

Document Technique d'Application

Référence Avis Technique **20/18-414_V1**

*Isolation thermique de
comble par projection
in situ de
polyuréthane*

*Thermal insulation of
attics using in situ
spray polyurethane
foam*

H₂Foam Lite F – Application rampant de toiture

Relevant de la norme

NF EN 14315-1

**Titulaire et
Distributeur :** ISOLAT France
242, impasse des Prairies
ZI Arnas Nord
69400 Villefranche sur Saône

Tél. : 04.74.66.94.10
E-mail : contact@isolat-france.com
Internet : www.isolat-france.com

Groupe Spécialisé n° 20

Produits et procédés spéciaux d'isolation

Publié le 17 décembre 2018



Commission chargée de formuler des Avis Techniques et Documents Techniques
d'Application

(arrêté du 21 mars 2012)

Secrétariat de la commission des Avis Techniques
CSTB, 84 Avenue Jean Jaurès, Champs sur Marne, FR-77447 Marne la Vallée Cedex 2
Tél. : 01 64 68 82 82 - Internet : www.ccfat.fr

Le Groupe Spécialisé n°20 « Produits et procédés spéciaux d'isolation » de la Commission chargée de formuler les Avis Techniques et les Documents Techniques d'Application a examiné le 16 octobre 2018, le procédé d'isolation thermique de comble par projection in situ de polyuréthane « H₂Foam Lite F - Application rampant de toiture » présentée par la Société ISOLAT France. Il a formulé, sur ce procédé, le Document Technique d'Application 20/18-414_V1 ci-après. Cet Avis a été formulé pour les utilisations en France européenne.

1. Définition succincte

1.1 Description succincte

H₂Foam Lite F – Application rampant de toiture est un procédé d'isolation par l'intérieur à base de mousse polyuréthane à cellule ouvertes projetée in situ (produit de type CCC1 selon la norme NF EN 14 315-1). Ce procédé permet de réaliser l'isolation thermique et de contribuer à l'étanchéité à l'air des rampants de toiture.

La gamme d'épaisseur est comprise entre 50 et 400 mm.

H₂Foam Lite F – Application rampant de toiture ne peut être commercialisé que par la société ISOLAT France et ne peut être mis en œuvre que par un applicateur dûment autorisé à cet effet par la société ISOLAT France.

Le produit H₂Foam Lite F est sous certification QB 23 « Isolant en polyuréthane projeté in situ ».

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°0010/07-2018 établie par le fabricant sur la base de la norme NF EN 14315-1 : 2013.

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

1.3 Identification

Les deux composants sont livrés dans des fûts ou conteneurs. Les informations sur le produit doivent contenir :

- Nom du produit (référence de la formulation),
- Numéro de traçabilité ou code de fabrication,
- Formulateur,
- Masse des fûts,
- Consignes de sécurité,
- Marquage CE,
- Déclaration de Performance (DoP) ou (n°+ lien site web)
- Etiquette relative aux émissions en polluants volatils conformément au décret n° 2011-321 du 23 mars 2011.

2. AVIS

2.1 Domaine d'emploi accepté

Le procédé est destiné à l'isolation thermique de rampants de combles aménagés (y compris pied-droit et plafond) d'habitation de la 1^{ère} et 2^{ème} famille, à faible ou moyenne hygrométrie, en neuf ou existant.

Le procédé peut être appliqué en climat de montagne, altitude supérieure à 900 m, dès lors que les prescriptions relevant du « Guide des couvertures en climat de montagne » (Guide technique du CSTB, juin 2011) soient respectées.

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

Les établissements recevant du public (ERP), locaux frigorifiques, bâtiments agricoles ou à ambiance intérieure agressive ou corrosive ne sont pas visés.

2.2 Appréciation sur le procédé

2.2.1 Satisfaction aux lois et règlement en vigueur et autres qualités d'aptitude à l'emploi

Stabilité mécanique

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

Sécurité incendie

Dispositions générales

- Ce procédé n'est pas destiné à rester apparent.
- Le procédé permet de satisfaire les exigences en vigueur. Il y a lieu de :

- S'assurer auprès du Maître d'Ouvrage de la conformité des installations électriques ;
- 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.

Dispositions relatives aux bâtiments d'habitation

Les parements intérieurs doivent répondre aux critères de l'article 16 de l'arrêté de janvier 1986.

Dispositions applicables aux bâtiments relevant du code de travail

Dans tous les cas, il convient de respecter les prescriptions du « Guide de l'isolation par l'intérieur des bâtiments d'habitation du point de vue des risques en cas d'incendie » (Cahier CSTB 3231) et de l'article 16 de l'arrêté de janvier 1986.

Pose en zone sismique

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.

Données environnementales

Le produit H₂Foam Lite F ne dispose pas d'une Déclaration Environnementale (DE) et ne peut donc revendiquer aucune performance environnementale particulière.

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

Aspects sanitaires

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

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

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

Le produit H₂Foam Lite F dispose 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).

Isolation thermique

Le respect des exigences réglementaires doit être vérifié au cas par cas au regard des différentes réglementations applicables au bâtiment (Cf. Annexe du présent Avis).

La résistance thermique utile R_u est la résistance thermique certifiée donnée dans le certificat QB 23 couvrant le produit H₂Foam LITE F.

Acoustique

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

Celles-ci constituent des données nécessaires à l'examen de la conformité d'un bâtiment vis-à-vis de la réglementation acoustique en vigueur.

Etanchéité

- À l'air : le Dossier Technique prévoit des modalités de traitement des points singuliers (contour des menuiseries, etc.) et des jonctions avec les ouvrages adjacents (murs, etc.).

Sous réserve que les autres parties de l'enveloppe du bâtiment soient étanches à l'air, le procédé contribue donc à l'atteinte des exigences réglementaires en matière d'étanchéité à l'air.

- À l'eau : le 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.

2.22 Durabilité - Entretien

Compte tenu du respect des DTU, les risques de condensation dans l'isolant sont négligeables.

La pérennité de la paroi est estimée équivalente à celle des solutions traditionnelles.

2.23 Fabrication et contrôles

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 QB 23, 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 du produit : conductivité thermique et masse volumique.
- Des contrôles sur chantier portant sur la mise en œuvre du produit : épaisseur et masse volumique.

Le produit H₂Foam Lite F est suivi par le CSTB dans le cadre de la certification QB 23 avec des audits :

- Du responsable du réseau des applicateurs,
- De l'usine du formulateur,
- Du laboratoire,
- Sur chantier.
- La fréquence des audits est celle définie par le référentiel QB 23.

L'usine de production est également suivie par d'autres organismes extérieurs. Elle est sous management de la qualité ISO 9001.

2.24 Mise en œuvre

- La mise en œuvre nécessite un soin particulier et des formations spécifiques au préalable des applicateurs.
- Avant la mise en œuvre, une reconnaissance du support et du comble ainsi qu'une préparation du chantier sont nécessaires selon le Dossier Technique.
- Le procédé H₂Foam LITE F – Application rampant de toiture ne peut pas être mis en œuvre en association avec un autre procédé d'isolation thermique par l'intérieur sur la même paroi.
- En rénovation, dans le cas où l'écran de sous-toiture est conservé, un soin particulier est nécessaire afin de ne pas réduire l'épaisseur de la lame d'air ventilée sous couverture.

2.3 Prescriptions techniques

2.31 Conditions de conception

La conception des parois doit respecter les DTU en vigueur.

Compte-tenu du domaine d'emploi visé, le procédé ne requiert pas la mise en œuvre d'un pare-vapeur indépendant.

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 le 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).

2.32 Conditions de mise en œuvre

- Le procédé ne peut pas être projeté sur une autre couche d'isolation thermique.
- Les ouvrages de charpentes et de couverture doivent être réalisés conformément aux 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 m² et les dispositions relatives aux pièces humides.

Les DPM précisent notamment :

- La vérification du support doit être effectuée conformément aux prescriptions du § 6.3 du Dossier Technique.

2.33 Assistance technique

Les applicateurs des entreprises utilisatrices de ce procédé d'isolation sont formés par la société ISOLAT FRANCE qui met à leur disposition un service d'assistance technique permanent. 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.

Conclusions

Appréciation globale

L'utilisation du procédé dans le domaine d'emploi accepté (cf. paragraphe 2.1) est appréciée favorablement.

Validité

A compter de la date de publication présente en première page et jusqu'au 30 janvier 2023 (date de la fin de validité décidée en GS arrondie au dernier jour du mois).

*Pour le Groupe Spécialisé n°20
Le Président*

3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

La liste des applicateurs autorisés pour la mise en œuvre du procédé est celle définie dans le certificat QB 23 du produit.

Ce procédé nécessite du soin lors de la mise en œuvre.

L'applicateur doit respecter l'ensemble des dispositions légales et réglementaires destinées à protéger l'hygiène et la sécurité du travail.

Le fabricant dispose d'une Fiche de Données de Sécurité (FDS) conformément à l'Annexe 2 du règlement REACH. Elle est disponible sur demande auprès du fabriquant qui se doit de la fournir.

Il convient de respecter les températures du local et du support préconisées dans le Dossier Technique.

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

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.

Le Rapporteur du Groupe Spécialisé n°20

Annexe

1. Rappel des exigences spécifiques de la réglementation thermique

Les exigences spécifiques concernant le procédé visé par le présent Avis Technique sont détaillées ci-après. Elles doivent cependant être vérifiées lors de la conception de l'ouvrage pour prendre en compte les éventuels changements réglementaires.

Tableau 1 - Exigences réglementaires

Valeurs minimales réglementaires	Rampants de toiture de pente inférieure 60°	Observations
RT ex globale (arrêté du 13 juin 2008)	$U_p \leq 0.28$	-
RT ex par éléments (arrêté du 22 mars 2017)	$R_{Tot} \geq 4.4$	Résistance thermique R minimale en zone H1a, H1b, H1c
	$R_{Tot} \geq 4.3$	Résistance thermique R minimale en zone H2a, H2b, H2c, H2d et zone H3, à une altitude supérieure à 800 mètres
	$R_{Tot} \geq 4$	Résistance thermique R minimale en zone H3, à une altitude inférieure à 800 mètres
RT 2012 (arrêtés du 26 octobre 2010 et du 28 décembre 2012)	-*	-*

* La RT 2012 impose une exigence sur la performance énergétique globale du bâti.

Avec :

U_p : le coefficient de transmission thermique surfacique du rampant (en $W/(m^2.K)$).

R_{Tot} : la résistance thermique totale du rampant après rénovation (en $m^2.K/W$).

2. Rappel des règles de calcul

La résistance thermique de la paroi (R_T) s'effectue comme suit :

$$R_{Tot} = R_u + R_c$$

Avec :

• R_u : Résistance thermique utile du produit, défini dans le présent avis, calculée sur la base des certificats QB 23.

$$R_u = \frac{e}{\lambda_u} \text{ m}^2.K/W$$

- e : épaisseur l'isolant m ,

- λ_u : conductivité thermique utile en $W/(m.K)$.

•

• R_c : Résistance thermique de la paroi support.

$$R_c = \frac{e_c}{\lambda_c} \text{ m}^2.K/W.$$

- e_c : épaisseur de la paroi support en m ,

- λ_c : conductivité thermique de paroi support en $W/(m.K)$.

Le coefficient U_p de la paroi s'obtient ci-après en tenant compte des coefficients de déperdition linéique et ponctuelle :

$$U_p = \frac{1}{R_{sj} + R_u + R_c + R_{se}} + \frac{\sum \psi_i L_i + \sum \chi_j}{A}$$

Avec :

• U_p = Coefficient de transmission surfacique global de la paroi isolée, en $W/(m^2.K)$,

• R_{sj} et R_{se} = résistances superficielles, $m^2.K/W$.

• R_u = Résistance thermique utile de l'isolation rapportée en partie courante, $m^2.K/W$.

• R_c = Résistance thermique des autres éléments de paroi en partie courante (mur support, etc.), en $m^2.K/W$.

• ψ_i = Coefficient de déperdition linéique correspondant aux éléments d'ossature éventuels, déterminé selon les règles Th-U, en $W/(m.K)$.

• L_i = Longueur des ossatures pour la surface considérée A , en m .

• χ_j = Coefficient de déperdition ponctuel correspondant aux éléments d'ossature éventuels, déterminé selon les règles Th-U, en W/K .

• A = Surface de la paroi considérée pour le calcul, en m^2 .

Dossier Technique

établi par le demandeur

A. Description

1. Principe

H₂Foam Lite F – Application rampant de toiture est un procédé d'isolation par l'intérieur à base de mousse polyuréthane à cellule ouvertes projetée in situ (produit de type CCC1 selon la norme NF EN 14315-1). Ce procédé permet de réaliser l'isolation thermique et de contribuer à l'étanchéité à l'air des rampants de toiture.

La gamme d'épaisseur est comprise entre 50 et 400 mm.

H₂Foam Lite F – Application rampant de toiture ne peut être commercialisé que par la société ISOLAT France et ne peut être mis en œuvre que par un applicateur dûment autorisé à cet effet par la société ISOLAT France.

Le produit H₂Foam Lite F est sous certification QB 23 « Isolant en polyuréthane projeté in situ ».

2. Domaine d'application

Le procédé est destiné à l'isolation thermique de rampants de combles aménagés (y compris pied-droit et plafond) des bâtiments à usage d'habitation ou non résidentiel, à faible ou moyenne hygrométrie, en neuf ou existant.

Le principe de couverture en altitude supérieure à 900 m relève des prescriptions du « Guide des couvertures en climat de montagne », *Guide technique du CSTB, juin 2011*.

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.

Les établissements recevant du public (ERP), locaux frigorifiques, bâtiments agricoles ou à ambiance intérieure agressive ou corrosive ne sont pas visés.

3. Produits

3.1 Eléments constitutifs

H₂Foam Lite F est produit par la réaction de deux composants :

- L'isocyanate d'un côté,
- Le polyol de l'autre (contenant des polyols de base, des additifs, des catalyseurs et un agent l'objet du certificat d'expansion).

Mélangés en quantité égale, ces composants vont d'abord se polymériser, puis s'expanser à l'air libre, pour enfin former la mousse polyuréthane.

Le produit est expansé avec du dioxyde de carbone (CO₂).

3.2 Caractéristiques du produit

Le produit H₂Foam Lite F est de type CCC1 selon la norme NF EN 14315-1. Il est marqué CE conformément à cette norme et fait l'objet de la Déclaration de Performance (DoP) N° 0010/07-2018. De plus, le produit est sous certification QB « Isolant en polyuréthane projeté in situ » via le certificat QB 23.

Tableau 1 - Caractéristiques certifiées

Épaisseurs (e)	50 à 400 mm
Masse volumique (Mv) mini	6 kg/m ³
Conductivité thermique utile (λ _u)	0,038 W/(m.K)

Tableau 2 – Autres caractéristiques techniques

Résistance à la diffusion de vapeur d'eau (μ)	3
Absorption d'eau à court terme par immersion partielle (Wp)	0,30 kg/m ²
Plage de masse volumique	6 à 8 kg/m ³
Stabilité dimensionnelle	DS(TH)4
Euroclasse	NPD
Étiquetage COV	A+

Tableau 3 - Epaisseur d'air équivalente pour la diffusion de la vapeur s_d en fonction de l'épaisseur

Epaisseur en mm	50	100	150	200	250	300	350	400
s _d en m	0,15	0,30	0,45	0,60	0,75	0,90	1,05	1,2

3.3 Identification du produit

Le procès-verbal de réception de chantier, établi conformément aux exigences du référentiel QB 23, indique la référence du produit, les numéros de lot des matières premières et le marquage QB avec les caractéristiques certifiées.

3.4 Support de projection

Le support de projection sera composé d'un écran de sous toiture HPV. Il ne pourra, en aucun cas, dans cet emploi, conserver son rôle d'écran mais uniquement de support de projection. En aucun cas, la projection de l'isolant ne se fera sur l'écran existant mais sur le support de projection précité.

Pour éviter tout risque de condensation dans la paroi, de déchirure 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 doit être marqué CE selon la norme NF EN 13859-1 et présenter, a minima, les caractéristiques suivantes :

- Perméabilité à la vapeur d'eau :

	Cas A	Cas B	Cas C
s _d écran souple HPV (en m)	0,1 ≤ s _d ≤ 0,2	0,05 ≤ s _d ≤ 0,1	s _d ≤ 0,05
Epaisseur mini d'isolant sans pose d'un pare-vapeur	≥ 300mm	≥ 220mm	≥ 180mm

- Perméabilité à l'eau : E1 ;
- Résistance à la traction : Tr2 ou Tr3 selon entraxe des chevrons.
- De plus l'écran de sous-toiture 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.

3.5 Pare-vapeur

En climat de montagne et en zone très froide, la mise en œuvre d'un pare-vapeur est nécessaire.

Le pare-vapeur doit présenter, a minima, les caractéristiques suivantes :

	Valeur s _d minimale (en m)
En climat de montagne hors zone très froide	57
En zone très froide	90
En climat de plaine si l'épaisseur d'isolant H ₂ Foam Lite F – Application rampant de toiture ≤ 180mm, hors zone très froide	18

3.6 Fixation du support de projection

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

4. Fabrication et contrôle

4.1 Contrôles dans l'usine du formulateur (composants)

Les composants sont fabriqués par l'usine ICYNENE INC. au CANADA. Ils relèvent de la norme NF EN 14315-1.

Cette usine est sous management de la qualité ISO 9001. Un cahier des charges permettant le suivi qualité des composants est mis en œuvre en usine pour s'assurer de la conformité de la fabrication.

Les paramètres de contrôle, les fréquences et tolérances sont définis dans une procédure qualité interne à l'usine donnée par un tableau définissant les paramètres à contrôler, les méthodes (normes, procédures, etc.) et les fréquences.

La fabrication des composants et les paramètres de contrôle sont vérifiés dans le cadre de la certification QB à raison d'une fois par an.

4.2 Contrôles sur chantier (in situ)

Pour chaque chantier réalisé, l'applicateur contrôle :

- La température du local isolé et du support : mesure à l'aide d'un thermomètre laser.
- Le taux d'humidité du support : mesure à l'aide d'un humidimètre.

De plus, l'applicateur contrôle également les caractéristiques du produit installé conformément aux exigences du référentiel de certification QB 23 :

- L'épaisseur : mesure directe à l'aide d'une jauge graduée ;
- La masse volumique : une carotteuse cylindrique de 120 mm de diamètre permet de mesurer précisément la masse volumique du produit *H₂Foam Lite F – Application rampant de toiture sans dégrader l'installation.*

Les relevés de mesure d'épaisseur et de masse volumique sont repris dans le procès-verbal de réception de chantier.

4.3 Contrôles au laboratoire du titulaire

Les échantillons sont prélevés aux fréquences définies dans le référentiel de la certification QB 23, référencés (date et adresse du chantier) et envoyés sous la responsabilité de la société ISOLAT France pour contrôles par le laboratoire du titulaire.

Les caractéristiques certifiées sont contrôlées conformément aux exigences du référentiel QB 23.

4.4 Contrôle par le CSTB

Dans le cadre de la certification QB 23 des échantillons sont prélevés 4 fois par an par le CSTB sur chantiers.

Le CSTB contrôle à minima les caractéristiques suivantes :

- Masse volumique,
- Conductivité thermique,

5. Livraison, conditionnement et stockage

5.1 Livraison

La livraison des composants du produit est sous la responsabilité de la société ISOLAT France qui peut faire livrer directement aux applicateurs.

5.2 Conditionnement

Les deux composants sont livrés dans des fûts métalliques de ± 200 litres ou conteneurs plastiques de ± 1000 litres et ± 1250 kg. Ces fûts ou conteneurs sont pourvus d'étiquettes qui permettent d'identifier le produit (nom, numéro de traçabilité ou code de fabrication, masse, date limite d'utilisation, formulateur, consignes de sécurité).

5.3 Stockage

La durée de conservation des fûts et conteneurs des composants est de 6 mois à une température de 5 à 35 °C et avec protection contre l'humidité (fûts et conteneurs scellés).

En conditions d'utilisation (chantier), la conservation du produit n'excédera pas un mois à une température de 5 à 35 °C.

La société ISOLAT France remet les prescriptions de stockage à l'applicateur.

6. Mise en œuvre

6.1 Formation et assistance technique

La société ISOLAT France 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.

6.2 Conditions de mise en œuvre

6.2.1 Conditions climatiques

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

La température ambiante doit être supérieure à -10 °C. Le local sera chauffé s'il se trouve en dessous de cette température.

La température maximale est de + 40 °C.

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

6.2.2 Conditions spécifiques au climat de montagne et zone très froide

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 la membrane 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.

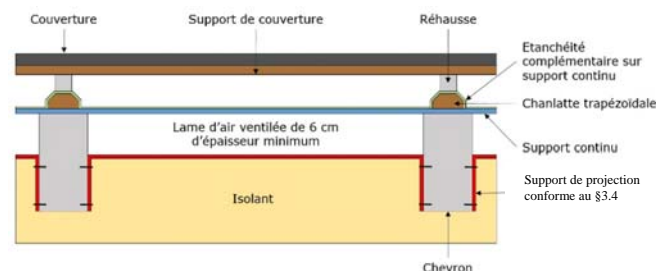


Figure 1 – Schéma de principe : Double toiture ventilée

6.2.3 Pare-vapeur

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 10cm 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.

6.2.4 Autres conditions

Le bâtiment doit être clos, couvert, vitrage posé (baies fermées sauf pour les portes d'accès).

Les gaines techniques (réseaux de fluides, réseaux d'air et gaines électriques) sont soit :

- Installées entre l'isolant et le parement intérieur dans l'espace vide généré par la pose de montants métalliques sur lesquels vient se fixer le parement intérieur,
- Installées à l'intérieur des caissons avant la projection de l'isolant qui les recouvre,
- Installées en apparent, sur le parement.

Si présence d'un pare-vapeur, les gaines techniques doivent être installées de manière à ne pas dégrader l'étanchéité à la vapeur d'eau de la paroi. Ainsi, pour toutes traverses du pare-vapeur, des accessoires étanches (manchons par exemple) prévus à cet effet doivent être utilisés. Avant intervention, l'étanchéité des installations de plomberie, d'électricité et de chauffage auront été vérifiées par le chauffagiste et/ou par le plombier et/ou par le maître d'œuvre.

L'étanchéité de la couverture et l'état de la charpente seront également inspectés.

6.3 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. En cas d'isolant existant, enlever l'isolant et procéder à l'application du procédé <i>H₂Foam LITE F – Application rampant de toiture</i> en adaptant la mise en œuvre du procédé en fonction de la nature du support rencontré (Cf. lignes ci-dessous).
Absence d'écran de sous-toiture ou écran non conforme au §3.4	Ventilation de la couverture assurée de l'égout au faitage exclusivement et par des chatières	Cas n°01 → Cf. § 6.52 Cas n°02 → Cf. § 6.53 Cas n°03 → Cf. § 6.54 La ventilation doit être conservée.
	Ventilation du local assurée en pignon	Pas de mise en œuvre du procédé

L'écran de sous-toiture 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.

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 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. Dans le cas contraire, la pose de ce procédé n'est pas possible.

6.4 Modalité de préparation du chantier avant l'application

6.4.1 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 installés dans un véhicule spécialement équipé à cet effet.

Avant la projection, le polyol est mélangé à grande vitesse à l'aide d'un mixer hydraulique pendant au moins 30 minutes afin d'homogénéiser le 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 dépend de l'équipement utilisé et de la distance de projection vis-à-vis du support (voir fiche technique). Les composants sont réchauffés et acheminés par des tuyaux haute pression (chauffés et isolés), jusqu'à la tête de mélange ($\pm 40^{\circ}\text{C}$). 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.

6.4.2 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.

6.4.3 Protections

Avant de commencer la projection, il convient de protéger les éléments de construction qui pourraient être salis par des particules fines qui sont en suspension dans l'air pendant la projection.

Tous les ouvrants (châssis et parties vitrées ou pleines) sont par ailleurs intégralement recouverts par un film plastique protecteur.

6.5 Configurations de mise en œuvre

6.5.1 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 5.1).

Lorsque l'épaisseur finale à projeter est inférieure à 200 mm, une seule passe s'avère nécessaire.

Lorsque l'épaisseur à projeter est supérieure à 200 mm, plusieurs passes sont nécessaires. La seconde couche peut être projetée sur la première couche dès que celle-ci a polymérisé et avant refroidissement pour éviter la création de bulles d'air entre les 2 couches.

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 m².

A la fin de la projection, l'épaisseur est mesurée avec un poinçon gradué ou une jauge à coulisse. L'épaisseur correspondant à la résistance thermique visée doit être obtenue en tout point de la paroi.

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

6.5.2 Cas n°1 : Projection de l'isolant sur écran souple agrafé entre les chevrons

La mise en œuvre d'un écran souple de sous-toiture conforme au §3.4 est nécessaire afin d'être utilisé comme support de projection.

Si un écran est déjà présent mais ne répond pas aux critères, installer un nouvel écran de sous-toiture répondant aux exigences du §3.4.

La ventilation en sous-face de la couverture et, le cas échéant, la ventilation en sous-face du nouvel écran de sous-toiture installé 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 mar-teau. Il convient d'effectuer un recouvrement de 10 cm minimum entre les lés du support utilisé.

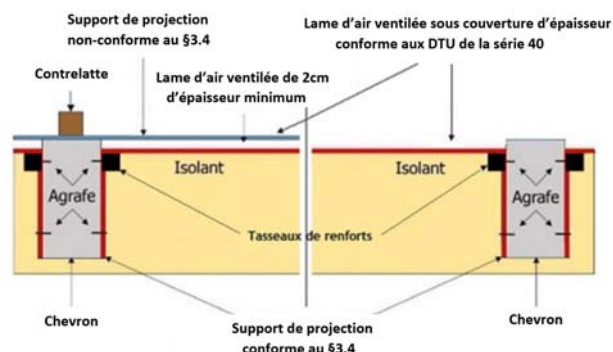
Une fixation mécanique de la membrane est ensuite réalisée à l'aide de liteaux.

La lame d'air entre le support 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 6.51.

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.



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.

Figure 2 - Isolation avec une membrane fixée entre les chevrons

6.53 Cas n°2 : Projection de l'isolant sur support agrafé autour des chevrons

La mise en œuvre d'un écran souple de sous-toiture conforme au §3.4 est nécessaire afin d'être utilisé comme support de projection.

Si un écran est déjà présent mais ne répond pas aux critères, installer un nouvel écran de sous-toiture répondant aux exigences du §3.4.

La ventilation en sous-face de la couverture et, le cas échéant, la ventilation en sous-face du nouvel écran de sous-toiture installé 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.

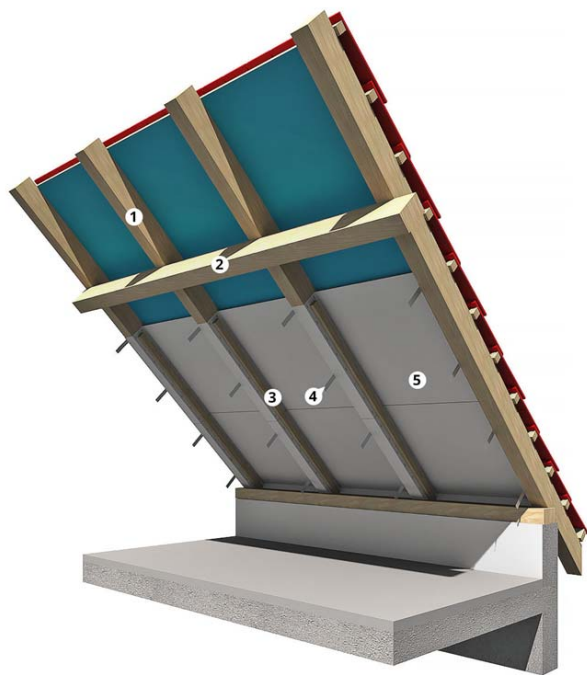
Une fixation mécanique de la membrane est ensuite réalisée à l'aide de liteaux.

La lame d'air entre le support 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.

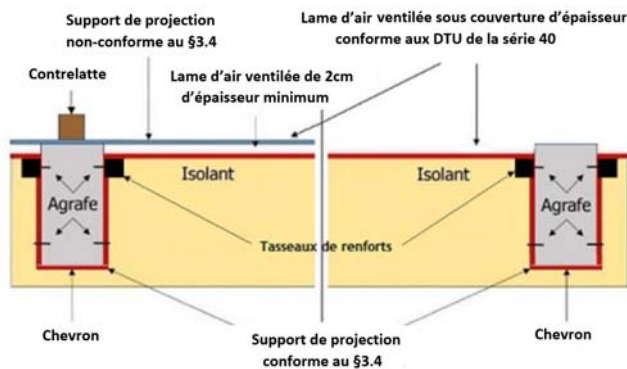
Etape 3 : L'applicateur réalise la projection de l'isolant conformément au paragraphe 6.51.

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. Membrane support de projection



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.

Figure 3 - Isolation avec une membrane fixée autour des chevrons

6.54 Cas n°3 : Projection de l'isolant sur une membrane agrafée en sous-face des chevrons

La mise en œuvre d'un écran souple de sous-toiture conforme au §3.4 est nécessaire afin d'être utilisé comme support de projection.

Si un écran est déjà présent mais ne répond pas aux critères, installer un nouvel écran de sous-toiture répondant aux exigences du §3.4.

La ventilation en sous-face de la couverture et, le cas échéant, la ventilation en sous-face du nouvel écran de sous-toiture installé 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.

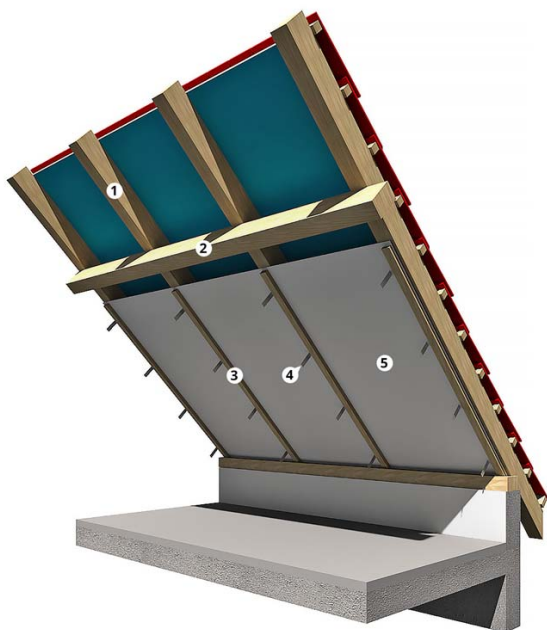
Une fixation mécanique de la membrane est ensuite réalisée à l'aide de liteaux.

Une entaille de quelques centimètres est effectuée afin de faire passer les suspentes à travers la membrane.

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.

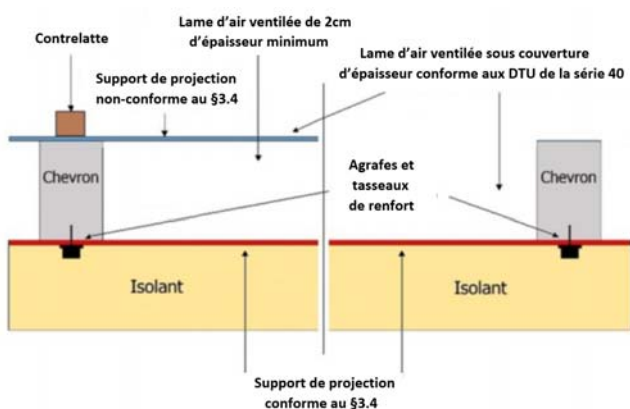
Etape 3 : L'applicateur réalise la projection de l'isolant conformément au paragraphe 6.51.

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. Membrane support de projection



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.

Figure 4 - Isolation avec une membrane agrafée en sous-face des chevrons

6.6 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.

6.6.1 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 épaisse d'environ 50 mm (« boudin » de mousse) est projetée sur la couche d'accroche ayant au préalable refroidie pendant cinq minutes.

6.6.2 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.

6.6.3 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.

6.6.4 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).

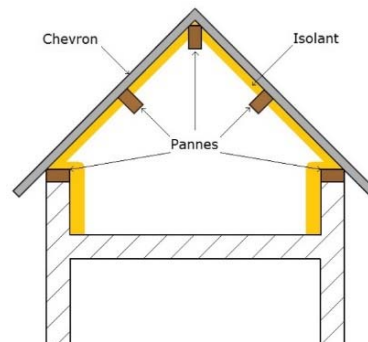


Figure 5 - Jonction avec les pannes

6.6.5 Conduit de fumée

L'ouvrage de fumisterie (conduit) doit être conforme à la norme NF DTU 24-1 P1.

Il convient de se reporter aux prescriptions du fabricant de conduit et de respecter les distances de sécurité vis-à-vis du matériau combustible selon la nature du conduit et de la présence ou non de coffrage ou gaine tels que décrits dans le DTU 24.1.

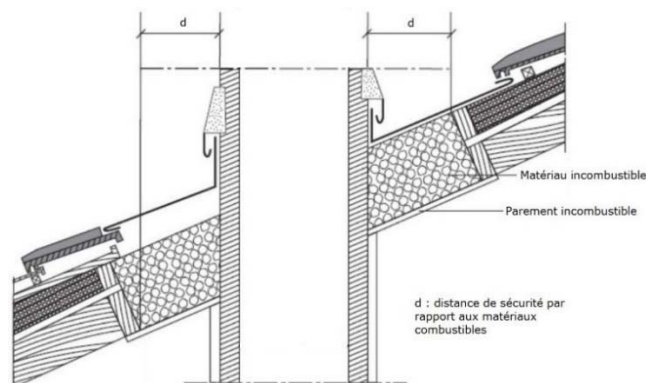


Figure 6 - Conduit de fumée

6.7 Ventilation des locaux

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

En phase d'expansion, le procédé *H₂Foam Lite F – Application rampant de toiture* produit un gaz 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.

6.8 Parement intérieur

Le procédé est compatible avec les parements intérieurs courants à base de plaques de plâtre cartonnées ou panneaux de particules de bois.

Leur mise en œuvre doit être réalisée conformément aux normes NF DTU 25.41 (plaques de plâtre) et NF DTU 31.2 (panneaux de particules de bois).

7. Sécurité des travailleurs

L'opérateur met en place un panneau d'affichage à l'entrée du chantier informant les intervenants sur la nature des protections individuelles à porter pendant les phases de projection et de ventilation du local.

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

- Règles générales de prévention des risques chimiques :
 - Décret n°2008-244 du 7 mars 2008 relatif au code du travail (partie réglementaire) ;
 - Fiche pratique de sécurité FT129 de l'Institut National de Recherche et Sécurité (INRS).
- Aération et assainissement des locaux :
 - Décret n°2008-244 du 7 mars 2008 relatif au code du travail (partie réglementaire).

Le titulaire fournit la Fiche de Données de Sécurité (FDS) du procédé en complément de la Déclaration de Performance.

8. Assistance technique

Les opérateurs des entreprises utilisatrices de ce procédé d'isolation sont formés par la société ISOLAT FRANCE qui met à leur disposition un service d'assistance technique permanent. 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.

B. Résultats expérimentaux

- Thermique : Rapport d'essai N°450/17 du CSI daté du 12/05/2017,
- Masse volumique : Rapport d'essai N°18/420/T013 du CSI daté du 09/05/2018,
- Absorption d'eau : Rapport d'essai N°18/420/T014 du CSI daté du 09/05/2018,
- Perméabilité à la vapeur d'eau : Rapport d'essai N°18/420/T015 du CSI daté du 09/05/2018,
- Emission de COV : Rapport N°100-061665 du ZUS daté du 02/05/2018.
- Etude WUFI relative aux risques de condensation : Rapport d'expertise du CSTB n°DEIS/HTO-2018-110-CB/LB du 09 novembre 2018.

C. Références

C1. Données Environnementales¹

Le produit *H2Foam Lite F – Application rampant de toiture* ne fait pas l'objet d'une Déclaration Environnementale (DE). Il ne peut donc revendiquer aucune performance environnementale particulière.

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

C2. Autres références

Depuis 2013, en travaux neufs et en rénovation, le produit *H2Foam Lite F – Application rampant de toiture* a été projeté en France sur plusieurs dizaines de milliers de m², en application rampant de toiture, murs intérieurs et sous-faces de planchers.

¹ Non examiné par le Groupe Spécialisé dans le cadre de cet Avis.