

Sur le procédé

## H2FOAM LITE F - Application en rampant de toiture

**Famille de produit/Procédé** : Isolation thermique de comble par projection in-situ de polyuréthane

**Titulaire(s)** : **Société HUNTSMAN BUILDING SOLUTIONS FRANCE**

### AVANT-PROPOS

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

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

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

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

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

## Versions du document

| Version | Description      | Rapporteur        | Président          |
|---------|------------------|-------------------|--------------------|
| V1      | Nouvelle demande | CHERKAOUI Hafiane | SPAETH ELWART Yves |

### Descripteur :

«H2FOAM Lite F- Application en rampant de toiture» est un procédé d'isolation thermique, adhérent à son support, en mousse rigide de polyuréthane à cellules ouvertes.

Le procédé projeté in situ est constitué du produit de type CCC1 selon la norme NF EN 14315-1.

Il est destiné à réaliser l'isolation thermique par l'intérieur et à contribuer à l'étanchéité à l'air des rampants de combles aménagés.

Le procédé peut nécessiter dans certains cas la mise en oeuvre d'un ouvrage pare-vapeur (Cf.dossier technique).

La gamme d'épaisseur est de 50 à 400 mm.

La gamme de masse volumique est de 7 à 9 kg/m<sup>3</sup>.

Un support de projection sera installé en sous-face de la toiture pour recevoir l'isolant.

Ce procédé n'est pas destiné à rester apparent et ne peut pas être associé avec une autre couche thermique.

Le procédé ne doit jamais être projeté directement en sous-face des éléments de couverture afin de conserver une lame d'air.

Le produit est certifié KEYMARK.

Le marquage CE a été réalisé en 2002 par le CSI ( Services de Test, d'inspections et de certification, Milan, Italie). La certification KEYMARK a été développé en 2023 avec le LNE.

Le procédé fait l'objet d'un suivi par un organisme tiers accrédité, le LNE, dans le cadre de la certification KEYMARK.

## Table des matières

|        |   |    |
|--------|---|----|
| 1.     | Avis du Groupe Spécialisé.....  | 4  |
| 1.1.   | Domaine d'emploi accepté .....  | 4  |
| 1.1.1. | Zones géographiques .....   | 4  |
| 1.1.2. | Ouvrages visés.....   | 4  |
| 1.2.   | Appréciation.....   | 5  |
| 1.2.1. | Aptitude à l'emploi du procédé .....                                      | 5  |
| 1.2.2. | Durabilité .....  | 6  |
| 1.2.3. | Données Environnementales.....  | 6  |
| 1.3.   | Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé .....                      | 6  |
| 2.     | Dossier Technique.....  | 8  |
| 2.1.   | Mode de commercialisation .....   | 8  |
| 2.1.1. | Coordonnées.....  | 8  |
| 2.1.2. | Mise sur le marché.....   | 8  |
| 2.1.3. | Identification.....   | 8  |
| 2.1.4. | Stockage (composants) .....   | 8  |
| 2.2.   | Description.....  | 8  |
| 2.2.1. | Principe.....   | 8  |
| 2.2.2. | Caractéristiques du produit.....  | 9  |
| 2.3.   | Dispositions de conception .....  | 9  |
| 2.4.   | Dispositions de mise en œuvre .....                                       | 9  |
| 2.4.1. | Conditions préalables à la mise en œuvre.....                             | 9  |
| 2.4.2. | Modalité de préparation de chantier .....                                 | 10 |
| 2.4.3. | Conditions de mise en œuvre .....   | 11 |
| 2.4.4. | Reconnaissance du support et du comble .....                              | 11 |
| 2.4.5. | Configurations de mise en œuvre.....                                      | 12 |
| 2.4.6. | Traitement des points singuliers .....                                    | 17 |
| 2.4.7. | Ventilation des locaux.....   | 20 |
| 2.4.8. | Parement intérieur.....   | 20 |
| 2.5.   | Traitement en fin de vie .....  | 21 |
| 2.6.   | Assistance technique.....   | 21 |
| 2.7.   | Principes de fabrication et de contrôle de cette fabrication.....         | 21 |
| 2.7.1. | Fabrication .....   | 21 |
| 2.7.2. | Contrôles en usine du formulateur (composants).....                       | 21 |
| 2.7.3. | Contrôles sur chantier (in situ).....                                     | 22 |
| 2.7.4. | Contrôles réalisés par le titulaire sur l'isolant produit in-situ.....    | 22 |
| 2.7.5. | Suivi des Contrôles par l'organisme tiers.....                            | 22 |
| 2.7.6. | Essais réalisés sur des échantillons prélevés par l'organisme tiers ..... | 23 |
| 2.8.   | Mention des justificatifs.....  | 23 |
| 2.8.1. | Résultats expérimentaux.....  | 23 |
| 2.8.2. | Références chantiers .....  | 23 |
| 2.9.   | Annexes du Dossier Technique.....   | 24 |
| 2.9.1. | Annexe 1 : Procès-verbal de chantier .....                                | 24 |
| 2.9.2. | Annexe 2 : Tests de conformité.....                                       | 24 |

# 1. Avis du Groupe Spécialisé

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

---

## 1.1. Domaine d'emploi accepté

---

### 1.1.1. Zones géographiques

Le procédé « H2Foam Lite F – application en rampant de toiture » est employé en France métropolitaine, en climat de plaine et de montagne (altitude > 900 m), y compris en zones très froides.

La réalisation d'isolation en altitude supérieure à 900 m relève des prescriptions du « Guide des couvertures en climat de montagne » (Guide technique du CSTB, juin 2011).

**Nota** : une zone très froide est définie par une température de base inférieure à  $-15^{\circ}\text{C}$  (NF P52-612/CN). Les départements de la zone très froide sont :

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

Les températures et humidités des zones en climat de montagne, qui sont définies pour une altitude supérieure à 900 m, sont celles des zones très froides.

### 1.1.2. Ouvrages visés

#### 1.1.2.1. Types de bâtiments

Le procédé est destiné à l'isolation de rampants de combles aménagés (y compris pied-droit et plafond), en travaux neufs ou en rénovation des :

- Bâtiments d'habitation résidentiels, collectifs et individuels,
- Bâtiments non résidentiels :
  - établissements recevant du public (ERP),
  - bâtiments relevant du code du travail.

Les bâtiments agricoles, agroalimentaires, de process industriel, frigorifiques et de structure à ossature porteuse métallique ne sont pas visés.

#### 1.1.2.2. Types de couvertures

Le procédé peut être mis en œuvre sur les couvertures suivantes :

- Couverture en tuile de terre cuite
- Couverture en tuile en béton,
- Couverture en ardoise
- Couverture en bois
- Couverture en zinc
- Couverture en shingle
- Couverture en tôle ondulée

Pour les ouvrages réalisés en climat de montagne, le principe de couverture qui s'applique est celui de la double toiture ventilée (cf. « Guide des couvertures en climat de montagne » de juin 2011).

#### 1.1.2.3. Types de locaux

Le procédé peut être mis en œuvre en rampant de comble aménagé des locaux suivants :

- locaux dans lesquels la quantité de vapeur produite dans l'ambiance intérieure est inférieure en moyenne, pendant la saison froide, à celle de l'ambiance extérieure majorée de  $5\text{ g/m}^3$  (locaux à faible ou moyenne hygrométrie au sens du DTU 20.1 P3 tels que  $W/n \leq 5\text{ g/m}^3$ , incluant les cuisines et les salles d'eau) ;
- Les locaux EB+ classés privatifs tels que définis dans le Cahier du CSTB 3567\_version en vigueur « Classement des locaux en fonction de l'exposition à l'humidité des parois et nomenclatures des supports pour revêtements muraux intérieurs ».

#### 1.1.2.4. Support de projection

Le procédé ne doit jamais être projeté directement en sous-face des éléments de couverture afin de conserver une lame d'air.

Un écran souple de sous-toiture HPV est employé comme support de projection lors de la mise en œuvre du procédé H2FOAM LITE F – Application en rampant de toiture (cf. paragraphe 2.4.5).

Pour éviter tout risque de condensation dans la paroi, mais aussi de déchirure de l'écran et de pénétration de l'isolant projeté à travers celui-ci, l'écran souple de sous-toiture utilisé devra respecter les prescriptions techniques suivantes :

L'écran souple de sous-toiture HPV, servant de support de projection, devra être marqué CE selon la norme NF EN 13859-1 et présenter, a minima, les caractéristiques suivantes :

|  | <b>Cas A</b>            | <b>Cas B</b>             | <b>Cas C</b>    |
|--|-------------------------|--------------------------|-----------------|
| $s_d$ écran souple HPV (en m)                              | $0,1 \leq s_d \leq 0,2$ | $0,05 \leq s_d \leq 0,1$ | $s_d \leq 0,05$ |
| Épaisseur mini d'isolant <b>sans pose d'un pare-vapeur</b> | $\geq 200$ mm           | $\geq 125$ mm            | $\geq 75$ mm    |

**Tableau 1 : Épaisseur mini d'isolant à respecter en fonction du  $s_d$  du support de projection pour ne pas mettre en œuvre un ouvrage pare-vapeur**

Un ouvrage pare-vapeur est obligatoire pour toutes les épaisseurs d'isolant mis en œuvre < 75 mm ;

- Perméabilité à l'eau : E1 ;
- Résistance à la traction : Tr2 ou Tr3 selon entraxe des chevrons.

De plus l'écran de sous-toiture HPV doit être en bon état, c'est-à-dire sans détérioration visible, et fixé tendu sur la charpente avec recouvrement des lés conformément au NF DTU 40.29.

#### 1.1.2.5. Fixation du support de projection

Pour fixer le support de projection aux chevrons, des agrafes à fil plat de 10 mm de hauteur sont utilisées ainsi que des renforts de type liteaux 18×38 traités cl2 et fixés mécaniquement à la pointe annelée en zing de 50 mm.

#### 1.1.2.6. Types de parements intérieurs

Le procédé est compatible avec les parements intérieurs courants à base de plaques de plâtre cartonées conformes à la norme NF DTU 25.41, ou panneaux de particules de bois conforme à la norme NF DTU 31.2 et au Guide d'emploi des isolants combustibles vis-à-vis de la réglementation incendie selon le type de bâtiment.

## 1.2. Appréciation

### 1.2.1. Aptitude à l'emploi du procédé

#### 1.2.1.1. Satisfaction aux lois et règlements en vigueur et autres qualités d'aptitude à l'emploi

##### Stabilité

Le produit ne participe pas à la stabilité des ouvrages isolés.

##### Sécurité en cas d'incendie

Le procédé n'est pas destiné à rester apparent.

Il y a lieu de vérifier la conformité :

- S'assurer auprès du Maître d'Ouvrage de la conformité des installations électriques avant la mise en œuvre du procédé,
- Vérifier la conformité des dispositions relatives à la distance minimale de sécurité entre le conduit et l'élément combustible conformément à la norme NF DTU 24.1 et e-cahier du CSTB 3816 de juillet 2020.

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

La réaction au feu du produit n'a pas été évaluée dans le cadre de ce Document Technique d'Application.

En l'absence de justification d'un laboratoire agréé en comportement au feu, la présence d'un espace ou d'une lame d'air au contact de l'isolant est interdite dans les ERP.

Le produit ne doit, en aucun cas, être exposés à une source de chaleur intense (soudure, flamme, étincelle).

##### Conduits de fumée

La distance minimale de sécurité vis-à-vis des conduits de fumée doit être respectée conformément au DTU 24.1 et à l'e-cahier du CSTB 3816\_version en vigueur.

##### Prévention des accidents lors de la mise en œuvre

Les composants du produit H2FOAM Lite F disposent d'une Fiche de Données de Sécurité (FDS). L'objet de la FDS est d'informer l'utilisateur de ce procédé sur les dangers liés à son utilisation et sur les mesures préventives à adopter pour les éviter, notamment par le port d'équipements de protection individuelle (EPI).

L'applicateur met en place un panneau d'affichage à l'entrée du chantier, informant toute personne présente sur le chantier de la nécessité de porter une protection et la nature de cette protection pendant la projection et pendant la période de ventilation du local isolé.

Concernant l'application et la manipulation des matières premières, l'applicateur doit respecter l'ensemble des dispositions légales et réglementaires destinées à protéger l'hygiène et la sécurité au travail.

Le titulaire fournit la Fiche de Données de Sécurité (FDS) du procédé sur demande.

### **Pose en zones sismiques**

Selon la nomenclature prévue par l'arrêté du 22 octobre 2010, le procédé est applicable en toute zone de sismicité, pour toute classe de sol et toute catégorie d'importance de bâtiment.

### **Aspects sanitaires**

Le présent avis est formulé au regard de l'engagement écrit du titulaire de respecter la réglementation, et notamment l'ensemble des obligations réglementaires relatives aux produits pouvant contenir des substances dangereuses, pour leur fabrication, leur intégration dans les ouvrages du domaine d'emploi accepté et l'exploitation de ceux-ci. Le contrôle des informations et déclarations délivrées en application des réglementations en vigueur n'entre pas dans le champ du présent AVIS. Le titulaire du présent AVIS conserve l'entière responsabilité de ces informations et déclarations.

### **Isolation thermique**

Le procédé participe à l'isolation thermique pour le domaine d'emploi visé au § 1.2.1 du présent Avis.

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

La résistance thermique utile  $R_u$  du produit, indépendamment de la prise en compte des appuis intermédiaires éventuels, est la résistance thermique certifiée donnée par le certificat KEYMARK n° 008-SDG5-0101 couvrant le produit « H2Foam Lite F ».

Cette résistance thermique utile  $R_u$  est donnée en fonction de l'épaisseur projetée calculée conformément au paragraphe 2.6.3 du Dossier Technique.

Le coefficient  $U_p$  des parois isolées est calculé en tenant compte des coefficients de déperdition linéique (ex : chevrons, pannes, etc.) et ponctuelle (ex : suspentes, etc.).

### **Acoustique**

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

### **Étanchéité**

- À l'air : le produit contribue à l'étanchéité à l'air. Le Dossier Technique prévoit des modalités de traitement des points singuliers (contour des baies, etc.) et des jonctions avec les ouvrages adjacents (plafonds, etc.).
- À l'eau : le produit n'est pas destiné à assurer l'étanchéité à l'eau ;
- À la vapeur d'eau : le produit n'est pas destiné à assurer l'étanchéité à la vapeur d'eau.

### **Fabrication et contrôle**

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

Conformément au référentiel de certification KEYMARK et à la jurisprudence du GS20, la fabrication des constituants de l'isolant en polyuréthane est soumise à :

- Un contrôle continu en usine du formulateur, notamment sur la masse volumique, l'expansion et la cohésion de la mousse ;
- Des contrôles par le laboratoire interne, sur les caractéristiques intrinsèques certifiées ou suivi par un organisme tiers accrédité du produit : conductivité thermique et masse volumique ;
- Des contrôles sur chantier portant sur la mise en œuvre du produit :
  - Epaisseur ;
  - masse volumique ;
  - température et taux d'humidité du support.

Le produit H2FOAM LITE F est suivi par l'ACERMI dans le cadre de la certification KEYMARK.

Le produit est suivi par le LNE dans le cadre de la jurisprudence du GS 20.

L'usine de production est sous management de la qualité ISO 9001.

### **1.2.2. Durabilité**

Dans les limites du domaine d'emploi accepté et pour des conditions normales d'usage, le procédé ne modifie pas la durabilité de l'ouvrage constitué.

### **1.2.3. Données Environnementales**

Le produit H2Foam Lite F fait l'objet d'une Fiche de Déclaration Environnementale et Sanitaire (FDES) collective conformément à la norme NF EN 15804/CN.

Cette FDES a été établie le 16/12/2022 et a fait l'objet d'une vérification par tierce partie indépendante selon l'arrêté du 31 août 2015 par FDES INIES le 16/12/2022 et est déposée sur le site [www.inies.fr](http://www.inies.fr).

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

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

---

## **1.3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé**

---

Il s'agit d'une nouvelle demande.

Lorsque l'épaisseur à projeter est supérieure à 150 mm, au moins deux passes sont nécessaires. La couche supérieure doit être projetée sur la couche inférieure dès que celle-ci a polymérisé et avant refroidissement pour éviter la création de bulles d'air entre les 2 couches, c'est-à-dire dans les 10 secondes suivants la précédente passe.

La superposition avec un autre isolant thermique n'est pas visée.

La présence de spots n'est pas admise avec ce procédé.

La liste des applicateurs autorisés pour la mise en œuvre du procédé a été communiquée au CSTB. Elle est disponible sur le site internet à l'adresse suivante :

<https://huntsmanbuildingsolutions.com/fr-FR/products/isolation-en-mousse-pu-projetee-cellules-ouvertes/h2foam-lite-f-0>

Le support de projection, constitué d'un écran HPV ne constitue pas un écran de sous-toiture.

Le procédé ne doit jamais être projeté directement en sous-face des éléments de couverture afin de conserver une lame d'air.

## 2. Dossier Technique

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

---

### 2.1. Mode de commercialisation

---

#### 2.1.1. Coordonnées

Titulaire et            Société HUNTSMAN BUILDING SOLUTIONS France SAS  
 Distributeur :        103 rue Ronsard  
                               FR - 69400 VILLEFRANCHE SUR SAONE  
                               Tél. : 04 74 66 94 10  
                               Email : [infoeu@huntsmanbuilds.com](mailto:infoeu@huntsmanbuilds.com)  
                               Internet : <https://huntsmanbuildingsolutions.com/fr-FR/>

#### 2.1.2. Mise sur le marché

Conformément au Règlement UE N°305/2011 (RPC), le produit H2FOAM Lite F fait l'objet d'une déclaration des performances n°005/05-2022 établie par le fabricant sur la base de la norme NF EN 14315-1 : 2013. La DoP est téléchargeable sur le site <https://huntsmanbuildingsolutions.com/fr-FR/products/isolation-en-mousse-pu-projetee-cellules-ouvertes/h2foam-lite-f-0>

Les composants du produit font aussi l'objet d'une Fiche de Données de Sécurité (FDS) conformément à l'Annexe 2 du Règlement REACH, jointe à la déclaration des performances.

#### 2.1.3. Identification

La livraison des composants du produit est sous la responsabilité de la société HUNTSMAN BUILDING SOLUTIONS France SAS qui peut faire livrer directement aux entreprises applicatrices autorisées.

Les deux composants sont livrés dans des fûts métalliques de ± 200 litres. Ces fûts sont pourvus d'étiquettes qui permettent d'identifier le produit. Elles contiennent :

- Nom du composant (référence de la formulation) ;
- Numéro de traçabilité ou code de fabrication ;
- Formulateur ;
- Masse des fûts ;
- Consignes de sécurité ;
- Marquage CE ;
- Date limite d'utilisation ;
- Le numéro de la Déclaration de Performance (DoP) et l'url ;
- Étiquette relative aux émissions en polluants volatils conformément au décret n° 2011-321 du 23 mars 2011.

Le procès-verbal de chantier indique la désignation commerciale du produit, les caractéristiques utiles suivies par l'organisme tiers, les informations relatives au chantier (entreprise applicatrice, adresse du chantier, numéros de lots des composants, référence de l'unité de projection) et les caractéristiques de la projection (masse volumique, épaisseurs mises en œuvre et résistance thermique).

Un exemple de procès-verbal de chantier est présenté dans l'annexe 2 du présent document.

#### 2.1.4. Stockage (composants)

Les durées de conservation des composants, avec protection contre l'humidité (fûts et conteneurs scellés), sont les suivantes :

- 6 mois à une température de 5 à 35°C pour le polyol ;
- 12 mois à une température de 5 à 35°C pour l'isocyanate.

En conditions d'utilisation (chantier), la conservation du produit n'excédera pas une semaine à une température de 5 à 35°C. Huntsman Building Solution remet les prescriptions de stockage à l'applicateur.

---

### 2.2. Description

---

#### 2.2.1. Principe

« H2FOAM LITE F - Application en rampant de toiture » est un procédé d'isolation, adhérent à son support, en mousse rigide de polyuréthane à cellules ouvertes projetée in situ (produit de type CCC1 selon la norme NF EN 14315-1) destiné à réaliser l'isolation thermique par l'intérieur et à contribuer à l'étanchéité à l'air des rampants de combles aménagés.

Ce procédé n'est pas destiné à rester apparent. Il peut nécessiter la mise en place d'un ouvrage pare-vapeur.

Un support de projection sera installé en sous face de la toiture pour recevoir l'isolant.

Il ne peut pas être associé à une autre couche d'isolation thermique.

Plage d'épaisseur de 50 à 400 mm.

Le procédé « H<sub>2</sub>FOAM Lite F – Application en rampant de toiture » ne peut être commercialisé et mis en œuvre que par un applicateur dûment autorisé à cet effet par HUNTSMAN BUILDING SOLUTIONS France SAS.

Le procédé peut incorporer des gaines ou canalisations sanitaires ou électriques en conformité avec la norme NF C15-100.

Le produit H<sub>2</sub>FOAM Lite F est certifié KEYMARK selon le référentiel de certification KEYMARK et fait l'objet d'un suivi par un organisme tiers accrédité selon les dispositions décrites dans le § 2.6.5 du Dossier Technique.

### 2.2.2. Caractéristiques du produit

L'isolant H<sub>2</sub>FOAM LITE F est une mousse de polyuréthane de classe CCC1 selon la norme NF EN 14315-1, obtenue par la projection d'un mélange de 2 composants formant une mince pellicule s'expansant à l'air libre :

- L'isocyanate : référence HBS ISOCYANATE,
- Le polyol : référence H<sub>2</sub>FOAM LITE F qui contient des polyols, de l'eau, des additifs, des catalyseurs et un agent gonflant (CO<sub>2</sub>).

Le produit H<sub>2</sub>FOAM Lite F est marqué CE conformément à la norme NF EN 14315-1 et fait l'objet d'une Déclaration de Performance (DoP) n° 005/05-2022.

Le produit fait également l'objet du certificat KEYMARK n° 008-SDG5-0101 selon le référentiel de certification KEYMARK.

|  |  |
|--|--|
| Conductivité thermique déclarée selon la norme NF EN 14 315-1                    | Cf. Certificat KEYMARK<br>n° 008-SDG5-0101 |
| Résistance thermique déclarée en fonction de l'épaisseur selon NF EN 14315-1     |  |
| Absorption d'eau à court terme par immersion partielle (Wp) NF EN 1609 Méthode B |  |
| Stabilité dimensionnelle selon NF EN 1604  | DS(TH)3                                    |

**Tableau 1 - Caractéristiques certifiées**

|   |                         |
|---|-------------------------|
| Plage d'épaisseur selon EN 823                    | 50 – 400 mm             |
| Plage de masse volumique                          | 7 – 9 kg/m <sup>3</sup> |
| Classe selon NF EN 14315-1                        | CCC1                    |
| Pourcentage de cellules fermées selon EN ISO 4590 | < 20%                   |

**Tableau 2 – Autres Caractéristiques**

## 2.3. Dispositions de conception

La conception des parois doit respecter les NF DTU et les Ais techniques en vigueur :

- Les ouvrages de charpentes et de couverture doivent être réalisés conformément aux NF DTU ou Avis Techniques correspondants ;
- La pose des plaques de parement en plâtre doit être conforme à la norme NF DTU 25.41 ainsi qu'aux Avis Techniques correspondants, notamment le nombre de fixations par m<sup>2</sup> et les dispositions relatives aux pièces humides.

Le procédé peut nécessiter la mise en œuvre d'un pare-vapeur indépendant.

Un support de projection sera installé en sous face de la toiture pour recevoir l'isolant.

Dans le cas d'un bâtiment existant, une vérification du support et du comble doit avoir été réalisée, à l'initiative du Maître d'ouvrage, selon les paragraphes 2.4.1.1 et 2.4.1.2 du Dossier Technique.

La ventilation en sous face de la couverture et, le cas échéant, la ventilation en sous face de l'écran de sous toiture doivent être conservées après isolation. Les combles dont la ventilation est assurée par les pignons, ne sont pas visés.

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

La vérification du support doit être effectuée conformément aux prescriptions du § 2.4.1 du Dossier Technique.

## 2.4. Dispositions de mise en œuvre

### 2.4.1. Conditions préalables à la mise en œuvre

#### 2.4.1.1. Généralités

Le bâtiment doit être clos, couvert, vitrage posé (baies fermées sauf pour les portes d'accès). Les locaux à isoler doivent être vides. Il est nécessaire de vérifier l'intégrité et l'étanchéité à l'eau de la toiture et des éléments de couverture.

Avant intervention, l'étanchéité des installations de plomberie et de chauffage aura été vérifiée par le chauffagiste et/ou par le plombier.

Le maître d'ouvrage, par l'intermédiaire du maître d'œuvre, est tenu de confirmer à l'entreprise applicatrice que le support est conforme au paragraphe 2.4.1.3.

Dans le cas des éléments de structure en bois, ces derniers doivent présenter un taux d'humidité inférieur à 19%. Le contrôle du taux d'humidité est réalisé à l'aide d'un humidimètre.

En l'absence de maître d'œuvre, c'est l'entreprise applicatrice qui doit assurer cette responsabilité de vérification.

Il n'est pas permis d'installer, dans l'épaisseur de l'isolation à réaliser avec le procédé, tout matériel électrique non protégé susceptible de créer une source de chaleur continue cf. NF C15-100.

Tous les éléments encastrés dans la paroi tels que ceux constituant par exemple l'installation électrique doivent être obturés de façon étanche pour que l'isolant n'y pénètre pas. Le caisson doit éviter que l'isolant atteigne les éléments techniques du matériel électrique.

Avant de commencer la projection, il convient de protéger les éléments de construction qui peuvent être souillés à l'aide d'un film plastique agrafé ou fixé par un ruban adhésif. Les portes intérieures des locaux à isoler doivent être déposées et stockées hors de la zone de projection. Les châssis de fenêtres et les portes donnant vers l'extérieur doivent être protégés sur toutes leurs surfaces, ainsi que les stores.

#### 2.4.1.2. Reconnaissance du support

L'entreprise applicatrice doit vérifier l'état des lieux avant la mise en œuvre.

En complément des conditions préalables à la mise en œuvre précisées dans le paragraphe 2.4.1.1, l'acceptabilité du support doit comprendre la vérification des points suivants :

- Le support doit être exempt de dépôt, déchets ou poussières. Le cas échéant, il sera nécessaire d'enlever la poussière avec une brosse souple ou par aspiration et d'enlever tout reste de l'ancien isolant ;
- Si des taches de graisse sont visibles à l'œil nu, elles sont à enlever avec un produit dégraissant.

#### 2.4.1.3. Support de projection

Le procédé ne doit jamais être projeté directement en sous-face des éléments de couverture, ni directement sur l'écran de sous-toiture dédié, afin de conserver une lame d'air et la fonction l'écran de sous-toiture.

Le support de projection est :

- Une membrane indépendante constituée à partir d'un écran de sous-toiture HPV ;
- N'est pas un écran de sous-toiture au sens du NF DTU 40.29.

Pour éviter tout risque de condensation dans la paroi, de déchirure de l'écran et de pénétration de l'isolant projeté à travers celui-ci, l'écran souple de sous-toiture utilisé devra respecter les prescriptions techniques suivantes :

Le support de projection devra être marqué CE selon la norme NF EN 13859-1 et présenter, a minima, les caractéristiques suivantes :

|   | Cas A                   | Cas B                    | Cas C           |
|---|-------------------------|--------------------------|-----------------|
| $s_d$<br>support de projection<br>(en m)                          | $0,1 \leq s_d \leq 0,2$ | $0,05 \leq s_d \leq 0,1$ | $s_d \leq 0,05$ |
| Epaisseur mini<br>d'isolant <b>sans pose<br/>d'un pare-vapeur</b> | $\geq 200$ mm           | $\geq 125$ mm            | $\geq 75$ mm    |

**Tableau 4 - Epaisseur mini d'isolant à respecter en fonction du  $s_d$  du support de projection pour ne pas mettre en œuvre un ouvrage pare-vapeur**

Un ouvrage pare-vapeur est obligatoire pour toutes les épaisseurs d'isolant mis en œuvre < 75 mm ;

- Perméabilité à l'eau : E1 ;
- Résistance à la traction : Tr2 ou Tr3 selon entraxe des chevrons.

### 2.4.2. Modalité de préparation de chantier

#### 2.4.2.1. Description de l'unité mobile de projection

L'unité de mélange et de dosage, ainsi que le matériel nécessaire à la projection de l'isolant sont installées dans un véhicule spécialement équipé à cet effet.

Avant la projection, le polyol doit être pagayé pendant 5 à 10 min afin d'homogénéiser le produit. Il est ensuite mélangé à grande vitesse à l'aide d'un mixer hydraulique pendant au moins 30 minutes afin de continuer l'homogénéisation du composant dans toute sa hauteur. Ce même mixer est ensuite utilisé en continu à plus faible vitesse pendant toute la durée de la projection.

Les composants sont soutirés de leurs fûts ou conteneurs et acheminés par les pompes et tuyaux de gavage à la machine doseuse. Les tuyaux qui alimentent la tête de mélange (pistolet) sont suffisamment longs, souples et maintenus en température. La pompe doseuse porte les composants suivant les proportions indiquées (1/1).

La pression requise pour la projection est de 80 à 90 bars avec un minimum de 60 bars. Les composants sont réchauffés à 60°C et acheminés par des tuyaux haute pression (chauffés entre 54 et 60 °C et isolés), jusqu'à la tête de mélange (environ 60°C). Le mélange des composants se fait dans la chambre de mélange du pistolet de projection. La régulation du débit se fait par réglage de la pression ou par adaptation des buses de projection.

Après chaque interruption de travail, la chambre de mélange est nettoyée, par de l'air comprimé ou par voie mécanique, éventuellement en ayant recours à un produit de nettoyage, ces résidus de nettoyage seront récupérés et déposés en décharges contrôlées.

#### 2.4.2.2. Vérification de fonctionnement de l'équipement

Avant projection le matériel de production est contrôlé, il y a lieu de vérifier les points suivants :

- La température des tuyaux (avec les composants séparés) ;
- La pression, le rapport de pression, la température des composants

Un test de projection, effectué sur un film polyéthylène, permet de vérifier :

- La dispersion (configuration) du jet ;
- La couleur, l'aspect du mélange ;
- L'expansion de la matière.

#### 2.4.3. Conditions de mise en œuvre

##### 2.4.3.1. climatiques

Les conditions climatiques peuvent influencer la projection, l'expansion et la qualité finale de la mousse.

La température du support doit être supérieure à 5°C. Le local sera chauffé si le support se trouve en dessous de cette température.

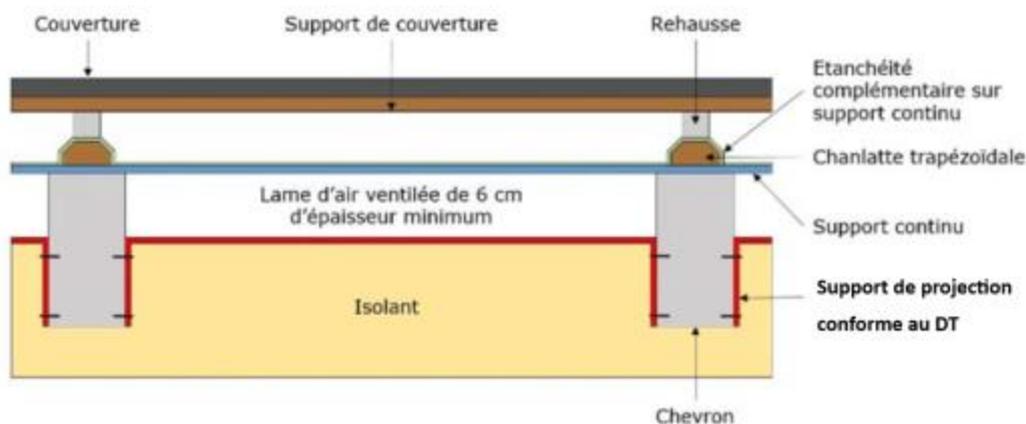
La température maximale du support est de + 35°C.

L'humidité de l'air ambiante n'a pas d'influence sur la projection.

##### 2.4.3.2. Conditions spécifiques au climat de montagne

Le principe de couverture en climat de montagne est celui de la double toiture ventilée (cf. « Guide des couvertures en climat de montagne » de juin 2011).

Lors de la mise en œuvre de l'écran de sous-toiture entre les chevrons (support de projection de l'isolant), il convient de s'assurer que la lame d'air entre ce support et le platelage est continue, de 6 cm d'épaisseur minimum, et qu'il existe des entrées et sorties d'air de section adaptée.



**Figure 1 – Schéma de principe : Double toiture ventilée**

##### 2.4.3.3. Ouvrage pare-vapeur

La mise en œuvre d'un pare-vapeur peut être nécessaire selon les cas décrit au § 2.4.1.3.

Dans ce cas-là :

- En climat de plaine, le pare-vapeur doit avoir une valeur  $s_d$  minimale de 18 m ;
- En climat de montagne, le pare-vapeur doit avoir une valeur  $s_d > 57$  m ;
- En zone très froide, le pare-vapeur doit avoir une valeur  $s_d > 57$  m.

Le pare-vapeur est installé sur l'ensemble de la paroi, toujours du côté de l'ambiance chaude.

Afin d'assurer la continuité complète du pare-vapeur sur l'ensemble de la paroi, le recouvrement des lés est de 10 cm dans toutes les directions et un débord de même dimension sur la périphérie de chaque paroi est prévu. L'étanchéité des recouvrements et des jonctions doit être assurée.

Une pose perpendiculaire au sens des montants est privilégiée. Dans le cas contraire, le recouvrement des lés doit être réalisé au droit des montants.

Selon la nature de l'ossature, le pare-vapeur est maintenu en position à l'aide :

- D'un ruban adhésif double face ;
- Ou à l'aide de tout autre dispositif dédié adapté décrit dans les Avis Techniques ou Documents Techniques d'Application d'un système de barrière d'étanchéité à l'air ou à la vapeur d'eau.

#### 2.4.4. Reconnaissance du support et du comble

Avant d'entamer le travail de projection, l'applicateur doit s'assurer de la nature du support afin d'adapter la mise en œuvre de l'isolant et doit s'assurer que la conservation de la ventilation est possible une fois le comble isolé.

Plusieurs cas de figures peuvent être rencontrés :

| Nature du support                    | Ventilation  | Choix de mise en œuvre  |
|--------------------------------------|--|---|
| Présence d'un isolant entre chevrons | (Cf. lignes ci-dessous en fonction des supports rencontrés une fois l'isolation existante déposée) | Le procédé ne peut pas être associé avec un autre isolant existant.<br><br>En cas d'isolant existant, enlever l'isolant et procéder à l'application du procédé H2FOAM LITE F – Application en rampant de toiture en adaptant la mise en œuvre du procédé en fonction de la nature du support rencontré (Cf. lignes ci-dessous). |
| Présence d'un écran de sous-toiture  | Ventilation de la couverture assurée de l'égout au faitage exclusivement et par des chatières      | Cas n°01 → Cf. § 2.4.5.2<br><br>La ventilation doit être conservée.   |
|                                      | Ventilation du local assurée en pignon   | Pas de mise en œuvre du procédé   |
| Absence d'écran de sous-toiture      | Ventilation de la couverture assurée de l'égout au faitage exclusivement et par des chatières      | Cas n°02 → Cf. § 2.4.5.3<br>Cas n°03 → Cf. § 2.4.5.4<br><br>La ventilation doit être conservée.   |
|                                      | Ventilation du local assurée en pignon   | Pas de mise en œuvre du procédé   |

**Tableau 5 : Description des configurations de mise en œuvre du procédé**

Les éléments de charpente doivent être sains et non humides. Ils doivent donc être exempts de traces d'humidité visibles.

Dans tous les cas de figures, la mise en œuvre du procédé H2FOAM LITE F – Application en rampant de toiture doit toujours permettre de conserver une lame d'air ventilée en sous-face de couverture. De plus, la superposition avec un autre isolant n'est pas visée.

L'entraxe des chevrons ne doit pas dépasser 900 mm.

## 2.4.5. Configurations de mise en œuvre

### 2.4.5.1. Mise en œuvre du support de projection

Le support de projection sera installé tendu entre chevrons avec un retour sur le chevron pour permettre l'agrafage. La mise en œuvre de celui-ci permet de créer ou conserver une lame d'air ventilé entre le support de projection et la couverture.

### 2.4.5.2. Principe de projection

L'épaisseur à projeter est déterminée dans le respect des exigences de la réglementation thermique en vigueur.

Le procédé est appliqué en plusieurs couches jusqu'à l'obtention de l'épaisseur demandée, en traitant en premier lieu les points singuliers (cf. paragraphe 2.4.6).

Lorsque l'épaisseur finale à projeter est inférieure à 150 mm, une seule passe s'avère nécessaire.

Lorsque l'épaisseur à projeter est supérieure à 150 mm, au moins deux passes sont nécessaires. La couche supérieure doit être projetée sur la couche inférieure dès que celle-ci a polymérisé et avant refroidissement pour éviter la création de bulles d'air entre les 2 couches, c'est-à-dire dans les 10 secondes suivants la précédente passe.

Le procédé ne doit jamais être projeté directement en sous-face des éléments de couverture afin de conserver une lame d'air. La superposition avec un autre isolant thermique n'est pas visée.

#### 2.4.5.2.1. Mise en œuvre avec une lame d'air entre l'isolant et le parement intérieur :

**La réaction au feu du produit n' a pas été évaluée dans le cadre de ce Document Technique d'Application.**

**En l'absence de justification d'un laboratoire agréé en comportement au feu, la présence d'un espace ou d'une lame d'air au contact de l'isolant est interdite dans les ERP.**

La distance entre le support et les lisses et montants est supérieure ou égale à l'épaisseur d'isolant à projeter.

Les vérifications d'épaisseurs en cours de projection permettent de s'assurer que l'isolant sera à l'aplomb des montants verticaux à venir. Si besoin, l'épaisseur d'isolant peut être ponctuellement diminuée à l'aide d'une scie ou d'un outil tranchant. La mise en œuvre des plaques de plâtre sur ossature est ensuite réalisée conformément à la norme NF DTU 25.41.

#### 2.4.5.2.2. Mise en œuvre sans lame d'air entre l'isolant et le parement intérieur :

L'absence d'espace ou lame d'air entre l'isolant et le parement permet la mise en œuvre du procédé dans tous les bâtiments visés dans le paragraphe 2.3, y compris les ERP.

La distance entre le support et les lisses et montants est égale à l'épaisseur d'isolant à projeter diminuée de l'épaisseur de la lisse.

L'applicateur contrôle l'épaisseur du produit au cours de la projection, à raison d'un point de contrôle par m<sup>2</sup>.

Deux techniques de projection permettent de s'assurer qu'il n'y ait pas de lame d'air entre l'isolant projeté et le parement intérieur :

- Par la technique dite « du bouclier » :

La mousse PU est projetée en une ou plusieurs passes pour atteindre l'épaisseur finale. Lors de l'application de la dernière passe, un « bouclier » constitué d'une plaque rigide est plaqué contre l'ossature métallique permettant de limiter l'expansion de la mousse. Celle-ci arrive alors au droit de l'ossature métallique support du parement intérieur. Le même process est réalisé sur toute la surface à isoler.

- En recoupant la sur épaisseur d'isolant :

La sur épaisseur d'isolant est diminuée à l'aide d'une scie, ou d'un objet tranchant, afin que la mousse arrive au droit de l'ossature métallique support du parement intérieur.



**Figure 2 – Mise en œuvre par la technique du « bouclier »**



**Figure 3 – Mise en œuvre par découpe de la sur-épaisseur**

La mise en œuvre des plaques de plâtre sur ossature est réalisée conformément à la norme NF DTU 25.41.

Tout au long de la projection, l'applicateur contrôle visuellement l'épaisseur du produit et utilise un poinçon gradué à raison d'au moins un point de contrôle par m<sup>2</sup>.

A la fin de la projection, l'épaisseur est mesurée avec un poinçon gradué ou une jauge à coulisse conformément au § 2.6.2 du dossier technique.

Les épaisseurs définitives, pièce par pièce, sont notées dans un procès-verbal de réception de chantier.

#### 2.4.5.3. Cas n°1 : Projection de l'isolant sur un support de projection agrafé entre les chevrons

La mise en œuvre d'un support de projection conforme au §1.1.2.4 est nécessaire.

Si un écran de sous toiture est déjà présent, il ne peut servir de support de projection dédié, installer un nouvel écran de sous-toiture servant de support de projection répondant aux exigences du §1.1.2.4.

La ventilation en sous-face de la couverture et, le cas échéant, la ventilation en sous-face de l'écran de sous-toiture doivent être conservées après isolation. Les combles dont la ventilation est assurée par les pignons, ne sont pas visés.

**Etape 1 :** Le support est agrafé entre les chevrons à l'aide d'agrafes à fil plat de 10 mm de hauteur minimum. Ces agrafes sont positionnées tous les 10 cm à l'aide d'une agrafeuse à main ou d'une agrafeuse marteau. Il convient d'effectuer un recouvrement de 10 cm minimum entre les lés du support utilisé.

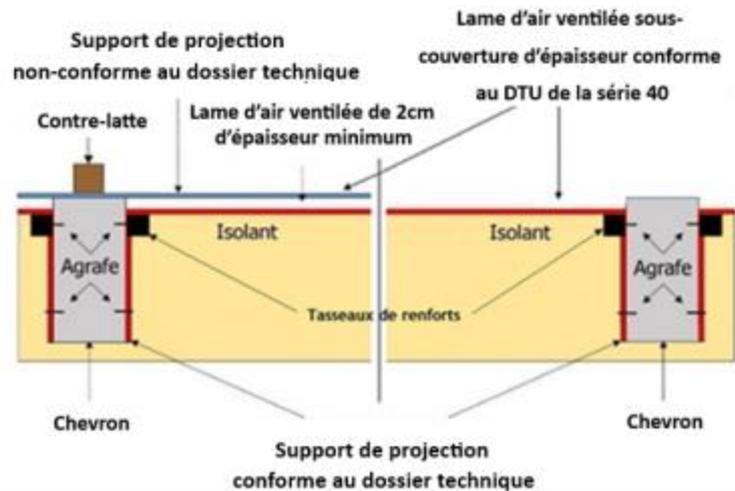
Une fixation mécanique du support de projection est ensuite réalisée à l'aide de liteaux.

La lame d'air entre le support de projection et l'écran de sous-toiture est de 2 cm d'épaisseur minimum.

**Etape 2 :** Les suspentes sont mises en place conformément à la norme NF DTU 25.41. Elles sont vissées sur les chevrons par-dessus le support de projection préalablement agrafé (Etape 1). L'extrémité des suspentes doit être protégée à l'aide de ruban adhésif par exemple.

**Etape 3 :** L'applicateur réalise la projection de l'isolant conformément au paragraphe 2.4.5.1.

**Etape 4 :** Une fois l'isolation terminée, les protections des suspentes peuvent être retirées. Les fourrures et le parement intérieur sont installés conformément à la norme NF DTU 25.41.



**Figure 4 - Isolation avec un support de projection fixée entre les chevrons**

**Note :** La couverture et les bois supports de couverture ne sont pas représentés, tout comme l'ossature permettant la pose du revêtement intérieur.

**Remarque :** l'entraxe maximal entre les chevrons est de 900 mm.

#### 2.4.5.4. Cas n°2 : Projection de l'isolant sur support de projection agrafé autour des chevrons

La mise en œuvre d'un support de projection conforme au § 1.1.2.4 est nécessaire.

Si un écran de sous toiture est déjà présent, il ne peut servir de support de projection dédié, installer un nouvel écran de sous-toiture servant de support de projection répondant aux exigences du § 1.1.2.4.

La ventilation en sous-face de la couverture et, le cas échéant, la ventilation en sous-face de l'écran de sous-toiture doivent être conservées après isolation. Les combles dont la ventilation est assurée par les pignons, ne sont pas visés.

**Etape 1 :** Le support de projection est agrafé autour des chevrons à l'aide d'agrafes à fil plat de 10 mm de hauteur minimum. Ces agrafes sont positionnées tous les 10 cm de chaque côté des chevrons, à l'aide d'une agrafeuse à main ou d'une agrafeuse marteau. Il convient d'effectuer un recouvrement de 10 cm minimum entre les lés du support utilisé.

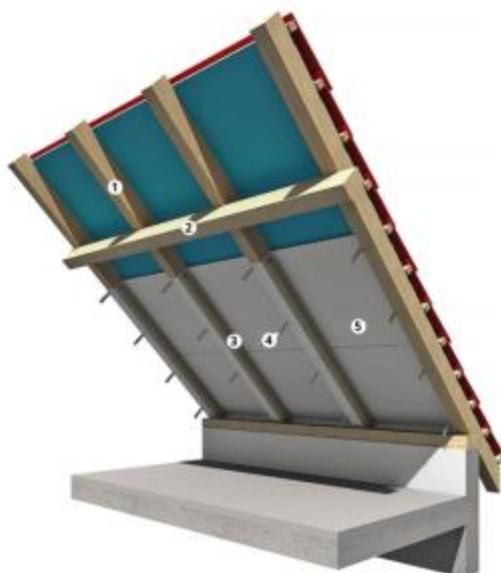
Une fixation mécanique du support de projection est ensuite réalisée à l'aide de liteaux.

La lame d'air entre le support de projection et l'écran de sous-toiture est de 2 cm d'épaisseur minimum.

**Etape 2 :** Les suspentes sont mises en place conformément à la norme NF DTU 25.41. Elles sont vissées sur les chevrons par-dessus le support de projection préalablement agrafé (Etape 1). L'extrémité des suspentes doit être protégée à l'aide de ruban adhésif par exemple.

**Etape 3 :** L'applicateur réalise la projection de l'isolant conformément au paragraphe 2.4.5.1.

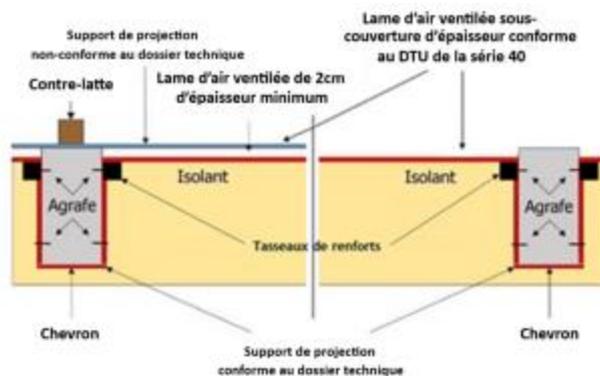
**Etape 4 :** Une fois l'isolation terminée, les protections des suspentes peuvent être retirées. Les fourrures et le parement intérieur sont installés conformément à la norme NF DTU 25.41.



Légende :

1. Chevron
2. Panne
3. Liteau de renforcement
4. Suspente
5. Support de projection conforme au § 1.1.2.4

**Figure 5 - Mise en œuvre du support de projection entre chevrons**



**Figure 6 - Isolation avec le support de projection fixée autour des chevrons**

**Note :** La couverture et les bois supports de couverture ne sont pas représentés, tout comme l'ossature permettant la pose du revêtement intérieur.

**Remarque :** l'entraxe maximal entre les chevrons est de 900 mm.

#### 2.4.5.5. Cas n°3 : Projection de l'isolant sur un écran support de sous toiture agrafée en sous-face des chevrons

La mise en œuvre d'un support de projection conforme au § 1.1.2.4 est nécessaire.

Si un écran de sous toiture est déjà présent, il ne peut servir de support de projection dédié, installer un nouvel écran de sous-toiture répondant aux exigences du §1.1.2.4.

La ventilation en sous-face de la couverture et, le cas échéant, la ventilation en sous-face de l'écran de sous-toiture doivent être conservées après isolation. Les combles dont la ventilation est assurée par les pignons, ne sont pas visés.

**Etape 1 :** Le support de projection est agrafé en sous-face des chevrons à l'aide d'agrafes à fil plat de 10 mm de hauteur minimum. Ces agrafes sont positionnées tous les 10 cm à l'aide d'une agrafeuse spécifique. Il convient d'effectuer un recouvrement de 10 cm minimum entre les lés du support utilisé.

Une fixation mécanique du support de projection est ensuite réalisée à l'aide de liteaux.

Une entaille de quelques centimètres est effectuée afin de faire passer les suspentes à travers le support de projection.

La lame d'air entre le support de projection et l'écran de sous-toiture est de 2cm d'épaisseur minimum.

**Etape 2 :** Les suspentes sont mises en place conformément à la norme NF DTU 25.41. Elles sont directement vissées sur les chevrons. L'extrémité des suspentes doit être protégée à l'aide de ruban adhésif par exemple.

**Etape 3 :** L'applicateur réalise la projection de l'isolant conformément au paragraphe 2.4.5.1.

**Etape 4 :** Une fois l'isolation terminée, les protections des suspentes peuvent être retirées. Les fourrures et le parement intérieur sont installés conformément à la norme NF DTU 25.41.

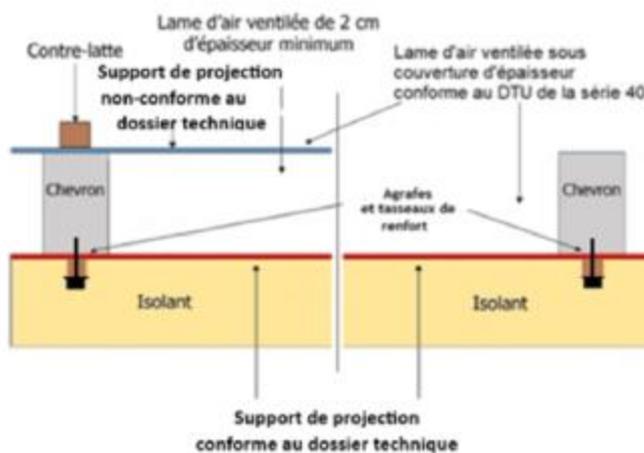




Légende :

1. Chevron
2. Panne
3. Suspente
4. Support de projection conforme au § 1.1.2.4

**Figure 7 : Mise en œuvre du support de projection devant les chevrons**



**Figure 8 - Isolation avec un support de projection agrafée en sous-face des chevrons**

**Note :** La couverture et les bois supports de couverture ne sont pas représentés, tout comme l'ossature permettant la pose du revêtement intérieur.

Remarque : l'entraxe maximal entre les chevrons est de 900 mm.

#### 2.4.6. Traitement des points singuliers

Les points singuliers sont traités dans les paragraphes suivants et décrivent les mesures à appliquer, en particulier vis-à-vis de la contribution à l'étanchéité à l'air du bâtiment.

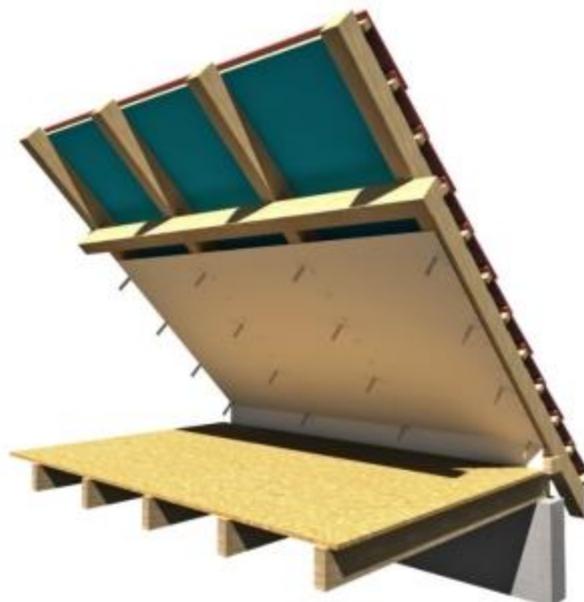
##### 2.4.6.1. Jonctions avec les fenêtres de toiture

L'objectif est d'assurer la continuité de l'isolation à la périphérie des fenêtres de toiture et de contribuer à l'étanchéité à l'air de façon à éviter les ponts thermiques et un risque éventuel de condensation.

Les huisseries retenues sont de dimensions adaptées au complexe final. Pour éviter tout risque de déformation de celles-ci, une passe d'environ 50 mm (« boudin » de mousse) est projetée afin de réaliser un lien souple entre les dormants et les passes latérales.

#### 2.4.6.2. Jonction avec le plancher

L'isolant est projeté entre le pied droit et la lisse basse. En raison de son adhérence au plancher, l'étanchéité à l'air est assurée. Lorsqu'il n'y a pas de pied droit, l'écran de sous-toiture vient recouvrir la panne sablière pour assurer la continuité de l'isolation et éviter toute obstruction de la lame d'air ventilée en sous-face de couverture.



**Figure 9 : Jonction du support de projection avec le plancher lorsqu'il n'y a pas de pied droit**

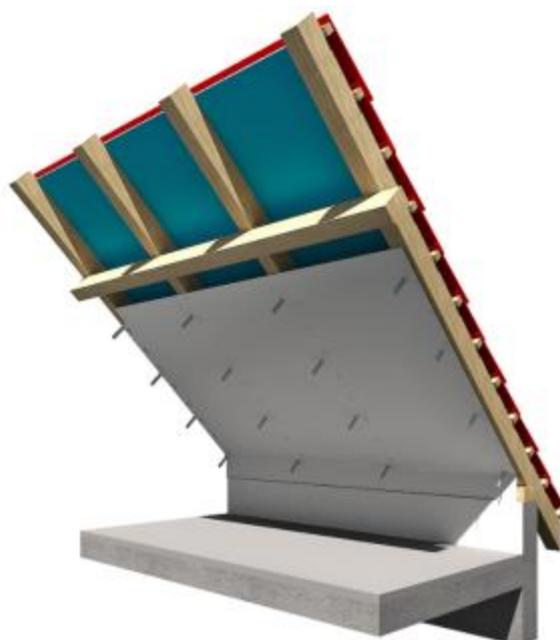
#### 2.4.6.3. Jonction avec les murs / pieds droit

L'isolant est projeté en sous-face du rampant jusqu'à venir contre le mur ou le pied droit. En raison de son adhérence à celui-ci, l'étanchéité à l'air est assurée.

#### 2.4.6.4. Jonction avec les pannes

En fonction de l'épaisseur projetée, l'isolant peut être amené à être en contact avec les pannes (sablière, intermédiaire, faitière). Celles-ci ne doivent cependant pas être encapsulées par l'isolant afin que la continuité de la lame d'air ventilée soit conservée.

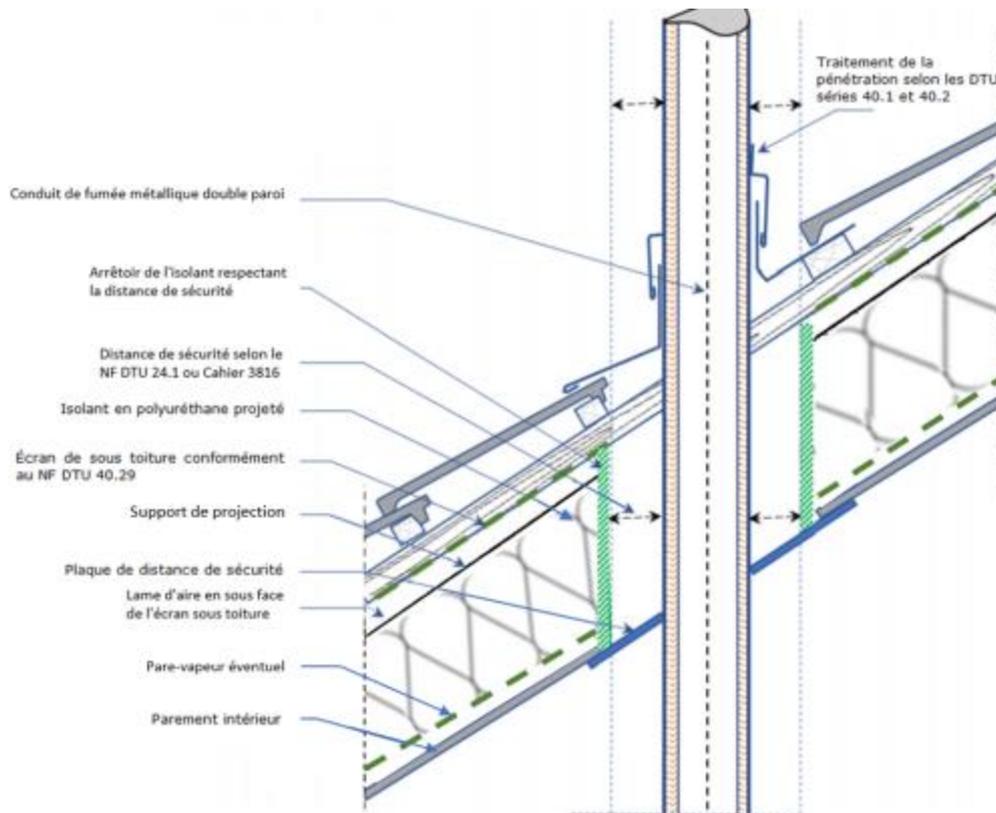
Le cas échéant, le support de projection est agrafé sur les pannes de la même manière que pour les chevrons (nature et fréquence des agrafes notamment).



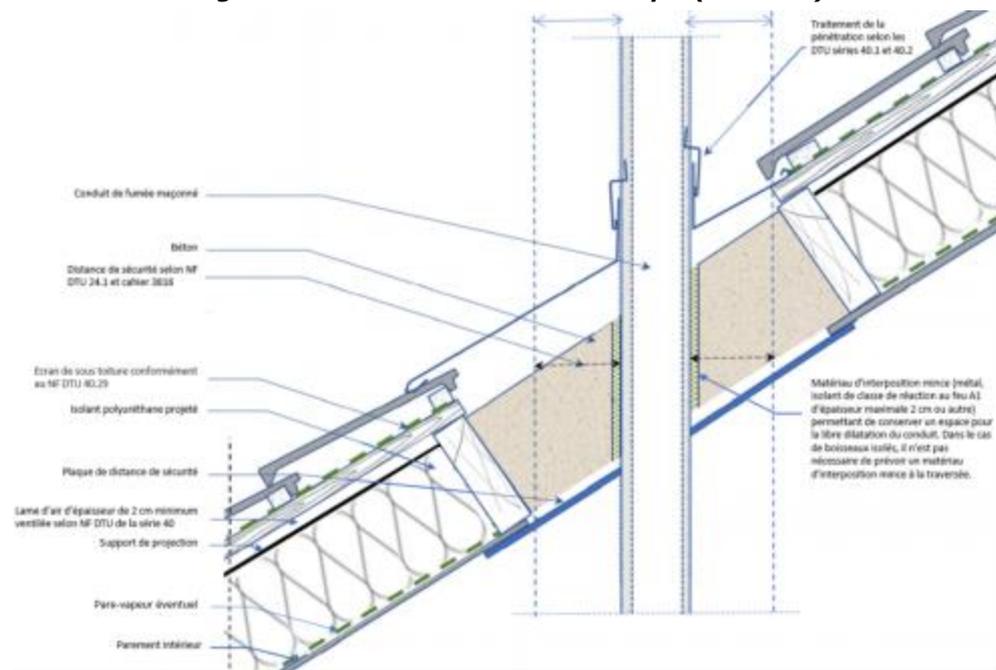
**Figure 10 – Mise en œuvre du support de projection autour de la panne sablière**

#### 2.4.6.5. Conduit de fumée

L'ouvrage de fumisterie (conduit) neuf ou rénové doit être conforme à la norme NF DTU 24-1 P1 et au e-cahier 3816\_Version en vigueur.



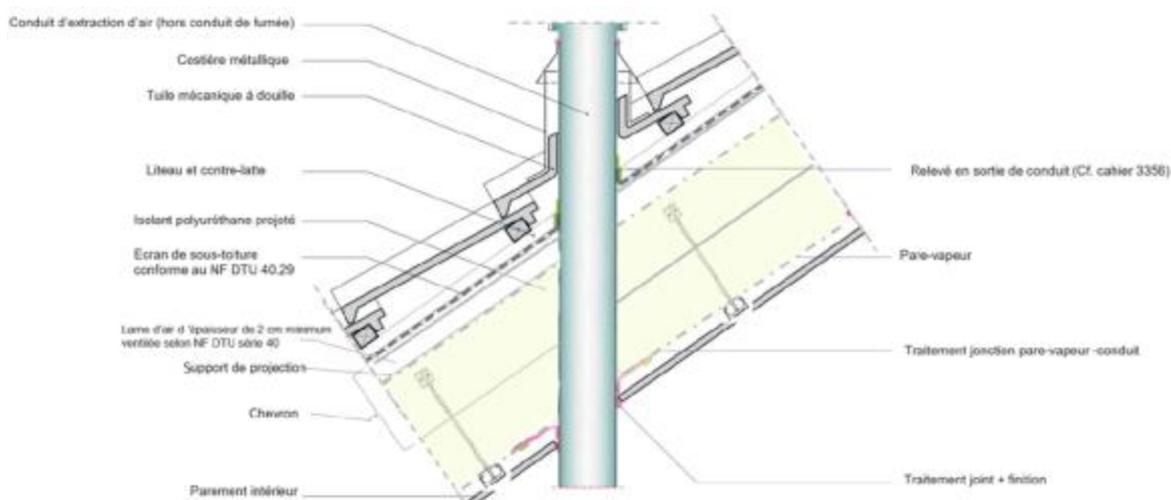
**Figure 11 - Conduit de fumée métallique (hors ERP)**



**Figure 12 - Conduit de fumée maçonné**

#### 2.4.6.6. Traitement d'éléments traversants (autres que conduits de fumée)

En cas de présence éventuelle de canalisation ou fourreau traversant la paroi support, un cordon de polyuréthane est projeté autour de l'élément assurer la continuité de l'isolation et l'étanchéité à l'air, avant d'isoler la paroi.



**Figure 13 : Exemple de Traitement d'éléments traversants (autres que conduits de fumée) (hors ERP)**

### 2.4.7. Ventilation des locaux

Si possible, utiliser un extracteur d'air pendant la projection.

En phase d'expansion, le procédé H2FOAM LITE F produit un gaz issu des composants identifiés dans le paragraphe 2.2.2 pendant 15 secondes environ. Après cette phase d'expansion, les cellules de la mousse sont formées.

Une ventilation naturelle est nécessaire durant 1 heure. Les protections sur toutes les ouvertures sont enlevées. Après ventilation, le local isolé est accessible à toute personne.

### 2.4.8. Parement intérieur

La mise en œuvre des parements intérieurs doit être réalisée conformément aux normes NF DTU 25.41 et F DTU 31.2.

En ERP, conformément aux exigences de l'AM8, le produit H2Foam Lite F doit être recouvert par un écran thermique correspondant aux caractéristiques ci-dessous :

#### 2.4.8.1. Toitures à élément porteur en tôles d'acier nervurées :

Sur tôles pleines ou perforées, il y a lieu d'interposer, entre la sous-face de l'isolant combustible et les tôles porteuses formant plafond, l'un des types d'écran protecteur suivants :

- Panneaux dérivés du bois, avec épaisseurs conformes aux tableaux 5 et 6 ci-après ;
- Parement en plâtre d'épaisseur 18 mm ou plaques à base de silicate de calcium d'épaisseur 20 mm.

#### 2.4.8.2. Toitures à élément porteur en bois ou en panneaux à base de bois

L'élément porteur forme le plafond. Il doit répondre à l'article AM4.

##### 2.4.8.2.1. Cas n°1 – Ecran constitué d'un seul matériau

| MATERIAU CONSTITUTIF DE L'ECRAN                   | EPAISSEUR (mm) |
|---|----------------|
| Bois massif $e < 600 \text{ kg/m}^3$              | 30             |
| Bois massif $e \geq 600 \text{ kg/m}^3$           | 26             |
| Panneau de contreplaqué :                         | 40             |
| • $e < 600 \text{ kg/m}^3$                        | 35             |
| • $e \geq 600 \text{ kg/m}^3$                     |                |
| Panneau de particules $e \geq 600 \text{ kg/m}^3$ | 32             |
| Panneau de lamelles minces orientées (OSB)        | 35             |

**Tableau 5 : Cas n°1 - Ecran constitué d'un seul matériau**

Pour les bois massifs, les épaisseurs considérées dans ce tableau sont les épaisseurs finies et non pas les épaisseurs commerciales des bois de sciage. Par ailleurs, il s'agit d'épaisseurs effectives y compris au droit des usinages en rives ou en partie courante, à l'exception de celles dont la profondeur n'excède pas 3 mm et des joints réalisés sur appui.

##### 2.4.8.2.2. Cas n°2 – Ecran constitué de plusieurs matériaux

Les associations réputées satisfaisantes sont données dans le tableau 6.

| ELEMENT PORTEUR<br>A renforcer dans sa fonction d'écran           |                           | COMPLEMENT DE PROTECTION POSSIBLE (3) (4) (AU CHOIX)                      |   |
|---|---------------------------|---|---|
|   |                           | Epaisseur (mm)  |   |
|   |                           | Panneau de particules (rapporté sur l'une des faces de l'élément porteur) | Parement en plâtre (rapportée sur l'une des faces de l'élément porteur) |
| Lames de bois massif rainées-bouvetées<br>Epaisseur 22 mm         | e < 600 kg/m <sup>3</sup> | 10 mm   | 9,5 mm  |
|   | e ≥ 600 kg/m <sup>3</sup> | 8 mm  | 9,5 mm  |
| Panneau de particules e ≥ 600 kg/m <sup>3</sup><br>Epaisseur 18mm |                           | 14 mm   | 9,5 mm  |
| Panneau à lames orientées (OSB)<br>Epaisseur 15 mm                |                           | 18 mm   | 12,5 mm   |
| Panneau de contreplaqué   | Epaisseur (1) 10 mm       | 22 mm   | 15 mm   |
|   | Epaisseur (2) 12 mm       | 20 mm   | 15 mm   |

**Tableau 6 : Cas n°2 - Ecran constitué de plusieurs matériaux**

(1) Epaisseur minimale prescrite par le DTU 43.4 pour les panneaux portés sur leurs quatre rives.

(2) Epaisseur minimale prescrite pour les panneaux dont les rives perpendiculaires aux appuis ne sont pas supportées.

(3) Seule la face intérieure répond à l'AM4

(4) Fixé mécaniquement aux appuis du premier lit si rapporté en face inférieure.

## 2.5. Traitement en fin de vie

Il n'y a pas de filière de recyclage identifié mais le produit H2FOAM LITE F ne génère pas de déchets dangereux.

## 2.6. Assistance technique

Les applicateurs des entreprises utilisatrices de ce procédé d'isolation sont formées par la société HUNTSMAN BUILDING SOLUTIONS France SAS qui met à leur disposition un service d'assistance technique. Outre la compréhension du produit et l'apprentissage de la mise en œuvre, la formation comprend un chapitre spécifique sur les risques incendie et les dispositions à prendre pour les éviter.

La société HUNTSMAN BUILDING SOLUTIONS France SAS forme et fournit une assistance technique aux applicateurs en ce qui concerne la conception et la réalisation du procédé sur chantiers comprenant notamment :

- La connaissance des matières premières,
- Les domaines d'application,
- Les mesures de sécurité et conditions de travail,
- La maîtrise du matériel de projection,
- Les techniques de projection,
- Les techniques de contrôle de la mise en œuvre : épaisseur, masse volumique notamment,
- Les contrôles qualité,
- Le calcul du rendement.

La formation des applicateurs est vérifiée dans le cadre d'audits de suivi par l'organisme tiers.

L'assistance technique est notamment disponible par mail à l'adresse suivante : [supportemea@huntsmanbuilds.com](mailto:supportemea@huntsmanbuilds.com)

La liste des applicateurs est disponible sur le site <https://huntsmanbuildingsolutions.com/fr-FR/products/isolation-en-mousse-pu-projetee-cellules-ouvertes/h2foam-lite-f-0>

## 2.7. Principes de fabrication et de contrôle de cette fabrication

### 2.7.1. Fabrication

Le composant A (isocyanate) est fabriqué par la Société HUNTSMAN à Rotterdam (Pays-Bas).

Le composant B (polyol) est fabriqué par l'usine PUR SYSTEMS, à Georgsmarienhütte en Allemagne.

### 2.7.2. Contrôles en usine du formulateur (composants)

Le système de management de la qualité de l'usine de PUR SYSTEMS à Georgsmarienhütte est certifié selon la norme ISO/CEI 9001.

Des contrôles qualités sont effectués en usine. Les paramètres de contrôle, les méthodes (normes, procédures, etc.), les fréquences et tolérances sont définis dans une procédure qualité interne à l'usine.

La société PUR SYSTEMS tient un registre de livraison des composants.

La société HUNTSMAN BUILDING SOLUTIONS France SAS reçoit et vérifie périodiquement les certificats d'analyse du formulateur.

La fabrication des composants et les contrôles en usine sont vérifiés dans le cadre de la certification KEYMARK, conformément au référentiel KEYMARK.

### 2.7.3. Contrôles sur chantier (in situ)

Sur chantier l'applicateur réalise des contrôles selon les modalités du Tableau 7

| Caractéristique contrôlée | Modalités de contrôle   |
|---------------------------|---|
| Épaisseur                 | Mesures effectuées en 4 emplacements pour une surface inférieure à 25 m <sup>2</sup> et 8 emplacements pour une surface supérieure à 25 m <sup>2</sup> , à plus de 20 cm des bords.<br>Equipements : pige de profondeur et mètre-ruban classe II.<br>Précision : dimensions au millimètre près. |
| Masse volumique           | Mesures effectuées sur 3 éprouvettes découpées dans l'épaisseur de la projection (au début, au milieu et à la fin du chantier), de masse minimale de 10 g.<br>Equipements : outil de carottage et guide de découpe.<br>Equipements étalonnés : balance et pied à coulisse.                      |

**Tableau 7 – Contrôles réalisés par l'applicateur sur chaque chantier**

Les contrôles de masse volumique et d'épaisseur sont consignés dans un registre des chantiers qui est mis à disposition de l'organisme tiers dans le cadre du suivi décrit dans le paragraphe 2.6.5. Les mesures de masse volumique permettent de suivre la valeur calculée  $Mv_{50/90}$  qui doit être supérieure ou égale à la masse volumique minimale mise en œuvre déclarée dans le Tableau 1.

Les mesures sont reportées dans le procès-verbal de chantier :

- La masse volumique de la projection est la moyenne des 3 mesures réalisées sur chantier arrondie au kg/m<sup>3</sup> par excès.
- Pour chaque local, l'épaisseur projetée est la moyenne des mesures, arrondie à 5 mm par défaut. Cette épaisseur est retenue pour déterminer la résistance thermique.

### 2.7.4. Contrôles réalisés par le titulaire sur l'isolant produit in-situ

Des échantillons sont prélevés aux fréquences définies dans le tableau 8, référencés (entreprise applicatrice, date et adresse du chantier, numéros de lots des composants, référence de l'unité de projection) et envoyés à l'état brut pour contrôles au laboratoire d'essais d'HUNTSMAN BUILDING SOLUTIONS.

Les méthodes de contrôle des caractéristiques suivies sont définies dans une procédure qualité interne au titulaire, basées sur les normes indiquées dans le Tableau 8.

| Caractéristique contrôlée                       | Normes de base des méthodes d'essai | Fréquence minimale  |
|---|-------------------------------------|---|
| Conductivité thermique à l'initial <sub>1</sub> | NF EN 12667                         | Chaque semaine : La mesure est réalisée pour un nombre minimal (Y) d'unités de projection qui sera égal à la racine carrée du nombre total (X) des unités de projections des applicateurs ( $Y = \sqrt{X}$ ). Le résultat est arrondi au nombre entier supérieur. De plus, un roulement des applicateurs doit être respecté et permettre un contrôle de chaque unité de projection au moins une fois par mois.<br><br>Exception : unités de projection inutilisées pendant la période (la comptabilisation est mensuelle) |
| Masse volumique                                 | NF EN 1602                          |   |

<sub>1</sub> La conductivité thermique fait l'objet d'un contrôle de production en usine du formulateur dans le cadre de la certification Keymark, qui peut prendre en compte les mesures réalisées à partir des échantillons prélevés sur chantiers et des échantillons réalisés dans l'usine.

**Tableau 8 – Contrôles réalisés par le laboratoire du titulaire à partir d'échantillons prélevés sur chantiers**

Les résultats de ces essais sont reportés dans un registre des essais qui est mis à disposition de l'organisme tiers dans le cadre du suivi décrit dans le paragraphe 2.6.5.

Les mesures de conductivité thermique permettent de suivre la valeur calculée  $\lambda_{90/90}$  qui doit être inférieure ou égale à la conductivité thermique déclarée. Les mesures de masse volumique permettent de suivre la valeur calculée  $Mv_{50/90}$  qui doit être supérieure ou égale à la masse volumique minimale mise en œuvre déclarée dans le Tableau 1.

### 2.7.5. Suivi des Contrôles par l'organisme tiers

La constance des caractéristiques du produit H2FOAM LITE F est vérifiée par un organisme tiers bénéficiant d'une accréditation ISO CEI 17065 par un organisme reconnu par E.A. (European Cooperation for Accreditation) pour la certification des caractéristiques des produits d'isolation thermique.

L'organisme tiers vérifie les contrôles réalisés en usine du formulateur (cf. paragraphe 2.6.2), sur les chantiers (cf. paragraphe 2.6.3) et par le laboratoire (cf. paragraphe 2.6.4) au cours d'audits. Il vérifie également, au cours d'un audit spécifique, les contrôles et enregistrements réalisés par HUNTSMAN BUILDING SOLUTIONS France SAS. Les fréquences de ces audits sont définies dans le Tableau 9. Les rapports et conclusions relatifs à ces audits sont adressés par l'organisme tiers à HUNTSMAN BUILDING SOLUTIONS France SAS.

Le titulaire transmet une fois par an ces rapports et conclusions d'audits au rapporteur du GS20 avec la liste des entreprises applicatrices et des unités mobiles de projection.

| Type de vérification  | Vérification                                 | Fréquence minimale   |
|---|--|--|
| Contrôles réalisés par le formulateur sur les composants  | Audit de l'usine du formulateur <sup>1</sup> | Une fois par an  |
| Contrôles réalisés par le titulaire sur l'isolant produit in situ (Tableau 8)   | Audit du laboratoire <sup>1</sup>            | Une fois par an  |
| Contrôles réalisés par l'applicateur sur chantier (Tableau 7)   | Audit de chantier                            | N fois par an<br>N est égal à la racine carrée du nombre total d'entreprises applicatrices autorisées (Z), soit $N = \sqrt{Z}$ , le résultat étant arrondi au nombre entier inférieur. Deux audits chantier par an constituent le minimum à réaliser |
| Organisation générale des contrôles, suivi et enregistrements réalisés par HUNTSMAN BUILDING SOLUTIONS FRANCE SAS, dont analyse des contrôles réalisés sur la conductivité thermique ( $\lambda_{90/90}$ ) et la masse volumique ( $M_{V50/90}$ ). Supervision de la liste des entreprises applicatrices et des unités de projection (compétences, révisions) | Audit du titulaire                           | Une fois par an  |

<sup>1</sup> Les rapports des audits réalisés dans le cadre de certifications, dont la certification Keymark, sont pris en considération

**Tableau 9 – Modalités de suivi des contrôles par l'organisme tiers**

### 2.7.6. Essais réalisés sur des échantillons prélevés par l'organisme tiers

Des essais sont réalisés par un laboratoire accrédité sur des échantillons prélevés par l'organisme tiers dans les conditions spécifiées dans le Tableau 10. Le laboratoire adresse à HUNTSMAN BUILDING SOLUTIONS France SAS le(s) rapport(s) relatif à ces essais dont les résultats sont utilisés pour les tests de conformité définis en annexe 2, réalisés une fois par an.

Si un test de conformité n'est pas satisfaisant, quatre échantillons sont envoyés au laboratoire accrédité par des entreprises applicatrices désignées par l'organisme tiers, dans l'objectif de réaliser un nouveau test de conformité.

| Caractéristique        | Méthode d'essai | Fréquence   |
|------------------------|-----------------|---|
| Conductivité thermique | NF EN 12667     | Quatre fois par an (2 sur des échantillons prélevés par l'organisme tiers sur 2 chantiers et envoyés au laboratoire accrédité, et 2 directement envoyé au laboratoire accrédité par deux entreprises applicatrices désignées au hasard par l'organisme tiers. |
| Masse volumique        | NF EN 1602      |   |

**Tableau 10– Essais réalisés par un laboratoire accrédité**

## 2.8. Mention des justificatifs

### 2.8.1. Résultats expérimentaux

- Thermique : Rapport d'essai du LNE N° DEV2400271-V1 daté du 18/10/2023 et rapport d'essai N°P233112-201-V1 daté du 31/01/2024 ;
- Stabilité dimensionnelle : du LNE N°P233112-202-V1 et P233112-203-V1 daté du 31/01/2024N
- Taux de cellules fermées : Rapport d'essai du LNE N° P238108-1-V1 daté du 02/04/2024 ;
- Emission de COV : Rapport N°100-0659052 du Technicky a experimentálně stavba Prahy daté du 23/05/2022
- Etude WUFI relative au risque de condensation : Rapport d'étude du CSTB n° DEB/R2EB-2023-183-KZ/EH daté du 24/11/2023
- Fongique : Rapport d'essai du CSTB n°2019-026 daté du 19/09/20219.

### 2.8.2. Références chantiers

Depuis 2018, en travaux neufs et en rénovation, le produit H2FOAM LITE F a été projeté en France sur plus de 10 000 m<sup>2</sup> en rampant de toiture.

## 2.9. Annexes du Dossier Technique

### 2.9.1. Annexe 1 : Procès-verbal de chantier

|   |  | PROCES VERBAL DE RECEPTION DE CHANTIER  |              |              |                          |   |  |              |               |   |  |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |       |       |       |
|--|--|---|--------------|--------------|--------------------------|---|--|--------------|---------------|---|--|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|
| Produit : H2FOAM LITE F<br>Application en mur<br>Application en sous-face<br>Application en toiture  |  | Caractéristiques techniques<br>Masse volumique minimale Mv in situ = 7 kg/m <sup>3</sup><br>Résistance thermique R en m <sup>2</sup> .K/W en fonction de l'épaisseur de projection e <sub>p</sub> en mm : |              |              |                          |   |  |              |               | <table border="1"> <tr> <td>ep</td><td>50</td><td>60</td><td>70</td><td>80</td><td>90</td><td>100</td><td>110</td><td>120</td><td>130</td> </tr> <tr> <td>R</td><td>1,30</td><td>1,55</td><td>1,80</td><td>2,10</td><td>2,35</td><td>2,60</td><td>2,85</td><td>3,15</td><td>3,40</td> </tr> <tr> <td>ep</td><td>140</td><td>150</td><td>160</td><td>170</td><td>180</td><td>190</td><td>200</td><td>210</td><td>220</td> </tr> <tr> <td>R</td><td>3,65</td><td>3,90</td><td>4,20</td><td>4,45</td><td>4,70</td><td>5,00</td><td>5,25</td><td>5,50</td><td>5,75</td> </tr> <tr> <td>ep</td><td>230</td><td>240</td><td>250</td><td>260</td><td>270</td><td>280</td><td>290</td><td>300</td><td>310</td> </tr> <tr> <td>R</td><td>6,95</td><td>6,30</td><td>6,55</td><td>6,80</td><td>7,10</td><td>7,35</td><td>7,60</td><td>7,85</td><td>8,15</td> </tr> <tr> <td>ep</td><td>320</td><td>330</td><td>340</td><td>350</td><td>360</td><td>370</td><td>380</td><td>390</td><td>400</td> </tr> <tr> <td>R</td><td>8,80</td><td>8,65</td><td>8,95</td><td>9,20</td><td>9,45</td><td>9,70</td><td>10,00</td><td>10,25</td><td>10,50</td> </tr> </table> |  | ep | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 110 | 120 | 130 | R | 1,30 | 1,55 | 1,80 | 2,10 | 2,35 | 2,60 | 2,85 | 3,15 | 3,40 | ep | 140 | 150 | 160 | 170 | 180 | 190 | 200 | 210 | 220 | R | 3,65 | 3,90 | 4,20 | 4,45 | 4,70 | 5,00 | 5,25 | 5,50 | 5,75 | ep | 230 | 240 | 250 | 260 | 270 | 280 | 290 | 300 | 310 | R | 6,95 | 6,30 | 6,55 | 6,80 | 7,10 | 7,35 | 7,60 | 7,85 | 8,15 | ep | 320 | 330 | 340 | 350 | 360 | 370 | 380 | 390 | 400 | R | 8,80 | 8,65 | 8,95 | 9,20 | 9,45 | 9,70 | 10,00 | 10,25 | 10,50 |
| ep   | 50   | 60  | 70           | 80           | 90                       | 100   | 110  | 120          | 130           |   |  |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |       |       |       |
| R  | 1,30   | 1,55  | 1,80         | 2,10         | 2,35                     | 2,60  | 2,85   | 3,15         | 3,40          |   |  |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |       |       |       |
| ep   | 140  | 150   | 160          | 170          | 180                      | 190   | 200  | 210          | 220           |   |  |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |       |       |       |
| R  | 3,65   | 3,90  | 4,20         | 4,45         | 4,70                     | 5,00  | 5,25   | 5,50         | 5,75          |   |  |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |       |       |       |
| ep   | 230  | 240   | 250          | 260          | 270                      | 280   | 290  | 300          | 310           |   |  |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |       |       |       |
| R  | 6,95   | 6,30  | 6,55         | 6,80         | 7,10                     | 7,35  | 7,60   | 7,85         | 8,15          |   |  |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |       |       |       |
| ep   | 320  | 330   | 340          | 350          | 360                      | 370   | 380  | 390          | 400           |   |  |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |       |       |       |
| R  | 8,80   | 8,65  | 8,95         | 9,20         | 9,45                     | 9,70  | 10,00  | 10,25        | 10,50         |   |  |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |       |       |       |
| Date d'intervention :  |  | Concessionnaire :   |              |              |                          |   |  |              |               |   |  |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |       |       |       |
| Type de chantier :   | <input type="checkbox"/> Toiture <input type="checkbox"/> Mur <input type="checkbox"/> Sous-face de plancher |   |              |              |                          |   |  |              |               |   |  |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |       |       |       |
| Client :   |  |   |              |              |                          |   |  |              |               |   |  |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |       |       |       |
| Adresse client :   |  |   |              |              |                          |   |  |              |               |   |  |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |       |       |       |
| Ville :  |  |   |              |              |                          |   |  |              | CP :          |   |  |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |       |       |       |
| Chantier Adresse :   |  |   |              |              |                          |   |  |              |               |   |  |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |       |       |       |
| Ville :  |  |   |              |              |                          |   |  |              | CP :          |   |  |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |       |       |       |
| N° de série unité projection :   |  |   |              |              | N° de lot de Polyol :    |   |  |              |               |   |  |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |       |       |       |
| Fournisseur composants :   | HUNTSMAN BUILDING SOLUTIONS  |   |              |              | N° de lot d'isocyanate : |   |  |              |               |   |  |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |       |       |       |
| Masse volumique mesurée en 3 points (kg/m <sup>3</sup> )   |  |   |              |              |                          |   | Masse volumique mise en œuvre (kg/m <sup>3</sup> ) |              |               | 0   |  |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |       |       |       |
| Épaisseur projetée et résistance thermique<br>8 mesures si la surface projetée est supérieure à 25 m <sup>2</sup> , sinon 4 mesures  |  |   |              |              |                          |   |  |              |               |   |  |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |       |       |       |
| Parcel   | PIGE 1<br>mm   | PIGE 2<br>mm  | PIGE 3<br>mm | PIGE 4<br>mm | PIGE 5<br>mm             | PIGE 6<br>mm  | PIGE 7<br>mm                                       | PIGE 8<br>mm | MOYENNE<br>mm | RESISTANCE THERMIQUE<br>m <sup>2</sup> .K/W   |  |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |       |       |       |
|  |  |   |              |              |                          |   |  |              | 0             | #N/A  |  |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |       |       |       |
|  |  |   |              |              |                          |   |  |              | 0             | #N/A  |  |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |       |       |       |
|  |  |   |              |              |                          |   |  |              | 0             | #N/A  |  |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |       |       |       |
|  |  |   |              |              |                          |   |  |              | 0             | #N/A  |  |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |       |       |       |
|  |  |   |              |              |                          |   |  |              | 0             | #N/A  |  |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |       |       |       |
|  |  |   |              |              |                          |   |  |              | 0             | #N/A  |  |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |       |       |       |
|  |  |   |              |              |                          |   |  |              | 0             | #N/A  |  |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |       |       |       |
|  |  |   |              |              |                          |   |  |              | 0             | #N/A  |  |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |       |       |       |
| Chaque surface projetée est soumise à quatre piges lorsqu'elle est inférieure à 25 m <sup>2</sup> , huit piges au-delà (mesures de l'épaisseur par insertion d'un poinçon dans l'isolant). Il est accepté entre les deux parties que la moyenne des mesures obtenue servira de base à la facturation des prestations réalisées par la société.   |  |   |              |              |                          |   |  |              |               |   |  |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |       |       |       |
| En application de l'article 1792-6 du Code Civil, les entrepreneurs demeurent tenus de la garantie de parfait achèvement pendant l'année qui suit la présente réception. Celle-ci constitue également le point de départ de la garantie de bon fonctionnement prévue par l'article 1792-3 du Code Civil et de la responsabilité des constructeurs définie aux articles 1792, 1792-2 et 2270 du Code Civil. |  |   |              |              |                          |   |  |              |               |   |  |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |       |       |       |
| Le procès verbal de réception doit être retourné signé avant toute poursuite de travaux sur l'isolant projeté. A défaut, la réception sera prononcée sans réserve sans aucune possibilité pour le client d'engager la responsabilité de l'entrepreneur ou de formuler à son encontre quelques retenues que ce soient, financières y compris.   |  |   |              |              |                          |   |  |              |               |   |  |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |       |       |       |
| Comme précisé sur le devis, le procès verbal doit être joint avec la facture.  |  |   |              |              |                          |   |  |              |               |   |  |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |       |       |       |
| L'Entreprise<br>signature et cachet de l'entreprise.   |  |   |              |              |                          | Le Client<br>Mention manuscrite " Bon pour accord ", suivie de la signature et ou cachet si le client est une entreprise. |  |              |               |   |  |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |       |       |       |
| Date : / /   |  |   |              |              |                          | Date : / /  |  |              |               |   |  |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |      |       |       |       |

Figure 14 : Procès-verbal de chantier

### 2.9.2. Annexe 2 : Tests de conformité

#### 2.9.2.1. Conductivité thermique

Pour n échantillons prélevés, la valeur moyenne et l'écart type sur la conductivité thermique sont calculés selon :

$$\bar{\lambda} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \lambda_i \quad s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n [\lambda_i - \bar{\lambda}]^2}$$

où  $\lambda_i$  est la conductivité thermique mesurée sur l'échantillon  $i$

La valeur de conductivité thermique déclarée  $\lambda_D$  est validée si :

$$\lambda_D \geq \bar{\lambda} + 0,44 \times s$$

La valeur 0,44 a été déterminée par le calcul basé sur l'hypothèse que le risque est inférieur à 5% pour un fractile déclaré de 90%, pour 4 échantillons.

### 2.9.2.2. Masse volumique

A l'effectif  $n$  est associé une borne  $B$  définie par :

$$B = 1 - \frac{0,0493}{\sqrt{n}}$$

Chacune des valeurs mesurées  $M_{vi}$  est associée une borne inférieure  $B_{inf}$  définie par :  $B_{inf} = (1-0,06) \times M_{v\text{déclarée}}$

A partir des  $n$  résultats de mesure obtenus, on calcule un indicateur  $S$  défini par :

$$S = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{M_{vi}}{M_{v\text{déclarée}}}$$

Le résultat du test de conformité est déclaré satisfaisant si :  $S \geq B$  et aucune valeur de  $M_{vi} < B_{inf}$

Le résultat du test de conformité est déclaré non satisfaisant si :

$S < B$

ou

si au moins une valeur  $M_{vi} < B_{inf}$