d'isolant. En fonction de la pente du toit, il peut être nécessaire d'adapter l'angle du chant du COQISOL PENTE pour que le passage prévu pour le conduit soit bien vertical.

Les deux demi-coquilles du système COQISOL PENTE sont placées sur la plaque de distance de sécurité étanche, autour du conduit de fumées. Les demi-coquilles sont maintenues autour du conduit par verrouillage du système de fermeture mécanique de la coquille (cf. Figure 31).

#### 4.3.2.6. Pose de l'isolant PAVAROOFF-WFB

L'isolant en fibres de bois PAVAROOFF-WFB est posé sur le SOPRAVAP HYGRO (cf. Figure 32), conformément aux dispositions décrites dans le paragraphe concerné par le système mis en œuvre (paragraphe 4.1.44.2.3). Un soin particulier sera apporté aux découpes circulaires de l'isolant autour du système COQISOL afin que les panneaux soient placés au contact de celui-ci.

#### 4.3.2.7. Pose et fixation du ou des lits de PAVAROOFF-ICB

Le ou les lits d'isolant de liège PAVAROOFF-ICB sont mis en œuvre sur le lit d'isolant PAVAROOFF-WFB et fixés mécaniquement (cf. Figure 32), conformément aux dispositions décrites dans le paragraphe concerné par le système mis en œuvre (paragraphe 4.1.5 ou 4.2.4). Un soin particulier sera apporté aux découpes circulaires de l'isolant autour du système COQISOL afin que les panneaux soient placés au contact de celui-ci.

#### 4.3.2.8. Découpe de la coquille COQISOL

Dans le cas où la coquille COQISOL dépasserait du dernier lit d'isolant PAVAROOFF-ICB, celle-ci doit être coupée soigneusement au ras de la face supérieure de ce dernier lit d'isolant (cf. Figure 32).

#### 4.3.2.9. Pose de l'écran de séparation

L'écran de séparation SOPRAVOILE 100 est mis en œuvre sur le dernier lit d'isolant PAVAROOFF-ICB (cf. Figure 33) selon les dispositions décrites dans le paragraphe concerné par le système mis en œuvre (paragraphe 4.1.6 ou 4.2.5). Des découpes soignées au cutter sont réalisées afin d'épouser l'extérieur du conduit de fumée.

#### 4.3.2.10. Pose et fixation du solin

Un solin métallique est placé sur l'écran de séparation autour du conduit de fumées ; sa dimension doit être conforme au NF DTU 24.1 et aux recommandations du fournisseur POUJOLAT. Idéalement, la platine de solin doit être tournée d'un quart de tour par rapport à la plaque PDSER, permettant ainsi une pose plus aisée des fixations à travers le complexe isolant dans l'élément porteur. La platine du solin est fixée à l'élément porteur à l'aide de 4 vis à double filetage EVDF 2C  $\varnothing$  4,8 ETANCO (cf. § 3.7.1) (une dans chaque coin). La tête bombée permet de ne pas abîmer la membrane d'étanchéité qui sera appliquée au-dessus (cf. Figure 34).

Le diamètre du solin doit être choisi de sorte à ménager une distance de sécurité au feu avec le conduit de fumée. L'épaisseur de la lame d'air ainsi générée en périphérie du conduit de fumée (50 à 80 mm), dépend de la résistance thermique utile  $R_u$  du conduit composite métallique rigide employé (cf. DTU 24.1).

Tant que la collerette de solin n'est pas mise en œuvre, une protection provisoire vis-à-vis de l'eau doit être réalisée en tête de solin (par exemple une bâche couvrant le conduit de fumée et la périphérie du solin).

#### 4.3.2.11. Pose et fixation de la membrane d'étanchéité en partie courante

La pose de la membrane d'étanchéité autour du conduit doit être réalisée conformément aux spécifications du Document Technique d'Application « FLAGON SR – FLAGON SR/FR M2 », (cf. Figure 35). La membrane d'étanchéité est collée sur la platine du solin par double encollage de FLEXOCOL V.



#### 4.3.2.12. Réalisation des relevés d'étanchéité autour du solin

La pose de feuilles de membrane d'étanchéité en relevé autour du solin doit être réalisée conformément aux spécifications du Document Technique d'Application « FLAGON SR – FLAGON SR/FR M2 ». Elles sont maintenues en tête de solin par un collier de serrage et sont soudées à la membrane d'étanchéité en partie courante (cf. Figure 35). Afin de faciliter leur mise en œuvre, les relevés peuvent être collés par double encollage avec la colle contact FLEXOCOL V.

#### 4.3.2.13. Pose de la collerette de solin

Une collerette est fixée sur le conduit de fumée, au-dessus du solin, conformément au NF DTU 24.1 et aux recommandations du fournisseur. La sortie de toit peut ensuite être mise en œuvre par le fumiste (cf. Figure 36).

#### 4.3.2.14. Complément d'isolation en sous-face du platelage

Dans certains cas, un complément d'isolation peut être réalisé en sous-face du platelage, cf. paragraphe 4.4. Celui-ci est réalisé par la pose de panneaux semi-rigides en fibres de bois PAVAFLEX CONFORT. Dans ce cas, l'écart au feu est aussi à assurer dans cette partie de la paroi. Pour éviter la création d'un pont thermique avec un vide d'air, l'écart au feu peut être réalisé par l'ajout d'un deuxième système COQISOL PENTE en sous-face de l'élément porteur. Ce système est alors positionné sous la plaque PDSER, et maintenu en position grâce au système de support au toit du conduit composite métallique rigide.

#### 4.3.3. Traversées avec chevêtres (lanterneaux, ...)

Les traversées de grandes dimensions, nécessitant la mise en œuvre d'un chevêtre, sont réalisées conformément aux dispositions prévues dans le NF DTU 43.4.

Le traitement de ces traversées est identique à celui des acrotères, cf. paragraphe 4.

### **4.4. Pose d'une isolation complémentaire en sous-face de l'élément porteur – PAVAFLEX CONFORT**

L'emploi d'une isolation complémentaire en sous-face de l'élément porteur est possible, via la mise en œuvre de panneaux PAVAFLEX CONFORT, dans la limite maximale d'un tiers de la résistance thermique totale du système. La Figure 2 présente l'ensemble de la gamme du système PAVAROOF, avec isolation complémentaire, et permet de choisir les épaisseurs d'isolant selon la résistance thermique totale souhaitée. Des compléments d'isolation thermique avec la mise en œuvre de panneaux PAVAFLEX CONFORT dont la résistance thermique serait inférieur à un tiers de la résistance thermique totale du système sot possible.

Les panneaux PAVAFLEX CONFORT se posent entre chevrons, avec un espace maximal entre structures de 600 mm. Ils se découpent à l'aide d'un couteau pour matières isolantes, d'une scie à ruban, d'une scie circulaire ou d'une scie alligator, si possible munies d'aspiration. Le port d'un masque de protection est nécessaire lors de la découpe et de la pose du PAVAFLEX CONFORT afin d'éviter l'inhalation de poussières.

- Après mesure de l'espace entre chevrons, les panneaux PAVAFLEX CONFORT sont découpés avec une surcote de 5 mm.
- Les panneaux sont encollés avec un mastic colle PU (par exemple Eficolle) ou un mastic MS polymère, en réalisant, sur la longueur du panneau, un cordon de 4 à 5 mm de diamètre, positionné de chaque côté à 1/3 de la largeur du panneau.
- Les panneaux sont positionnés entre les chevrons, grâce à une légère compression, puis mis en contact à la sous-face de l'élément porteur. L'opération est renouvelée pour tous les panneaux en prenant soin de comprimer les panneaux les uns aux autres.



*IMPORTANT : Les panneaux isolants PAVAFLEX CONFORT doivent être protégés en sous-face par un écran thermique, tel que des plaques de plâtre, conformément à la réglementation incendie s'appliquant au type de local sous-jacent. Cependant, conformément au NF DTU 43.4, le revêtement en sous-face de l'élément porteur ne doit pas être étanche à la vapeur d'eau et doit permettre les échanges hygrothermiques entre l'élément porteur et l'ambiance du local.*

#### **4.5. Protection du chantier**

##### **4.5.1. Protection des matériaux stockés**

Le stockage des matériaux est effectué sur une aire plane, stable et à l'abri de toute humidification. Les matériaux sont stockés sur palettes ou cales de bois de hauteur suffisante pour éviter tout contact avec l'eau en cas de fortes pluies.

Lors de chaque arrêt de chantier et en cas d'intempérie, les matériaux stockés sont recouverts, sur toute leur hauteur, d'une bâche, étanche à l'eau liquide, non étanche à la vapeur d'eau ( $S_d \leq 18$  m) et non endommagée. La bâche doit être lestée ou fixée à l'aide de sangles afin de résister au vent. **Tout panneau ayant fait l'objet d'une humidification, déjà posé ou non, doit être écarté et ne doit pas être mis en œuvre.**

##### **4.5.2. Protection de l'ouvrage**

Pour toute la durée du chantier, l'entreprise mettant en œuvre le système PAVAROOF est tenue de protéger l'ensemble de l'ouvrage de toute humidification. Lors de chaque arrêt de chantier et en cas d'intempérie, une bâche, étanche à l'eau liquide, non étanche à la vapeur d'eau ( $S_d \leq 18$  m) et non endommagée, doit être mise en œuvre sur l'ensemble de la surface de l'ouvrage à protéger. Ceci inclus le support en bois, même recouvert du pare-vapeur, ainsi que les acrotères. Les lés de la bâche sont jointoyés les uns aux autres, ainsi qu'à la périphérie de l'ouvrage. La bâche doit être lestée de manière à résister au vent sans être blessée pour éviter les infiltrations vers l'ouvrage.

Des protections doivent être mises en place afin d'assurer l'évacuation de l'eau vers les descentes d'eau pluviale, sans possibilité d'accumulation et de stagnation aux points bas.

**Si les travaux sur l'ouvrage doivent être réalisés durant des intempéries, il est indispensable d'utiliser une protection de type parapluie de chantier, conformément au §8.2 du cahier 3814 de novembre 2019.**

**Tout panneau ayant fait l'objet d'une humidification doit être écarté et ne doit pas être posé.**

##### **4.5.3. Points de vigilance et contrôles à effectuer sur chantier**

#### **Élément porteur**

Sur la base du Cahier CSTB n°3814, les vérifications suivantes sont à opérer :

- Le taux d'humidité de l'élément porteur doit être vérifié à l'aide d'un humidimètre selon la norme NF EN 13183-2. La mesure doit être réalisée par piquage à mi épaisseur du panneau. Les mesures sont à réaliser sur l'ensemble de la surface de l'élément porteur sur la base d'un quadrillage de positionnement tous les 5 mètres. Sur la base des études hygrothermiques réalisées pour l'évaluation du procédé Pavaroof, ce dernier doit être à une humidité inférieure à 18% en masse.
  - o Si sur cette zone, la moyenne est bien inférieure ou égale à 18%, avec au plus une valeur individuelle comprise entre 18 et 25%, le support est admissible,
  - o Si sur cette zone, la moyenne est bien inférieure ou égale à 18%, mais avec au moins 2 valeurs individuelles comprises entre 18 et 25%, le support doit être protégé des intempéries et séché avant poursuite des travaux ; le séchage peut être réalisé par exemple par un flux d'air sous une protection parapluie extérieure. Il est nécessaire d'effectuer des contrôles d'humidité réguliers jusqu'à un séchage suffisant des panneaux pour un retour complet à un taux inférieur ou égal à 18%.



- Si sur cette zone, au moins une valeur indivielle est supérieure à 25%, le ou les panneaux porteurs doivent être remplacés ; des contrôles d'humidité *a posteriori* doivent être réalisés sur les nouveaux panneaux posés.

### **Membrane pare-vapeur SOPRAVAP HYGRO**

La membrane pare-vapeur SOPRAVAP HYGRO doit être déroulée, et tendue sans plis sur l'élément porteur. Les zones d'agrafages doivent être respectées grâce à la ligne des petits pointillés de 30 mm au bord prévu à cet effet. Le recouvrement des de membrane pare-vapeur doit être également respecté avec la ligne en gros pointillés de 100 mm au bord.

Un point d'attention particulier sera porté à la phase de jointoiment des lés recouverts grâce à la bande adhésive PAVAFIX 60. Le papier de protection du PAVAFIX 60 doit être décollé au fur et à mesure, après son positionnement à plat tendu et centré sur le recouvrement des lés de membrane pare-vapeur.

### **Panneaux PAVAROOFF WFB et PAVAROOFF ICB**

La pose libre des panneaux PAVAROOFF WFB et PAVAROOFF ICB est simple rapide et efficace. Leur maintien définitif en position est assurée par la fixation du dernier lit de panneaux isolant PAVAROOFF ICB, conformément aux règles de pose définies dans les § précédents.

Néanmoins, quelques points de vigilance sont à observer avant et pendant la pose des panneaux :

- **Avant** : Une étude ou évaluation éventuelle du calepinage des panneaux sur l'ouvrage est préconisée ; en effet, elle permet d'éviter de se retrouver à devoir découper une bande de quelques centimètres de panneaux à proximité de l'acrotère.
- **Pendant** : bien vérifier que le support de pose des panneaux soit exempt de toute humidité et trace d'eau liquide. Le housage des différents types de panneau permet de garantir un taux d'humidité sec à l'air, conforme aux évaluations du système. Tout panneau ayant fait l'objet d'une humidification accidentelle, déjà posé ou non, doit être écarté et ne doit pas être mis en œuvre. Cela peut par exemple arriver suite à une négligence de stockage sur chantier (palette ouverte non protégée des intempéries).

Le décalage des joints de panneaux entre les différentes couches de panneaux est à observer conformément aux préconisations des paragraphes précédents.

- En ce qui concerne le traitement des points singuliers, notamment les traversées détaillées au § 4.3, il est recommandé de prendre le temps nécessaire à l'ajustement précis des découpes pour éviter tous risques de pont thermique au voisinage du point singulier.

### **Ecran de séparation,**

Il est utile de bien veiller au recouvrement de 100 mm entre les lés de l'écran de séparation.

### **Revêtement d'étanchéité – FLAGON SR ou FLAGON SR/FR M2,**

Les précautions d'usage à observer pour la pose du revêtement d'étanchéité vont porter sur :

- Le respect du nombre de fixations nécessaires à la pose de la membrane d'étanchéité (cf. Tableau 4) et notamment à proximité des rives et des angles de bâtiments (cf. DTA « FLAGON SR – FLAGON SR/FR M2 »).
- La vérification de la bonne exécution de la soudure (cf. DTA « FLAGON SR – FLAGON SR/FR M2 »).

### **Traitement des relevés en acrotères,**

Le système Pavarooft impose que tous les relevés soient collés, y compris sur acrotère bois, avec écran d'indépendance.



#### 4.6. Entretien des toitures

L'entretien des toitures est à réaliser conformément à la norme NF DTU 43.4. et au paragraphe 1.4 du CPTC Etanchéités de toitures par membranes en PVC-P non compatibles avec le bitume faisant l'objet d'un Avis technique ou d'un Document d'Application, *Fascicule du CSTB 3502 d'avril 2004*.

#### 4.7. Réparation

Le revêtement peut être facilement réparé en cas de blessure accidentelle par mise en place de pièces de membrane découpées de manière appropriée avec coins arrondis et en soudant les bords sur une largeur de 5 cm à l'air chaud ou au solvant. Se référer au Document Technique d'Application « FLAGON SR – FLAGON SR/FR M2 ».

#### 4.8. Mise en œuvre du procédé PAVAROOF en réfection

Dans le cas d'une réfection, le procédé PAVAROOF est mis en œuvre sur un nouvel élément porteur CTBH-P5 conforme aux spécifications du paragraphe 2, après dépose de l'ancien complexe d'étanchéité.

### 5. Fabrication et contrôles de fabrication

#### 5.1. Panneaux isolants en fibres de bois – PAVAROOF-WFB

Les panneaux de fibres de bois PAVAROOF-WFB sont produits sur le site PAVAFRANCE de Golbey certifié ISO 9001 : 2015 et ISO 14001 : 2015. Les panneaux rigides de fibres de bois relèvent de la norme NF EN 13171, sont marqués CE et certifiés ACERMI (certificat N° 18/006/1307). Les contrôles qualités sont réalisés conformément à ces référentiels.

La matière première fait l'objet d'un contrôle en usine, notamment sur les plaquettes de bois (humidité, granulométrie, taux d'écorce, taux de bois malsain), la colle (vérification du taux de NCO du certificat du fournisseur), la paraffine (vérification du taux de H<sub>2</sub>O du certificat du fournisseur). L'inspection des matières premières est par ailleurs vérifiée par un tiers, notamment lors des audits ACERMI du produit (cf. référentiel général ACERMI).

Les contrôles sur les produits finis sont :

Caractéristique	Fréquence	Norme
Masse volumique	Toutes les 2h	NF EN 1602
Longueur	Toutes les 2h	NF EN 822
Largeur	Toutes les 2h	NF EN 822
Epaisseur	Toutes les 2h	NF EN 823
Equerrage	Toutes les 2h	NF EN 824
Planéité	Toutes les 2h	NF EN 825
Absorption d'eau à 24h	1/j ou par production	NF EN 1609
Humidité	1/j ou par production	NF B 51-004:1985
Réaction au feu	1/jour	NF EN 13501-1
Conductivité thermique	1/j ou par production	NF EN 12667
Compression à 10%	1/j ou par production	NF EN 826
Traction perpendiculaire	1/j ou par production	NF EN 1607
Incurvation <sup>1</sup> (80°C)	1/trimestre	UEAtc - Cahier 2662
Variations dimensionnelles à l'état de libre déformation <sup>2</sup> (-20°C à 23°C / 23°C à 80°C)	1/mois	UEAtc - Cahier 2662

1 : Réalisé dans un laboratoire R&D du groupe Soprema

2 : Réalisé en sous-traitance dans un laboratoire extérieur



## 5.2. Panneaux isolants en liège expansé – PAVAROOF-ICB

Les panneaux rigides en liège expansé sont produits sur un site certifié ISO 9001 : 2015. Ils relèvent de la norme NF EN 13170, sont marqués CE et certifiés ACERMI (certificat N° 03/049/270). Les contrôles qualités sont réalisés conformément à ces référentiels.

La matière première fait l'objet d'un contrôle par le fabricant, notamment sur la taille des granulats. Une note de la norme NF EN 13170 précise que la taille du granulat, avant expansion, est comprise entre 4 et 18 mm. L'inspection des matières premières est par ailleurs vérifiée par un tiers, notamment lors des audits ACERMI du produit (cf. référentiel général ACERMI).

Les contrôles sur les produits finis sont :

Caractéristique	Fréquence	Référentiel
Masse volumique	Toutes les 2h	EN 1602
Longueur	Toutes les 2h	EN 822
Largeur	Toutes les 2h	EN 822
Épaisseur	Toutes les 2h	EN 823
Equerrage	Toutes les 2h	EN 824
Planéité	Toutes les 2h	EN 825
Absorption d'eau à 24h	Toutes les 2 semaines	EN 1609
Réaction au feu	Toutes les 2 semaines	EN 13501-1
Conductivité thermique	1/semaine ou production	EN 12667
	1/mois <sup>2</sup>	
Compression à 10%	1/jour ou production	EN 826
Traction perpendiculaire	1/trimestre	EN 1607
Flexion	1/jour ou production	EN 12089
Incurvation <sup>1</sup> (80°C)	1/trimestre	UEAtc - Cahier 2662

1 : Réalisé dans un laboratoire R&D du groupe Soprema

2 : Réalisé en sous-traitance dans un laboratoire certifié

## 5.3. Revêtement d'étanchéité – FLAGON SR ou FLAGON SR/FR M2

Les sites de fabrication et les contrôles effectués sur les membranes sont décrits dans le Document Technique d'Application « FLAGON SR – FLAGON SR/FR M2 ».

En complément, une analyse sera réalisée trimestriellement, en sous-traitance dans un laboratoire certifié, pour déterminer les propriétés de transmission de la vapeur d'eau, selon la norme EN 1931.

## 5.4. Pare-vapeur – SOPRAVAP HYGRO

Le site de production de la membrane pare-vapeur SOPRAVAP HYGRO, est certifié EN ISO 9001 : 2015. Le marquage CE du SOPRAVAP HYGRO relève de la norme NF EN 13984. Les contrôles qualité sont réalisés conformément à ce référentiel.

Sur les matières premières, sur chaque lot :

- Non-tissé : contrôle des certificats
- Grille tissée : contrôle des certificats
- Polymère : contrôle des certificats



Sur produits finis :

Caractéristique	Fréquence	Norme
Largeur	Chaque bobine	EN 1848-2
Étanchéité (W1)	Chaque lot	EN 13111
Perméabilité à la vapeur d'eau	Chaque lot	EN 1931
Résistance à la traction (SL)	Chaque lot	EN 12311-1
Résistance à la traction (ST)	Chaque lot	EN 12311-1
Alongement (SL)	Chaque lot	EN 12311-1
Alongement (ST)	Chaque lot	EN 12311-1
Résistance à la déchirure au clou (SL)	Chaque lot	EN 12310
Résistance à la déchirure au clou (ST)	Chaque lot	EN 12310
Masse surfacique	Chaque bobine	EN 1849-2

### **5.5. Isolation complémentaire en sous-face de l'élément porteur – PAVAFLEX CONFORT**

Les panneaux semi-rigides de fibres de bois PAVAFLEX CONFORT relèvent de la norme NF EN 13171, sont marqués CE et certifiés ACERMI (certificat N° 17/006/1259). Les contrôles qualités sont réalisés conformément à ces référentiels.

### **6. Conditionnement – Identification – Etiquetage**

Tous les matériaux fournis sont étiquetés et portent les indications suivantes : appellation commerciale, dimensions ou volume ou poids, conditions de stockage, consignes de sécurité.

### **7. Assistance technique**

La mise en œuvre du procédé PAVAROOF est réalisée par des entreprises spécifiquement formées par la société SOPREMA, soit en ses centres de humidité, soit sur chantiers, et avant toute première mise en œuvre du procédé.

Par ailleurs, la société SOPREMA SAS fournit, sur demande, une assistance technique à la conception (définition des densités de fixation) et à la réalisation de la pose du système PAVAROOF.



## B. Résultats expérimentaux

### Essais selon le guide technique UEAtc pour l'agrément des systèmes isolants supports d'étanchéité des toitures plates et inclinées, Cahier n° 2662\_V2 – Juillet 2010

- Résistance à l'action du vent
  - o Rapport CSTC n° DE651XP074\_CAR18139\_1
  - o Rapport CSTC n° DE651XP074\_CAR18139\_2
- Variations dimensionnelles à l'état de libre déformation :
  - o Rapport LGAI n° 18-18316-3259
  - o Rapport LGAI n°20-21603-4
- Variations dimensionnelles en fonction de l'humidité :
  - o Rapport LGAI n° 18-18316-3258
  - o Rapport LGAI n° 19-19785-1407
- Essais sous charges statiques réparties et températures élevées :
  - o Rapport LGAI n° 19-18927-277
  - o Rapport LGAI n° 18-18316-3256
- Essais d'immersion :
  - o Rapport LGAI n° 19-19205-858
- Etude hygrothermique
  - o Etude Wufi sur système : Rapport CSTB n°EMI19-26079664
  - o Etude hygrothermique 2D axisymétrique au niveau des fixations : Rapport CSTB n°DEIS/HTO-2020-062-CB/LB – Affaire 19.000752.01.01
- Incurvation
  - o Rapport R&D SOPREMA St Julien du Sault n° RD-SJDS2018.24-AST11-02CR03-V2
  - o Rapport R&D SOPREMA St Julien du Sault n° RD-SJDS- 2020.02-AST11-02CR04
- Essai de traction perpendiculaire aux faces avant et après chaleur humide
  - o Rapport R&D SOPREMA St Julien du Sault n° RD-SJDS- 2020.11- AST 11-02 CR05

### Essais selon le guide technique des toitures étanchées, Cahier n° 3669\_V2 – Septembre 2005

- Variations dimensionnelles et pondérales après 7j à 70°C et 95%HR : Rapport LGAI n° 18-18316-3260

### Essais selon le guide technique spécialisé pour la constitution d'un dossier de demande d'avis technique des systèmes d'étanchéité à l'air des parois de bâtiment, Cahier 3710\_V2 – Novembre 2005

- Caractérisation de la diffusion de vapeur d'eau
  - o Rapport LNE n° P177574\_DE3
  - o Rapport LGAI n° 18-18316-3261
  - o Rapport n° EMI\_17-26068633
- Caractérisation du pelage et du cisaillement
  - o Rapport R&D SOPREMA St Julien du Sault n° RD-SJDS2017.45-AST11-01-CR01
  - o Rapport R&D SOPREMA Strasbourg n° JB-LABO.385-19

### Essais selon la norme CENT/TS 1187 : 2012 : Essai 3

- Exposition des toiture à un feu extérieur (Broof T3) : Rapport Exova n° 19115C

### Essais selon la norme NF EN 13501-1 :

- Classement de la réaction au feu du PAVAROOOF-WFB : Rapport LNE n° P173667-DE8
- Classement de la réaction au feu du PAVAROOOF-ICB : Rapport ITECons n° OMC064-18

### Essais selon la norme EN 1931 : caractérisation de la diffusion à la vapeur d'eau des membranes FLAGON SR et FLAGON SR/FR M2

- Rapport KIWA n° P11112
- Rapport LNE n° P193169DE1

### Essai de condensation selon les préconisations des experts du CSTB

- Rapport LNE n° P200018.01

### Essai de résistance au développement fongique

- PAVAROOOF-ICB à 28°C/85%HR pendant 28 jours : Rapport Cetelor - DE1811-024 - PAVAROOOF-ICB
- PAVAROOOF-WFB à 28°C/85%HR pendant 28 jours : Rapport Cetelor – DE1811-024 - PAVAROOOF-WFB

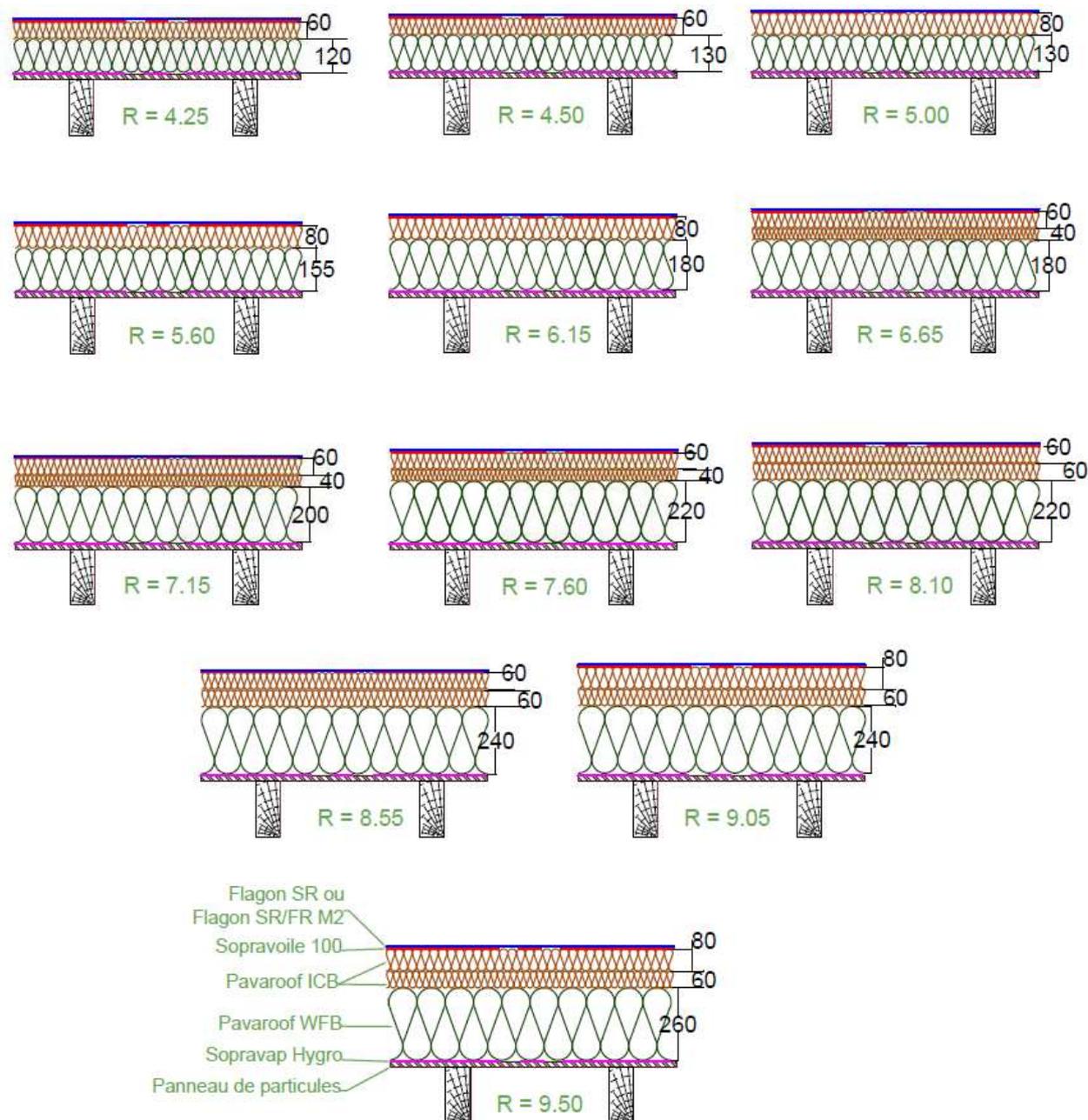


## C. Références chantiers

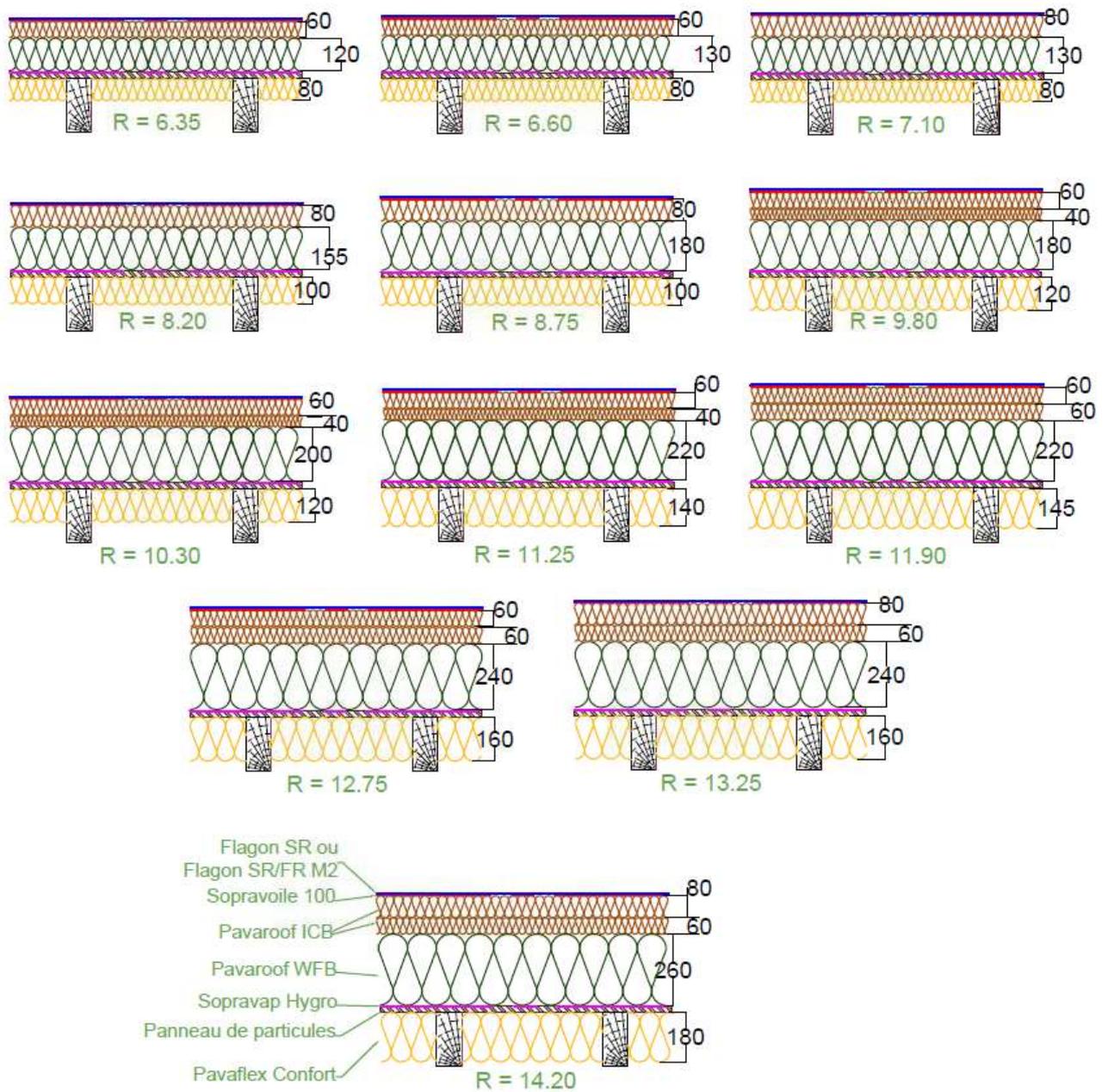
Cinq chantiers tests ont été réalisés avec le système PAVAROOF, entre juin 2018 et février 2019, pour un total de 527 m<sup>2</sup>. Ces chantiers sont décrits dans le rapport n° 17-025-190711.

## D. Liste des Figures et Tableaux

### 1. Figures



**Figure 1 : Gamme PAVAROOF – Variante 1 : 100% d'isolant sur l'élément porteur – Compositions et épaisseurs d'isolants (mm) en fonction de la résistance thermique (R : m<sup>2</sup>.K/W) du système.**



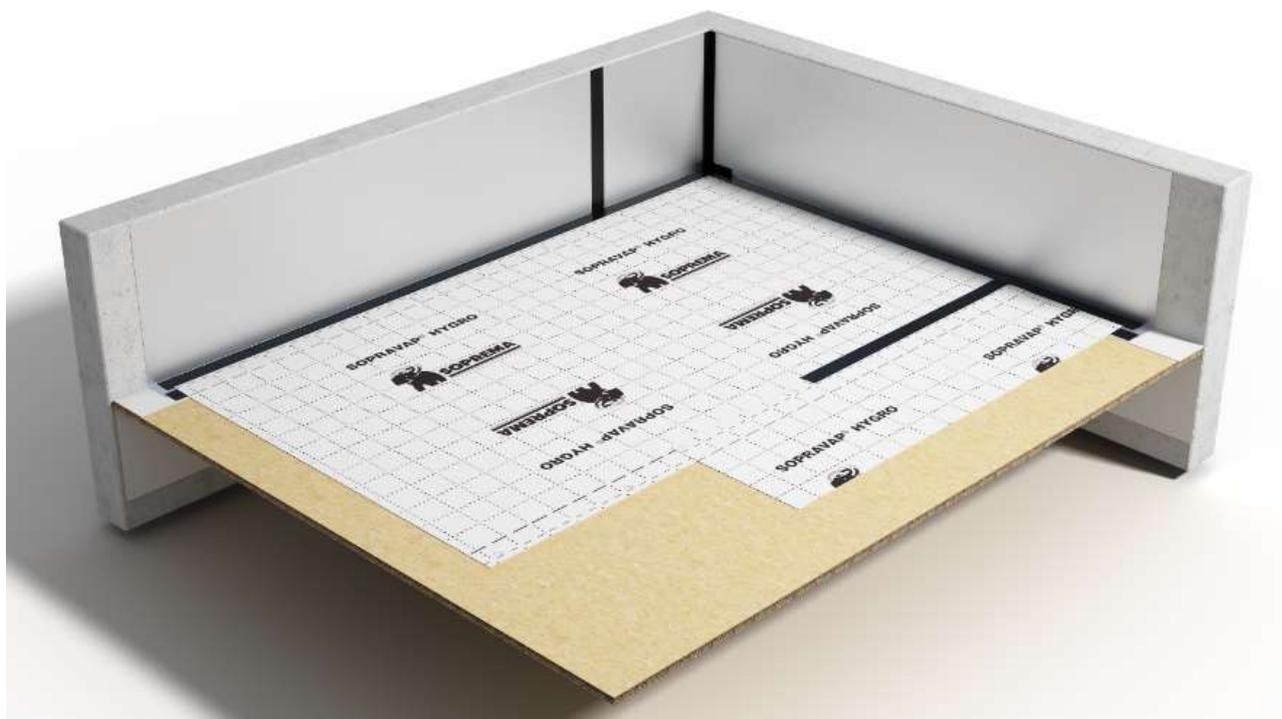
**Figure 2 : Gamme PAVAROOF – Variante 2 : 1/3 de la résistance thermique totale peut être réalisée en sous-face de l'élément porteur – Compositions et épaisseurs d'isolants (mm) en fonction de la résistance thermique (R : m<sup>2</sup>.K/W) du système.**



**Pas à pas de mise en œuvre du système PAVAROOF avec acrotères maçonnés, costières métalliques posées sur l'élément porteur – Figure 3 à Figure 9.**

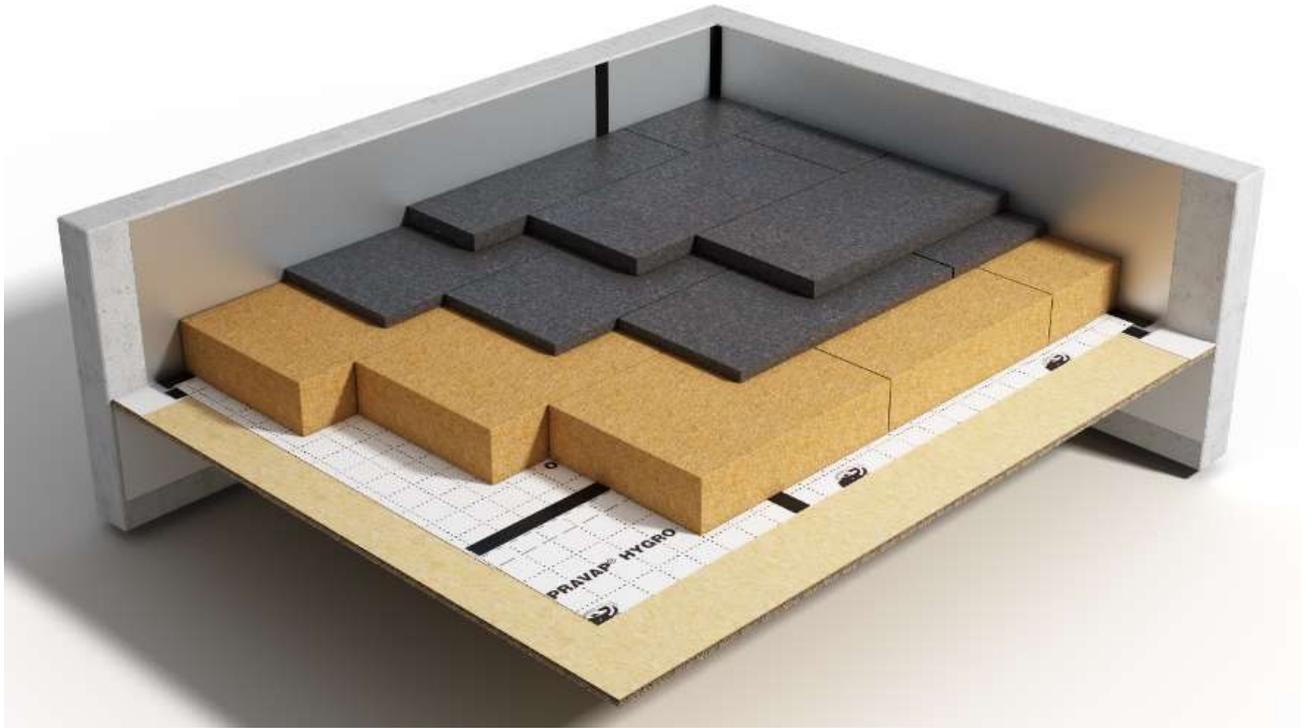


**Figure 3 : Pose de l'élément porteur avec retour de pare-vapeur mural intérieur, pose des costières métalliques et de l'adhésif PAVAFIX 60.**



**Figure 4 : Pose et agrafage du pare-vapeur SOPRAVAP HYGRO, avec recouvrement, et jonction des lés avec l'adhésif PAVAFIX 60.**

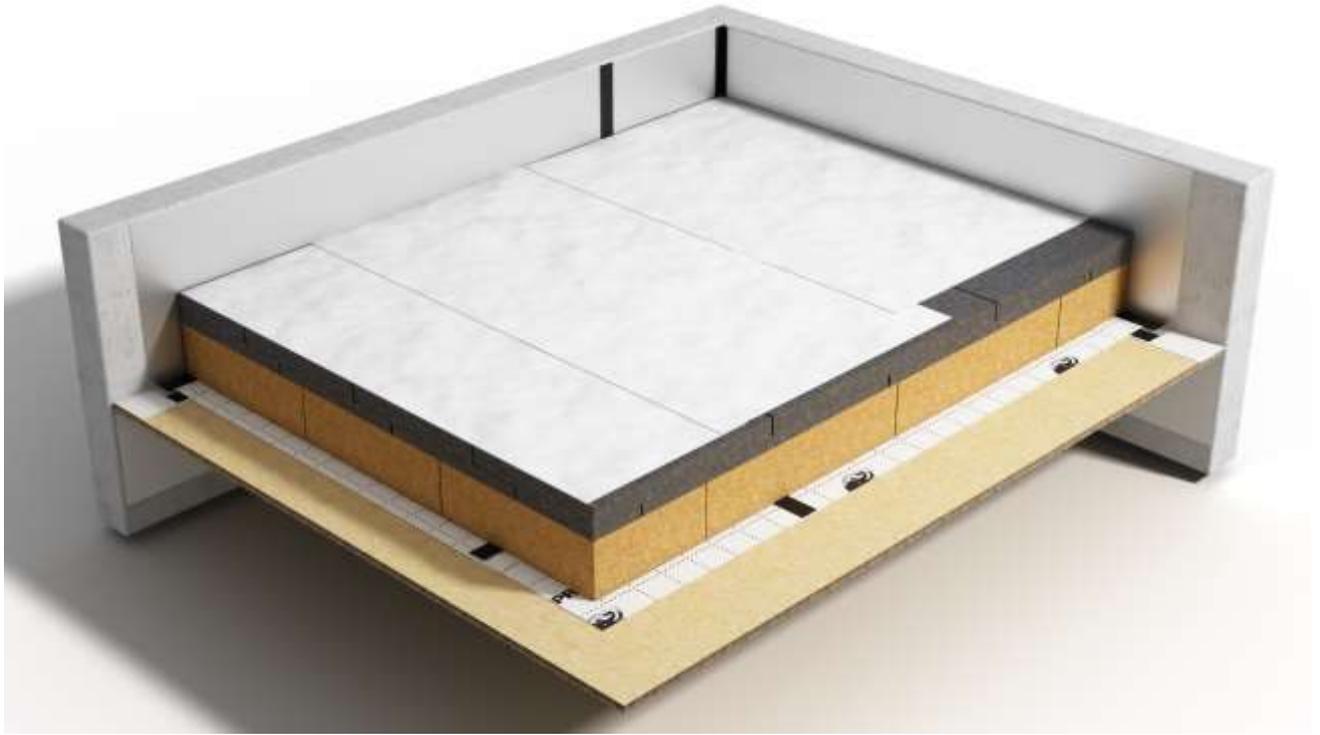




**Figure 5 : Pose à joints décalés des lits d'isolant PAVAROOF-WFB et PAVAROOF-ICB.**



**Figure 6 : Fixation mécanique du dernier lit d'isolant par des fixations à rupture de pont thermique.**

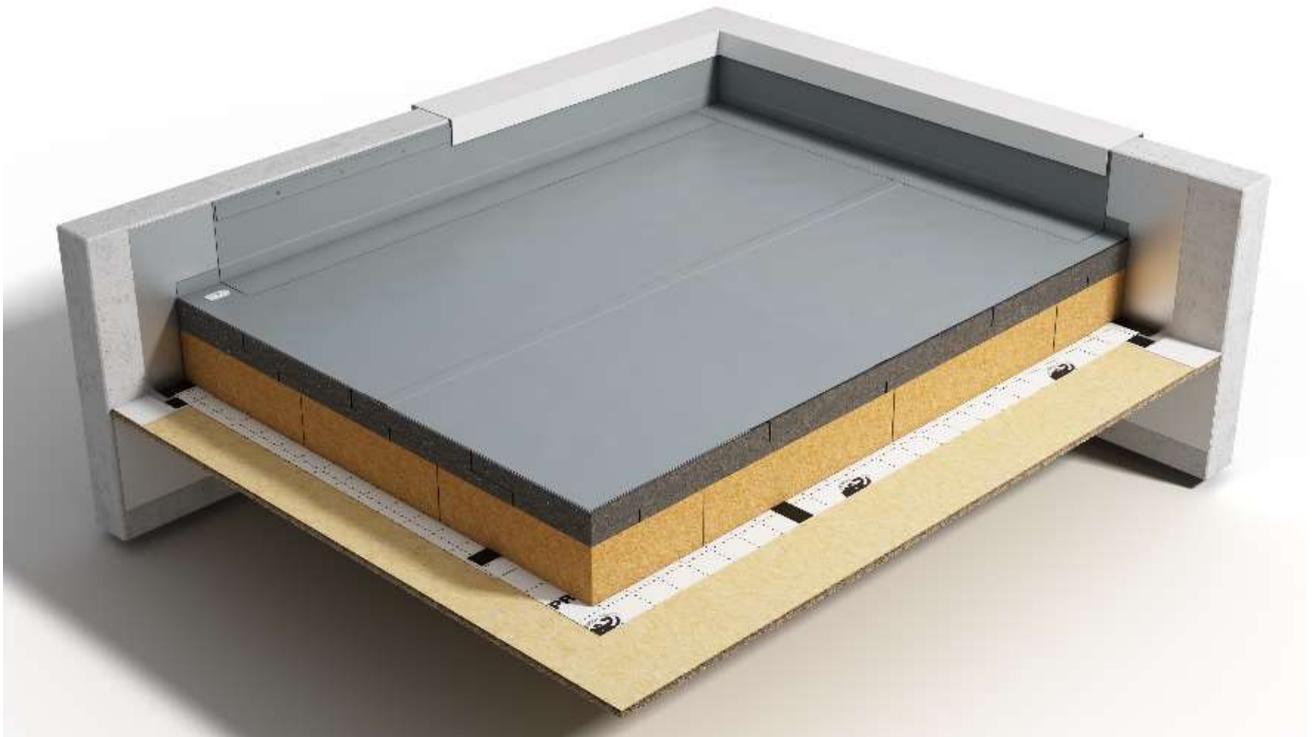


**Figure 7 : Pose de l'écran de séparation SOPRAVOILE 100.**

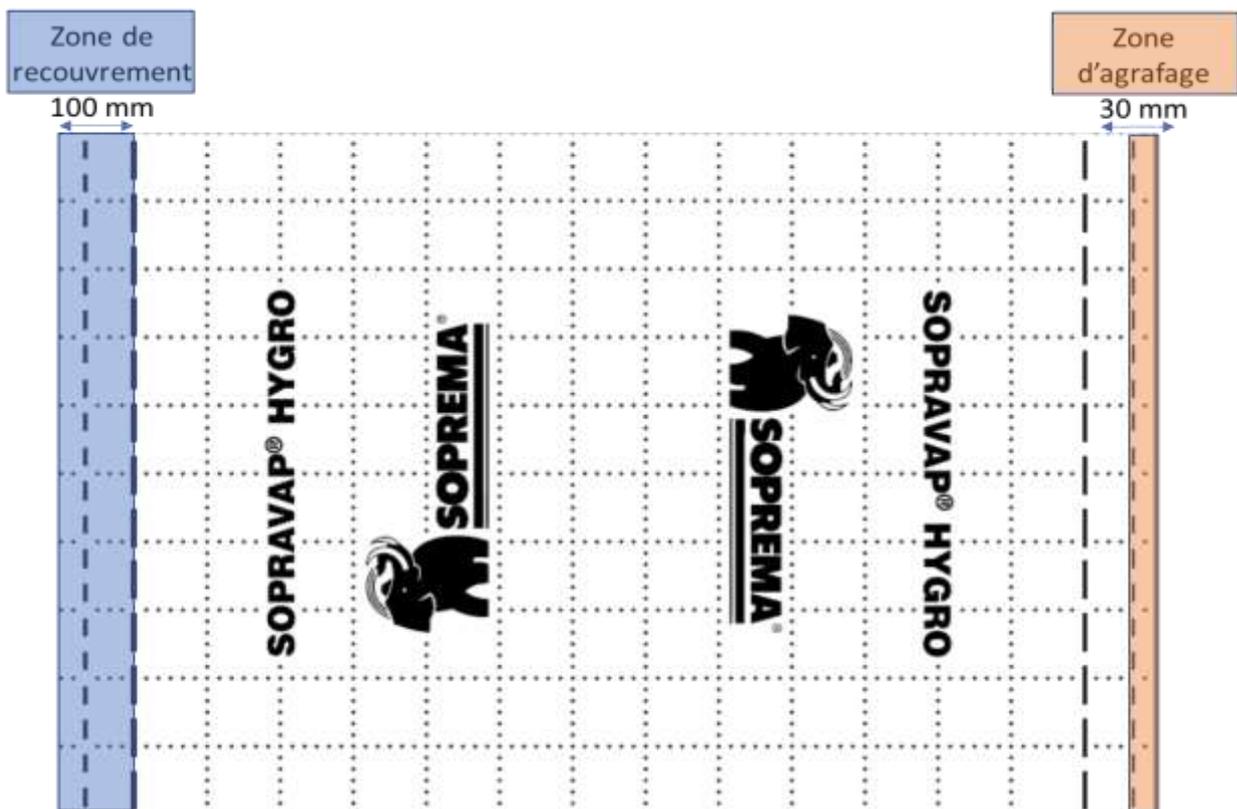


**Figure 8 : Pose de la membrane d'étanchéité FLAGON SR ou FLAGON SR/FR M2, fixation mécanique de la membrane par fixations à rupture de pont thermique et soudure des lés.**



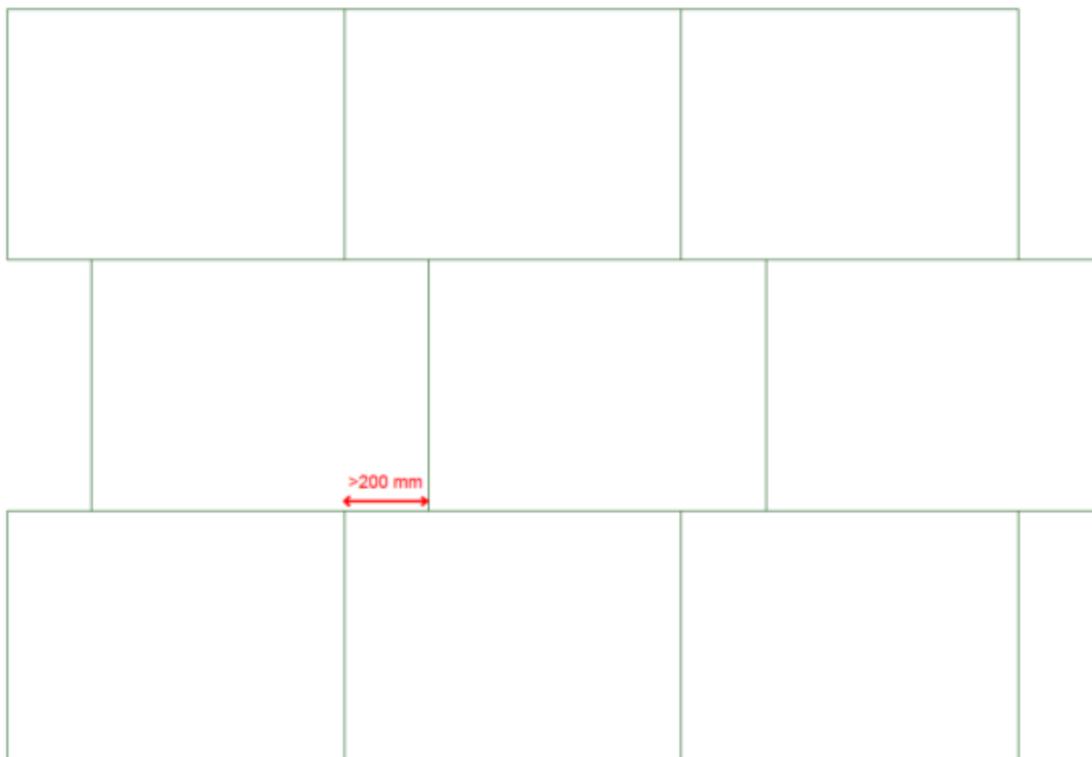


**Figure 9 : Pose des relevés d'étanchéité en feuilles de FLAGON SR ou FLAGON SR/FR M2, collé avec FLEXOCOL V, fixation des relevés en tête par des feuilards de serrage et pose des couvertines.**

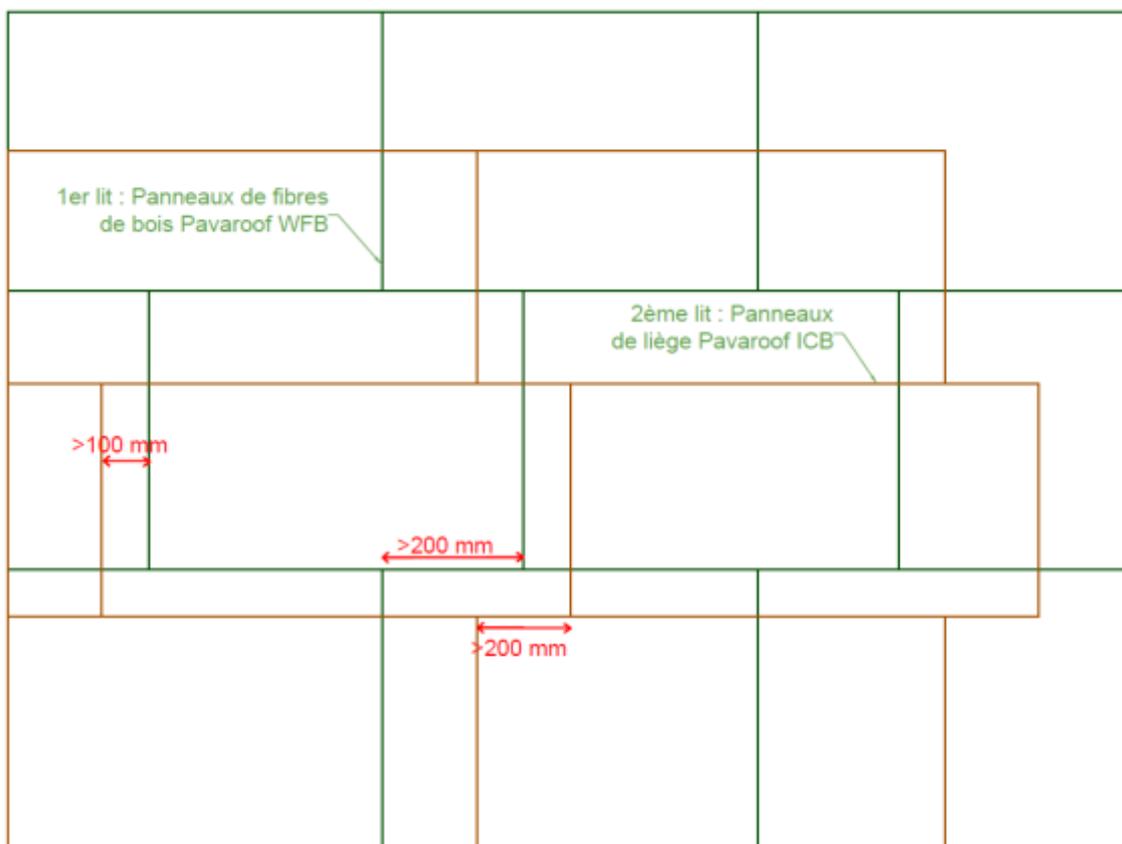


**Figure 10 : Visuel du pare-vapeur SOPRAVAP HYGRO ; définition des zones d'agrafage et de recouvrement.**



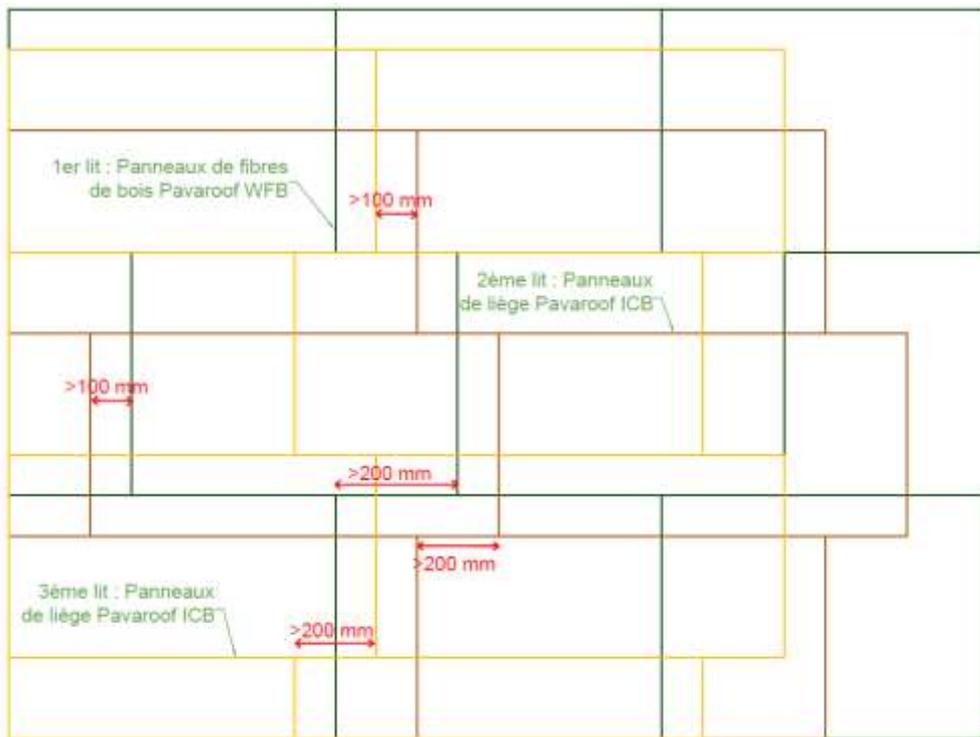


**Figure 11 : Exemple de pose des panneaux de fibres de bois PAVAROOF-WFB en quinconce, à joints décalés.**

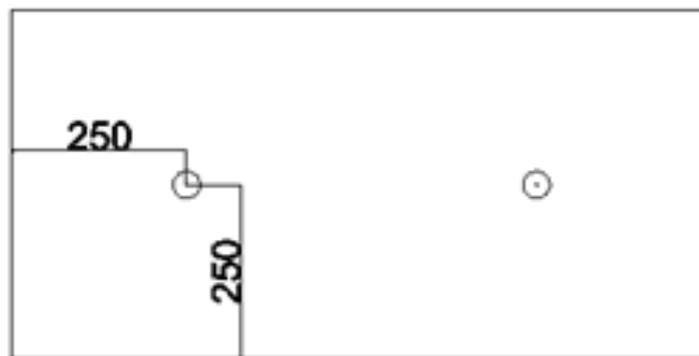


**Figure 12 : Exemple de pose des panneaux de liège PAVAROOF-ICB en 2<sup>ème</sup> lit, en quinconce, à joints décalés par dessus le premier lit de panneaux PAVAROOF-WFB.**





**Figure 13 : Exemple de pose des panneaux de liège PAVAROOF-ICB en 2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> lits, en quinconce, à joints décalés par dessus le premier lit de panneaux PAVAROOF-WFB.**



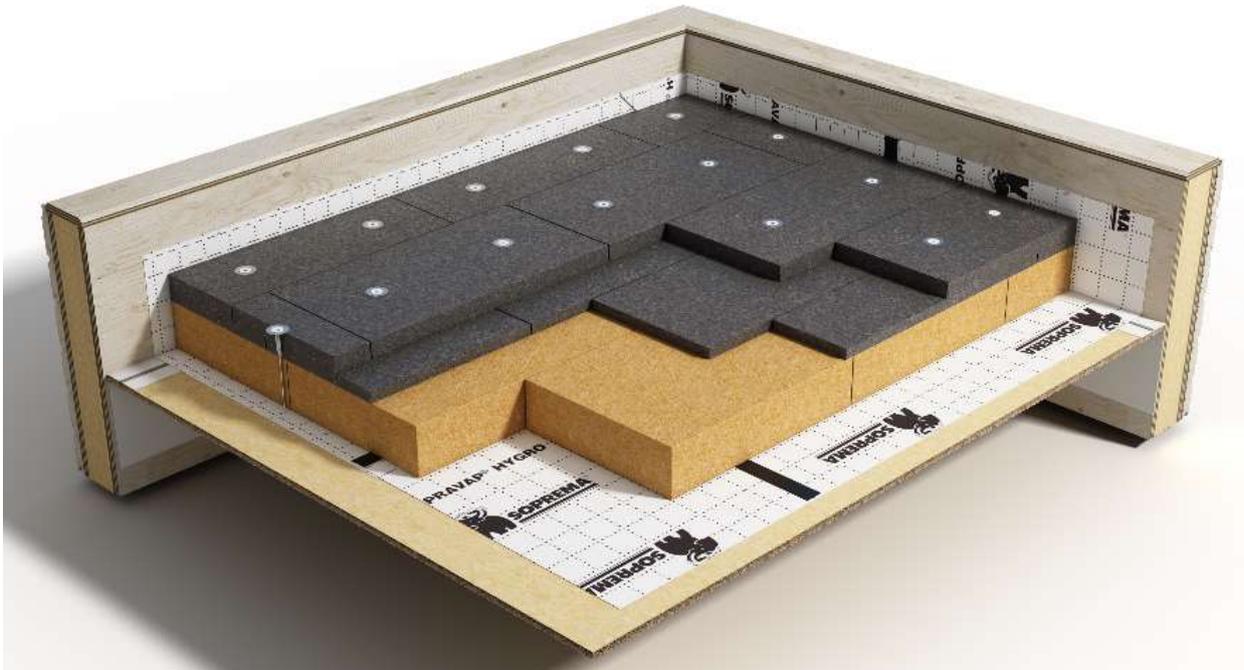
**Figure 14 : Plan de chevillage – Lit supérieur de panneaux isolants de liège PAVAROOF-ICB de dimensions 500 \* 1000 mm.**



**Pas à pas de mise en œuvre du système PAVAROOF  
avec costières en bois – Figure 15 à Figure 17**

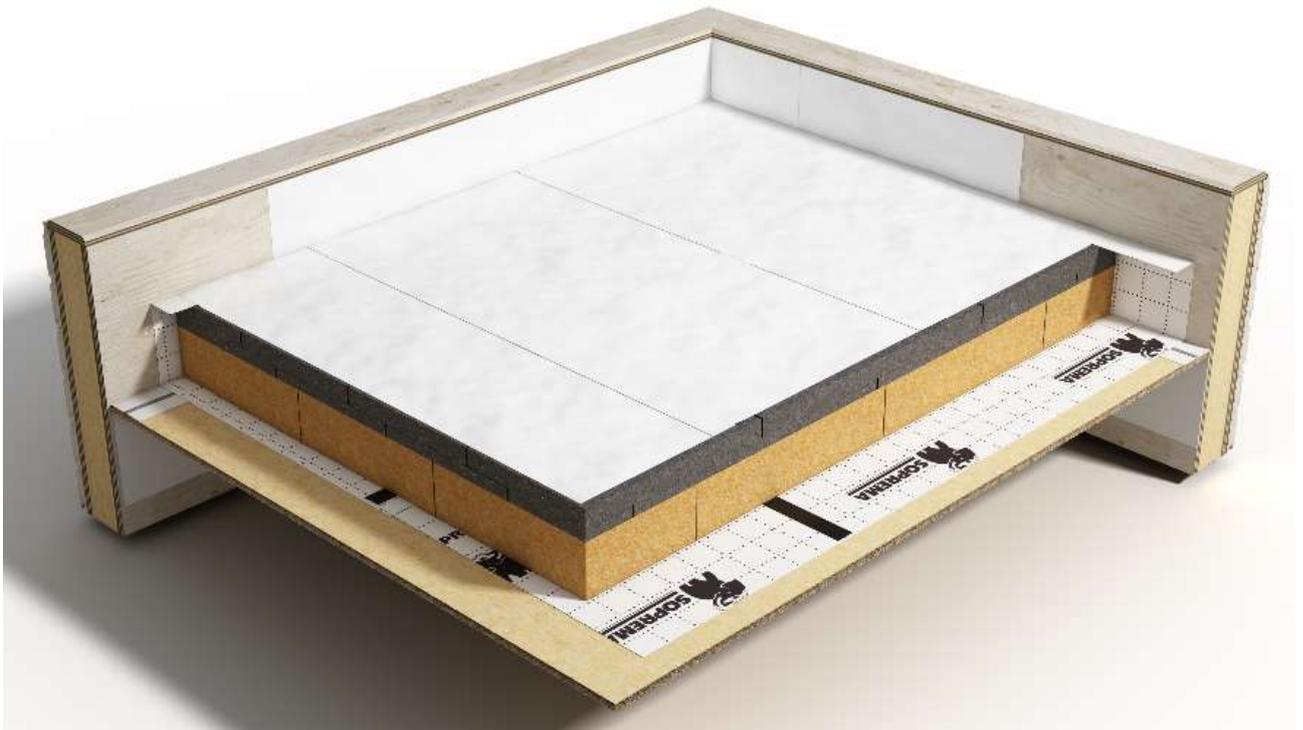


**Figure 15 : Pose de l'élément porteur avec retour de pare-vapeur mural intérieur, pose du mastic PAVABOND sur le retour du pare-vapeur mural et pose de l'adhésif PAVAFIX 60 en jonction de pare-vapeur.**



**Figure 16 : Pose de la membrane pare-vapeur SOPRAVAP HYGRO avec relevé dépassant de 150 mm minimum au-dessus du dernier lit d'isolant, pose des isolants PAVAROOF-WFB et PAVAROOF-ICB.**

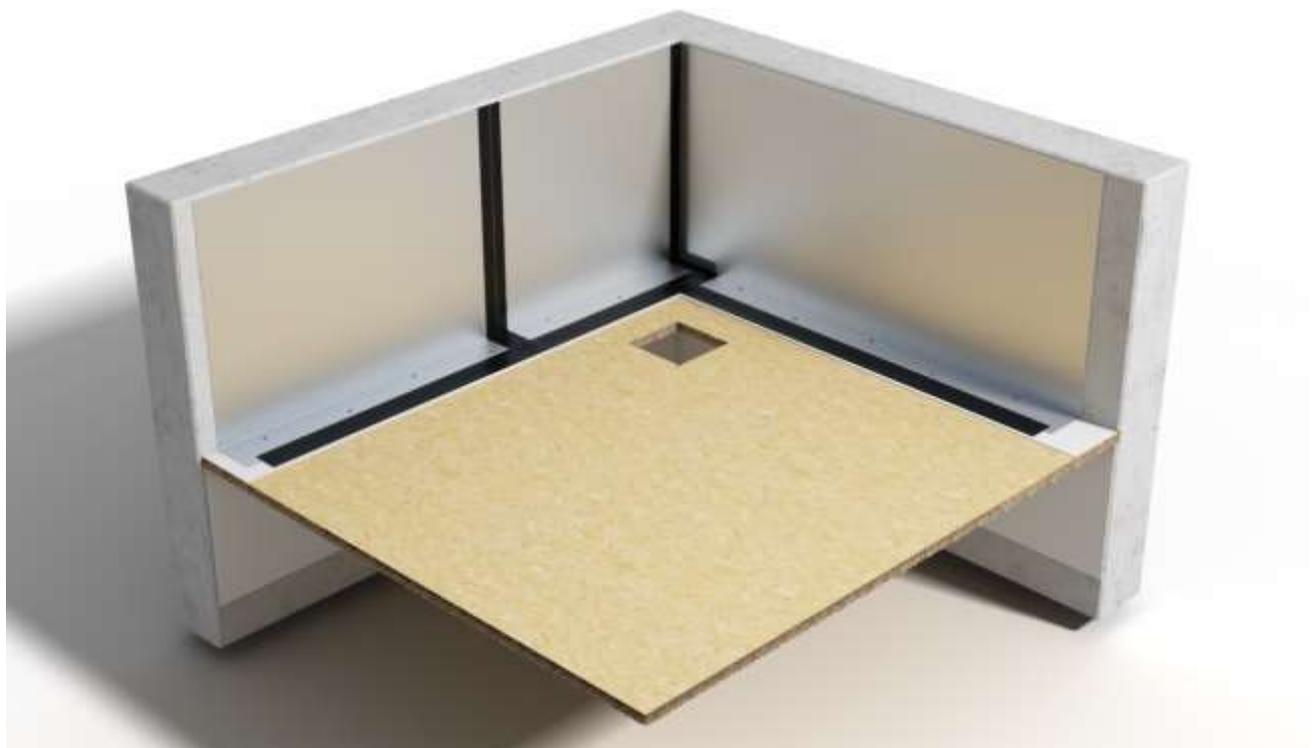




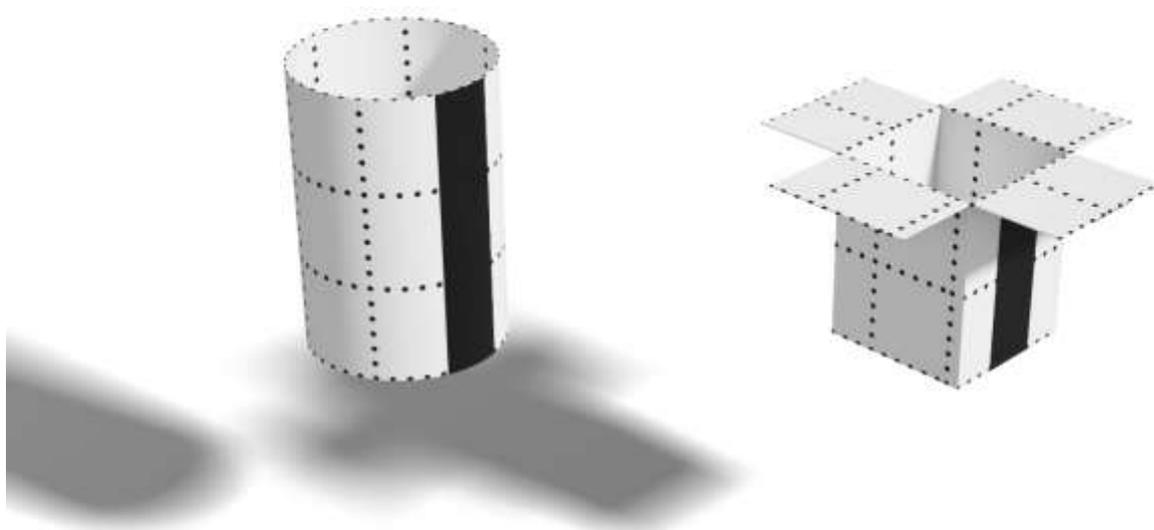
**Figure 17 : Retour de la membrane pare-vapeur SOPRAVAP HYGRO repliée sur le dernier lit d'isolant, pose de l'écran de séparation SOPRAVOILE 100 en plan courant et d'un écran de séparation en bandes collées en relevé avec la colle FLEXOCOL V.**



**Pas à pas de mise en œuvre des évacuations d'eau pluviales traversantes dans le système PAVAROOF – Figure 18 à Figure 27**



**Figure 18 : Création d'une ouverture carrée dans l'élément porteur.**

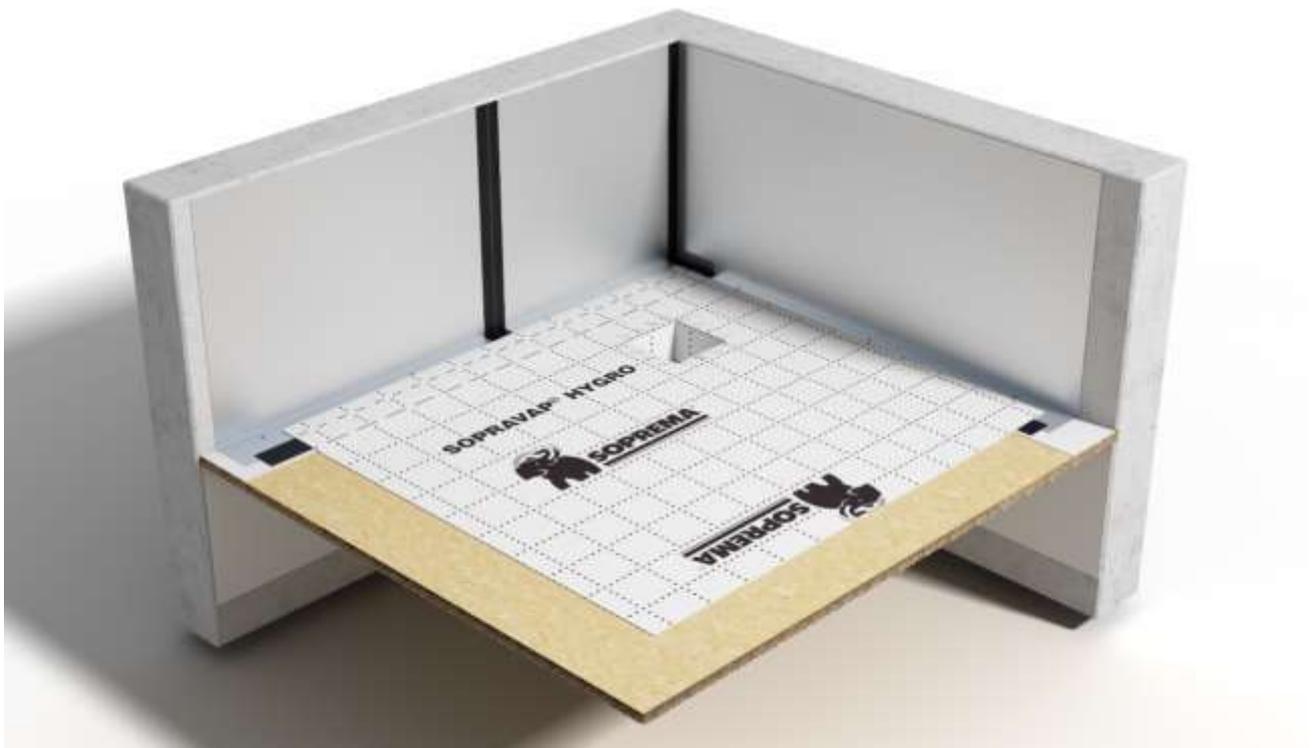


**Figure 19 : Préparation d'un manchon de pare-vapeur à ailettes rabattables.**



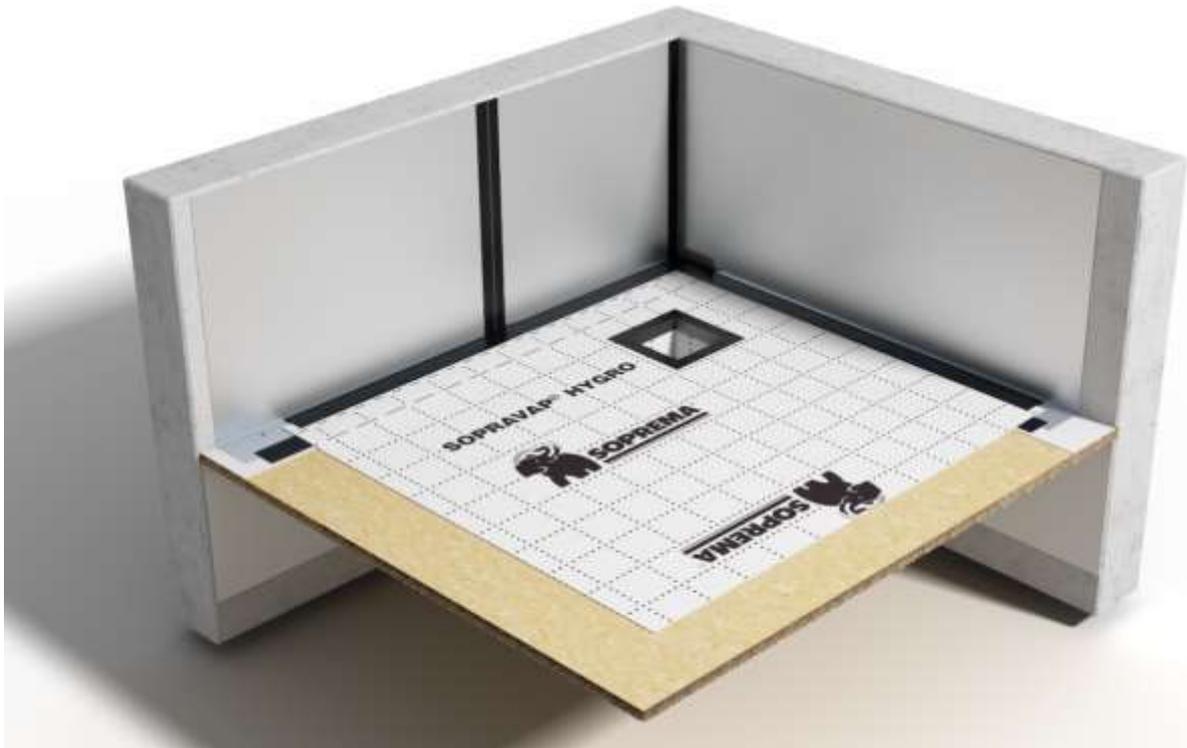


**Figure 20 : Pose du manchon de pare-vapeur avec rabat des ailettes sur l'élément porteur.**

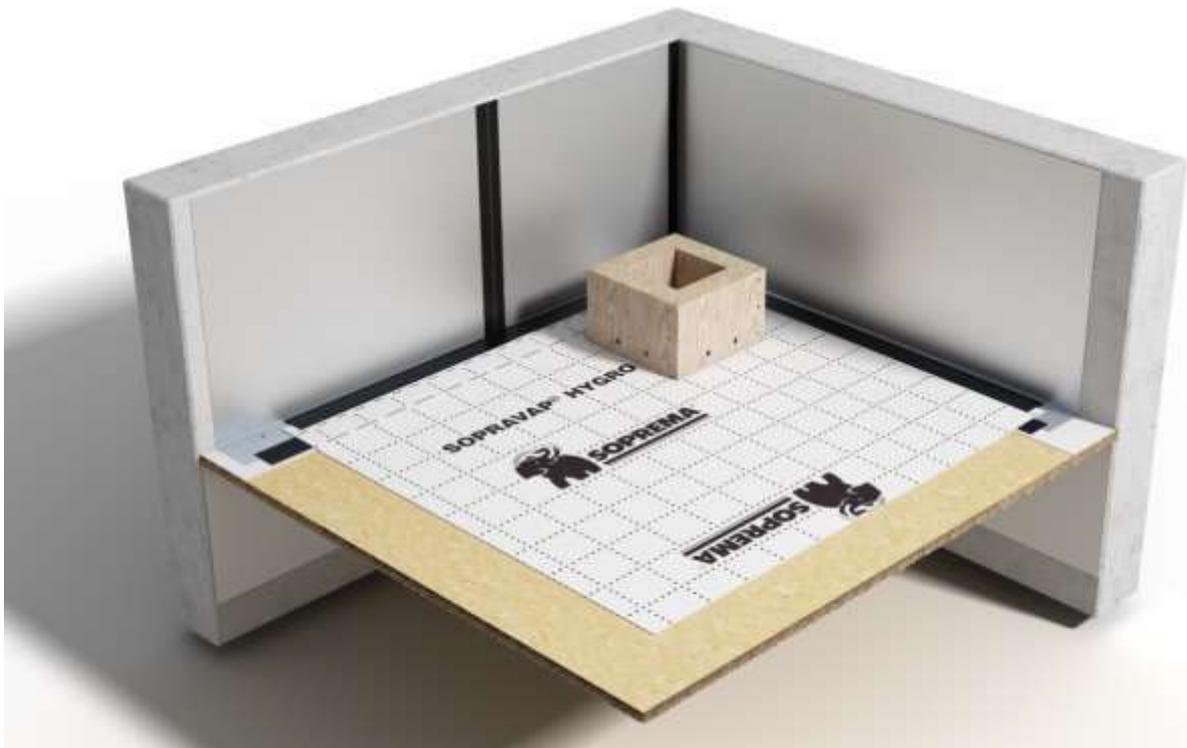


**Figure 21 : Pose et découpe du pare-vapeur SOPRAVAP HYGRO en plan courant.**

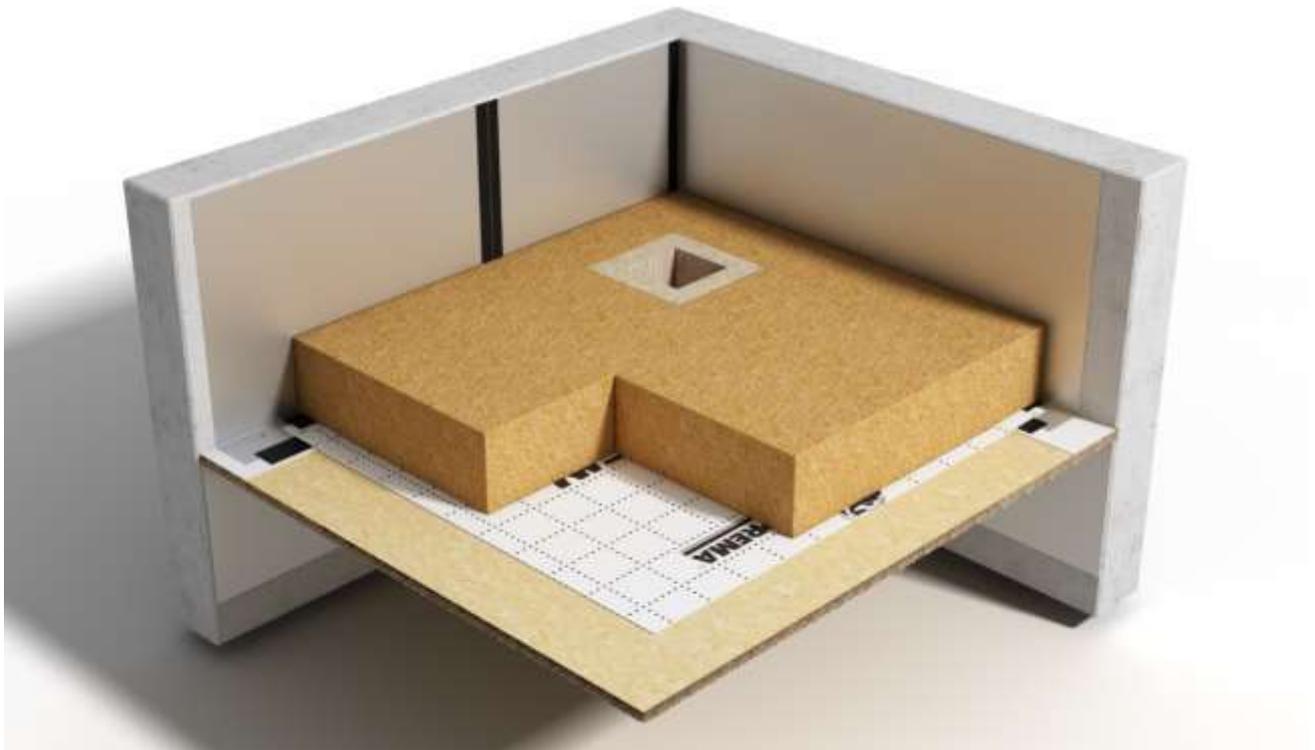




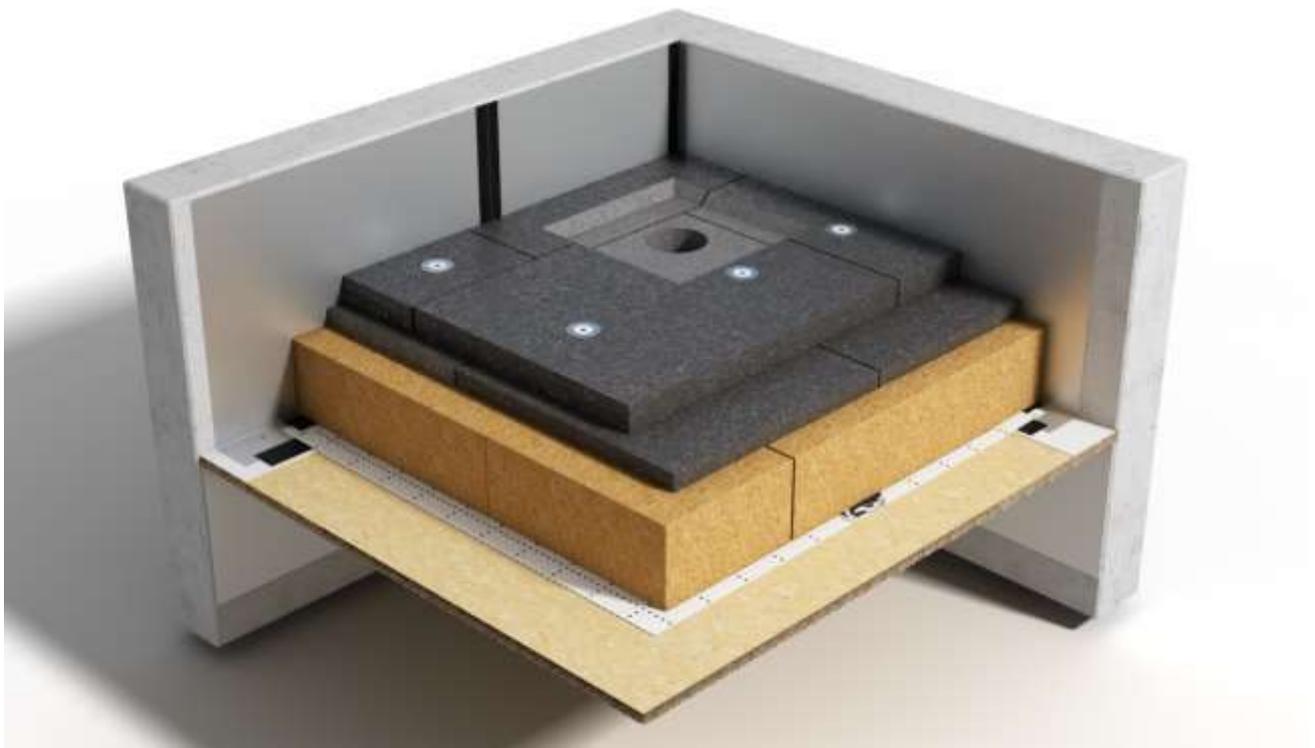
**Figure 22 : Pose du PAVAFIX 60 liaisonnant le manchon de pare-vapeur au pare-vapeur SOPRAVAP HYGRO en plan courant.**



**Figure 23 : Réalisation, pose et fixation d'un fourreau en bois massif résineux de classe d'emploi 4 au sens du FD P 20-651.**



**Figure 24 : Pose des panneaux isolants en fibres de bois PAVAROOF-WFB.**



**Figure 25 : Pose, fixation, percement et décaissement des panneaux isolants en liège PAVAROOF-ICB.**





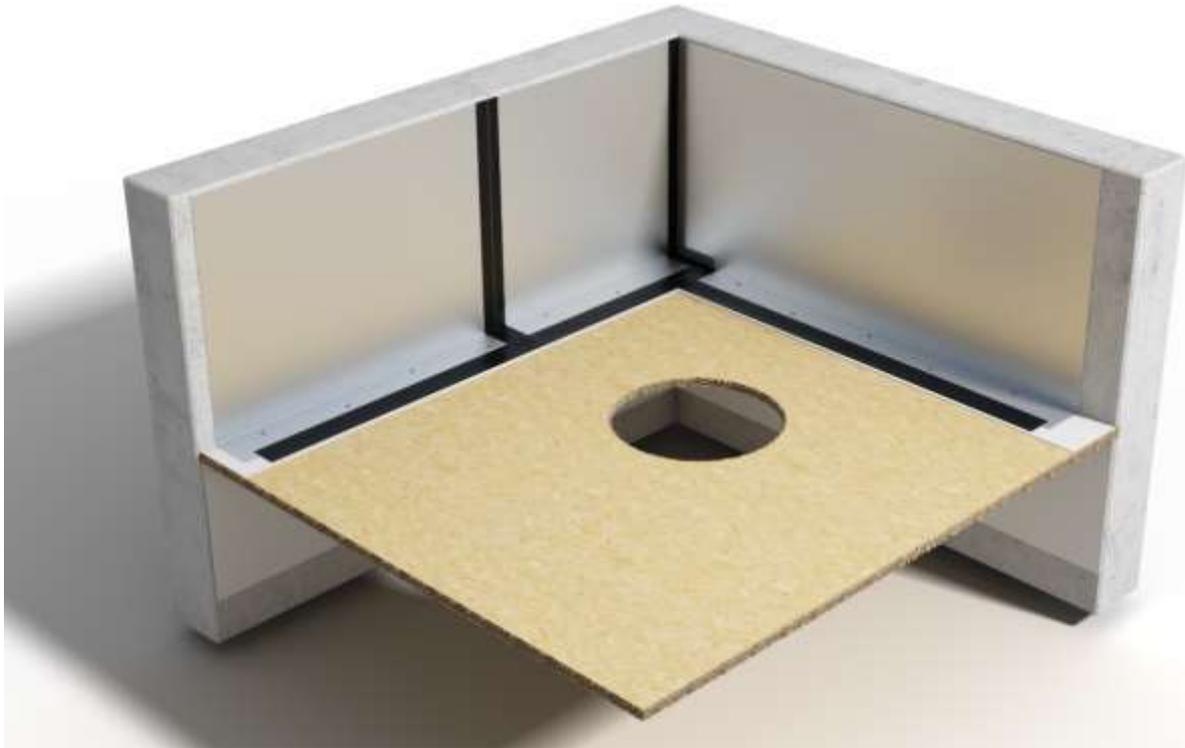
**Figure 26 : Pose de l'écran de séparation SOPRAVOILE 100, pose et fixation de l'EEP.**



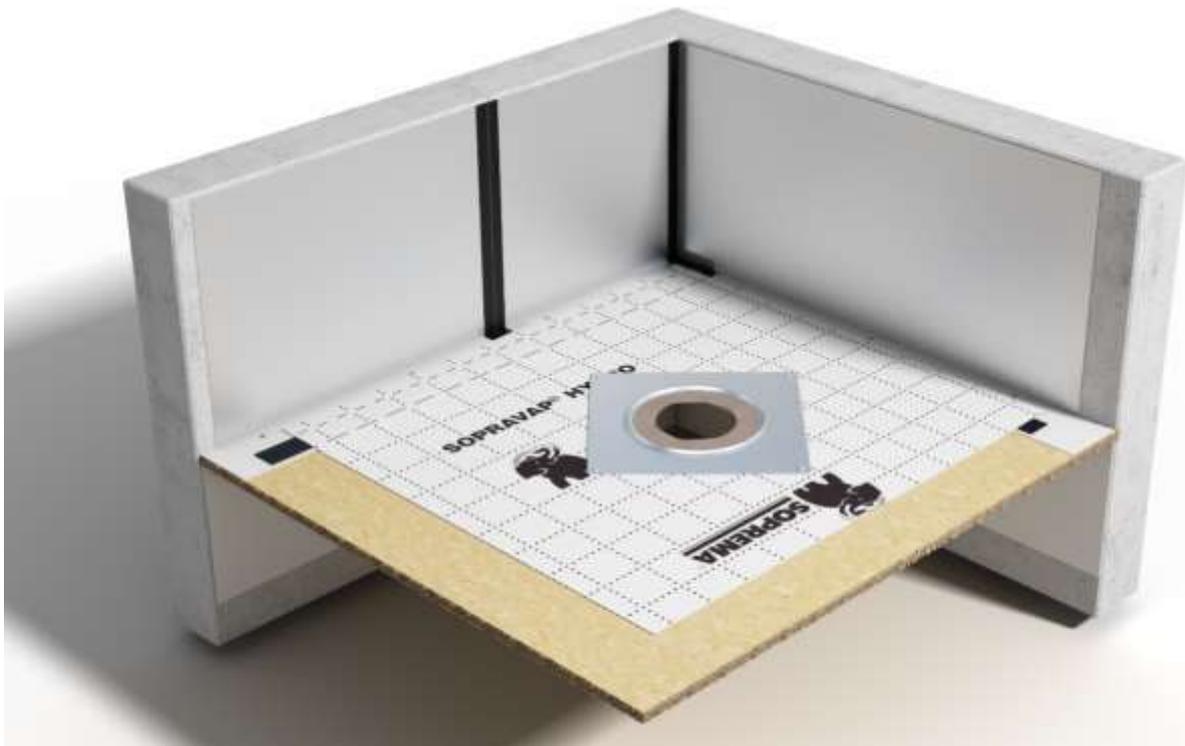
**Figure 27 : Pose et fixation de la membrane d'étanchéité.**



**Pas à pas de mise en œuvre d'un conduit de fumée traversant le système  
PAVAROOF – Figure 28 à Figure 36**



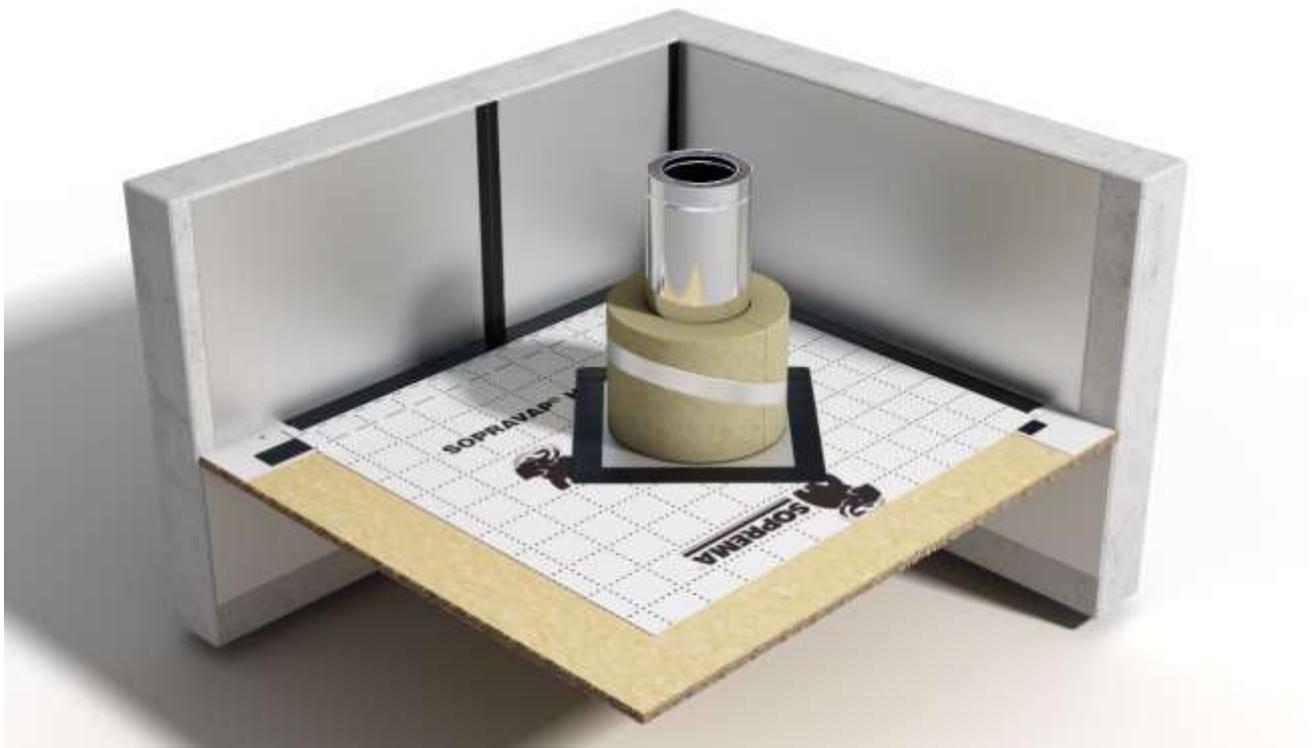
**Figure 28 : Création d'une ouverture circulaire dans l'élément porteur.**



**Figure 29 : Pose et découpe du pare-vapeur SOPRAVAP HYGRO, pose de la plaque PDSER.**



**Figure 30 : Pose du PAVAFIX 60 liaisonnant la plaque PDSEER au pare-vapeur et pose du conduit composite métallique rigide.**



**Figure 31 : Pose du système COQISOL PENTE autour du conduit composite métallique rigide.**





**Figure 32 : Pose des lits d'isolant du système PAVAROOF.**



**Figure 33 : Pose de l'écran de séparation SOPRAVOILE 100.**





**Figure 34 : Pose et fixation du solin de toiture.**



**Figure 35 : Pose et fixation de l'étanchéité en plan courant avec le relevé d'étanchéité le long du solin.**





**Figure 36 : Pose de la collerette de protection en tête de relevé autour du conduit.**

## 2. Tableaux

Nature du bâtiment	Epaisseur minimale de l'élément porteur* (mm)
Habitation	18
ERP	32
ERT	18

*\*panneaux de particules de masse volumique > 600 kg/m<sup>3</sup>*

**Tableau 1 : Dispositions particulières, relatives à l'élément porteur, selon le domaine d'emploi.**



		Composition du système (épaisseur en mm)			Préconisations (longueur des éléments en mm)		
		PavarooF WFB	PavarooF ICB : 1 <sup>er</sup> lit	PavarooF ICB : 2 <sup>nd</sup> lit	Fût de fixation de l'isolant	Fût de fixation de l'étanchéité	Vis de fixation de l'isolant et de l'étanchéité
					Etancoplast HP4L Ø40*	Etancoplast HP4L 82x40	Etanco EGB 2C Ø4.8
Résistance thermique totale au dessus de l'élément porteur (m <sup>2</sup> *K)/W	4,25	120	60		100	100	180
	4,50	130	60		100	100	180
	5,00	130	80		100	100	180
	5,60	155	80		100	100	200
	6,15	180	80		100	100	220
	6,65	180	40	60	150	150	220
	7,15	200	40	60	150	150	240
	7,60	220	40	60	150	150	260
	8,10	220	60	60	150	150	260
	8,55	240	60	60	150	150	280
	9,05	240	60	80	200	200	280
	9,50	260	60	80	200	200	300

\* Pour la fixation des panneaux isolant, le fût HP4L Ø40 doit toujours être associé à une rondelle métallique de diamètre 70 mm.

**Tableau 2 : Dimensionnement des fixations à rupture de pont thermique du système PAVAROOF.**

		Composition du système (épaisseur en mm)			Préconisations (longueur en mm)
		PavarooF WFB	PavarooF ICB : 1 <sup>er</sup> lit	PavarooF ICB : 2 <sup>nd</sup> lit	Vis de fixation de l'isolant et de l'étanchéité
					Etanco EHB DF Ø4.8
Résistance thermique totale au dessus de l'élément porteur (m <sup>2</sup> *K)/W	4,25	120	60		200
	4,50	130	60		220
	5,00	130	80		240
	5,60	155	80		260
	6,15	180	80		280
	6,65	180	40	60	300
	7,15	200	40	60	320
	7,60	220	40	60	340
	8,10	220	60	60	360
	8,55	240	60	60	380
	9,05	240	60	90	400

**Tableau 3 : Dimensionnement des attelages métalliques du système PAVAROOF.**



FLAGON SR – FLAGON SR/FR M2 : Wadm = 660 N pour attelage de référence ETANCO EGB 2C  $\phi$ 4,8 mm + fûts ETANCOPLAST HP 84\*40 mm (Pksr = 135 daN selon NF P 30-313). Espacement maximal entre ligne de fixations : 0,88 m.

Hauteur	Position	Zone 1		Zone 2		Zone 3		Zone 4	
		Site normal	Site exposé						
≤ 10 m	Courante	3	3	3	3	3			
	Rives	3	3	3	4	4			
	Angles	4	5	4	5	5			
> 10 m et ≤ 15 m	Courante	3	3	3	3	3			
	Rives	3	4	3	4	4			
	Angles	4	5	5	6	6			
> 15 m et ≤ 20 m	Courante	3	3	3					
	Rives	3	4	4					
	Angles	4	6	5					

**Tableau 4.a : Versants plans – Support bois à base de panneaux de particules agglomérées – avec dernière couche isolante de Pavarroof-ICB 60 mm – Travaux neufs\* – Bâtiments fermés.**

FLAGON SR – FLAGON SR/FR M2 : Wadm = 660 N pour attelage de référence ETANCO EGB 2C  $\phi$ 4,8 mm + fûts ETANCOPLAST HP 84\*40 mm (Pksr = 135 daN selon NF P 30-313). Espacement maximal entre ligne de fixations : 0,88 m.

Hauteur	Position	Zone 1		Zone 2		Zone 3		Zone 4	
		Site normal	Site exposé						
≤ 10 m	Courante	3	3	3	3	3	3	3	3
	Rives	3	3	3	4	4	5	4	5
	Angles	4	5	4	5	5	6	6	7
> 10 m et ≤ 15 m	Courante	3	3	3	3	3	3	3	4
	Rives	3	4	3	4	4	5	5	6
	Angles	4	5	5	6	6	7	7	8
> 15 m et ≤ 20 m	Courante	3	3	3	3	3	3	3	4
	Rives	3	4	4	5	4	5	5	6
	Angles	4	6	5	6	6	7	7	9

Tableau valable uniquement pour les systèmes isolant avec la couche supérieure de Pavarroof ICB d'épaisseur supérieure ou égale à 80 mm, à savoir sur la Figure 1 les configurations avec  $R = 5,00 - 5,60 - 6,15 - 9,05 - 9,50 (m^2 \cdot K)/W$  et Figure 2 les configurations avec  $R = 7,10 - 8,20 - 8,75 - 13,25 - 14,20 (m^2 \cdot K)/W$

**Tableau 4.b : Versants plans – Support bois à base de panneaux de particules agglomérées – avec dernière couche isolante de Pavarroof-ICB 80 mm – Travaux neufs\* – Bâtiments fermés.**

#### Tableau 4 : Tableaux simplifiés des densités de fixations.

\* : les travaux de réfection (Cf. § .4.8) imposant le remplacement de l'élément porteur, sont à considérer comme des ouvrages neufs. Les tableaux 4.a et 4.b ci-dessus sont à utiliser.



Largeur des lés			Mise en œuvre d'une bande de pontage pour zone de rive ou zone au milieu des lés		
160 cm	105 cm	80 cm (1)	160 cm	105 cm	
Recouvrement des lés de 10 cm minimum			1 bande de pontage		
Distance entre lignes de fixations (cm)					
150 cm	95 cm	70 cm	75 cm	47.5 cm	
Nombre de fixations / m <sup>2</sup>	Ecartement moyen entre lignes de fixations (cm)				
3	23	35	47 et 44 (2)		
4		27	36	34	
5		21	29	27	
6			24	23	35
7			21	19	30
8					27
9					24
10					21
11					20
(1) Largeur obtenue par découpage des lés de 160 cm					
(2) 47 cm en cas de plaquettes métalliques 82*40 mm ; 44 cm en cas de fixation avec fûts plastiques ETANCOPLAST HP 82*40 mm					

**Tableau 5 : Distance entre fixations en fonction de la densité de fixation et de la largeur des lés de membrane.**

Liaison		Caractéristique	Sens pare-vapeur	Valeur (N/50 mm)	Référentiel
Élément 1	Élément 2				
Lé de SOPRAVAP HYGRO, face supérieure	Lé de SOPRAVAP HYGRO, face supérieure	Résistance au cisaillement Etat initial	Longitudinal	≥ 40	Cahier 3710_v2 chap. 3
			Transversal	≥ 40	Cahier 3710_v2 chap. 3
		Résistance au cisaillement Après vieillissement	Longitudinal	≥ 30 ≥ 50% de l'EI	Cahier 3710_v2 chap. 3
			Transversal	≥ 30 ≥ 50% de l'EI	Cahier 3710_v2 chap. 3
Détermination de la résistance au pelage			≥ 25	Cahier 3710_v2 chap. 3	
Lé de SOPRAVAP HYGRO, face supérieure	Costière métallique	Pelage à 90°		≥ 40	Cahier 3710_v2 chap. 3
Lé de SOPRAVAP HYGRO, face inférieure	Costière métallique	Pelage à 90°		≥ 40	Cahier 3710_v2 chap. 3

**Tableau 6 : Caractéristiques des liaisons réalisées par un adhésif PAVAFIX 60.**



Liaison		Caractéristique	Sens pare-vapeur	Valeur (N/50 mm)	Référentiel
Élément 1	Élément 2				
Lé de SOPRAVAP HYGRO, face inférieure	Lé de SOPRAVAP HYGRO, face inférieure	Résistance au cisaillement Etat initial	Longitudinal	≥ 40	Cahier 3710_v2 chap. 3
			Transversal	≥ 40	Cahier 3710_v2 chap. 3
		Résistance au cisaillement Après vieillissement	Longitudinal	≥ 30 ≥ 50% de l'EI	Cahier 3710_v2 chap. 3
			Transversal	> 30 ≥ 50% de l'EI	Cahier 3710_v2 chap. 3
		Détermination de la résistance au pelage			≥ 25
Lé de SOPRAVAP HYGRO, face inférieure	Bois (panneau de particules agglomérées)	Pelage à 90°		≥ 40	Cahier 3710_v2 chap. 3

**Tableau 7 : Caractéristiques des liaisons réalisées par un mastic PAVABOND.**



Isolant	Caractéristique	Taille d'éprouvettes	Résultat	Référentiel
PAVAROOF WFB	Variation dimensionnelle à l'état de libre déformation	250 x 250 mm	≤ 0,5% et ≤ 5 mm	UEAtc - Cahier 2662 - V2 §4.31
	Variation dimensionnelles en fonction de l'humidité	200 x 200 mm	≤ 0,5% et ≤ 5 mm	UEAtc - Cahier 2662 - V2 §4.41
	Compressibilité sous charges statiques réparties et températures élevées	300 x 300 mm	≤ 5% (classe B)	UEAtc - Cahier 2662- V2 §4.51
	Essai d'immersion	200 x 200 mm	≥ 80% de l'EI	UEAtc - Cahier 2662 - V2 §4.42
	Essai de développement fongique - 4 semaines à 28°C et 85%HR	50 x 50 x 5 mm	Résistant	Cahier 3713
	Planéité initiale	Panneau complet	0,25 mm (≤ 3 mm)	UEAtc - cahier 2662 – V2 §4.32
	Incurvation maximale à 80°C	Panneau complet	0,5 mm ≤ 3 mm	UEAtc - Cahier 2662 - V2 §4.32
	Planéité initiale après retour à température ambiante	Panneau complet	0,25 mm (≤ 3 mm)	UEAtc - cahier 2662 – V2 §4.32
	Variations dimensionnelles et pondérales après 7j à 70°C et 95%HR puis 24h à 23°C	Panneau complet	≤ 0,5% et ≤ 5 mm	Cahier 3669-V2-2015 - §3.2
	Résistance en traction perpendiculaire à l'état initial	200 x 200 mm	≥ 5 kPa	NF EN 1607
	Résistance en traction perpendiculaire après vieillissement	200 x 200 mm	≥ 5 kPa	NF EN 1607 + Vieillessement 24h à 70°C et 95%HR puis stabilisation 24h à température ambiante)

**Tableau 8 : Caractéristiques des isolants supports d'étanchéité.**

