

Sur le procédé

Poliuretane Spray S-OC-008E - Application rampant de toiture

Titulaire : Société Synthesia Technology Europe, SLU
Internet : www.synthesia.com

Distributeur(s) : Société Synthesia Technology Europe, SLU
Internet : www.synthesia.com

Descripteur :

« Poliuretane Spray S-OC-008E – Application rampant de toiture » est un procédé d'isolation à base de mousse polyuréthane projetée in situ à cellules ouvertes et sans gaz d'expansion. Ce procédé d'isolation, adhérent à son support, en mousse rigide de polyuréthane projetée in situ (système de classe CCC1 selon la norme NF EN 14315-1), destiné à réaliser l'isolation thermique et à contribuer à l'étanchéité à l'air des rampants de toiture.

La gamme d'épaisseur est de 35 à 300 mm.

La pose d'une membrane pare-vapeur continue et indépendante est nécessaire.

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

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

AVANT-PROPOS

Les Avis Techniques et les Documents Techniques d'Application sont destinés à mettre à disposition des acteurs de la construction des éléments d'appréciation sur la façon de concevoir et de construire des ouvrages au moyen de produits ou procédés de construction dont la constitution ou l'emploi ne relèvent pas des savoir-faire et pratiques traditionnels.

Au terme d'une évaluation collective, l'avis technique de la commission se prononce sur l'aptitude à l'emploi des produits ou procédés relativement aux exigences réglementaires et d'usage auxquelles l'ouvrage à construire doit normalement satisfaire.

Versions du document

Version	Description	Rapporteur	Président
V2	Révision d'office ne portant que sur les éléments traversants de parois : conduits de fumée, canalisation et fourreau.	Hafiane CHERKAOUI	Yves SPAETH ELWART

Table des matières

1.	Avis du Groupe Spécialisé	5
1.1.	Définition succincte	5
1.1.1.	Description succincte	5
1.1.2.	Mise sur le marché	5
1.1.3.	Identification	5
1.2.	AVIS.....	5
1.2.1.	Domaine d'emploi accepté	5
1.2.2.	Appréciation sur le procédé	6
1.2.3.	Prescriptions Techniques	7
1.3.	Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé	8
1.4.	Annexes de l'Avis du Groupe Spécialisé.....	9
1.4.1.	Rappel des exigences spécifiques de la réglementation thermique	9
1.4.2.	Rappel des règles de calcul.....	9
2.	Dossier Technique.....	10
2.1.	Données commerciales	10
2.1.1.	Coordonnées	10
2.2.	Description.....	10
2.3.	Domaine d'emploi	10
2.4.	Matériaux.....	11
2.4.1.	Isolant	11
2.4.2.	Caractéristiques du produit.....	11
2.4.3.	Identification du produit.....	11
2.4.4.	Ecran - support de projection.....	12
2.4.5.	Pare-vapeur.....	12
2.4.6.	Fixation du support de projection	12
2.5.	Fabrication et contrôles.....	12
2.5.1.	Fabrication	12
2.5.2.	Contrôles en usine du formulateur (composants).....	12
2.5.3.	Contrôles de l'isolant au laboratoire de Synthesia	14
2.5.4.	Contrôles de l'isolant dans un laboratoire externe accrédité	14
2.5.5.	Contrôles sur chantier (in situ).....	15
2.6.	Livraison, conditionnement et stockage.....	16
2.6.1.	Livraison des composants.....	16
2.6.2.	Conditionnement des composants	16
2.6.3.	Stockage des composants	16
2.7.	Dispositions préalables à la mise en œuvre.....	16
2.7.1.	Généralités.....	16
2.7.2.	Contrôle de la documentation	16
2.7.3.	Reconnaissance de l'état du chantier	16
2.7.4.	Reconnaissance du support et du comble	17
2.8.	Préparation de la machine de projection.....	17
2.8.1.	Unité mobile de projection.....	17
2.9.	Configurations de mise en œuvre	18
2.10.	Conditions de mise œuvre	20
2.10.1.	Conditions climatiques	20
2.10.2.	Conditions spécifiques au climat de montagne et zone très froide	20

2.10.3.	Pare-vapeur.....	20
2.10.4.	Autres conditions.....	21
2.11.	Mise en œuvre.....	21
2.11.1.	Traitement des points singuliers.....	21
2.11.2.	Exécution de l'isolation de sous-faces de rampants.....	24
2.11.3.	Ventilation des locaux.....	25
2.11.4.	Parement intérieur.....	25
2.12.	Assistance technique.....	25
2.13.	Résultats expérimentaux.....	26
2.14.	Références.....	26
2.14.1.	Données Environnementales.....	26
2.14.2.	Autres références.....	26
2.15.	Annexes du Dossier Technique.....	27

1. Avis du Groupe Spécialisé

Le Groupe Spécialisé n° 20 - Produits et procédés spéciaux d'isolation de la Commission chargée de formuler les Avis Techniques a examiné, le 08 janvier 2021, le procédé « **Poliuretane Spray S-OC-008E – Application rampant de toiture** », présenté par la Société SYNTHESIA TECHNOLOGY EUROPE, SLU. Il a formulé, sur ce procédé, le Document Technique d'Application ci-après. L'avis a été formulé pour les utilisations en France métropolitaine.

1.1. Définition succincte

1.1.1. Description succincte

« Poliuretane Spray S-OC-008E – Application rampant de toiture » est un procédé d'isolation à base de mousse polyuréthane projetée in situ à cellules ouvertes et sans gaz d'expansion. Ce procédé d'isolation, adhérent à son support, en mousse rigide de polyuréthane projetée in situ (système de classe CCC1 selon la norme NF EN 14315-1), destiné à réaliser l'isolation thermique et à contribuer à l'étanchéité à l'air des rampants de toiture.

La gamme d'épaisseur est de 35 à 300 mm.

Le produit POLIURETAN Spray S-OC-008E est suivi par l'organisme tiers AENOR.

Le procédé ne peut pas être associé à une autre couche d'isolation thermique et ne doit pas rester apparent. Un parement intérieur doit être mis en place.

La pose d'une membrane pare-vapeur continue et indépendante est nécessaire.

La pose d'un support de projection est obligatoire (cf. §2.4.4).

Le produit POLIURETAN SPRAY S-OC-008E ne peut être commercialisé et mis en œuvre que par une entreprise applicatrice dûment autorisée à cet effet par Synthesia Technology Europe, SLU.

1.1.2. Mise sur le marché

Conformément au Règlement UE N°305/2011 (RPC), le produit POLIURETHAN SPRAY S-OC-008E fait l'objet d'une déclaration des performances (DoP) n°CPR-2013-OC008E-5 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.

1.1.3. Identification

Les deux composants (polyol et isocyanate) du système sont présentés dans deux conditionnements séparés (fûts ou containers). Les emballages sont identifiés par des étiquettes sur lesquelles sont indiqués les éléments suivants :

- Code interne et nom du produit
- Usine de fabrication et adresse
- Numéro de lot
- Date d'expiration du produit
- Poids net
- Pictogrammes/Phrases relatifs à la sécurité.

Aussi, l'étiquette du composant A indique :

- Marquage « CE »
- Etiquette relative aux émissions en polluants volatils conformément au décret n°2011-321 du 23 mars 2011
- Marquage « Keymark » n°020/003872
- Nom du composant B.

1.2. AVIS

1.2.1. Domaine d'emploi accepté

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

Le principe de couverture ventilée 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 de couverture afin de conserver une lame d'air.

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

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

Les climats de plaine, de montagne (altitude > 900 m) et les zones très froides sont visés.

Nota : Une zone très froide est définie par une température de base strictement inférieure à - 15 °C (NF P 52-612/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, l'Yonne, la Saône-et-Loire, la Savoie et la Haute-Savoie pour les altitudes > 800 m.

1.2.2. Appréciation sur le procédé

1.2.2.1. Satisfaction aux lois et règlements 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

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 aux distances de sécurité entre le conduit de fumée et l'élément combustible conformément à la norme NF DTU 24.1 et à l'*e-cahier du CSTB* 3816 de juillet 2020.

Les parements intérieurs doivent répondre aux critères du « Guide de l'isolation par l'intérieur des bâtiments d'habitation du point de vue des risques en cas d'incendie » de janvier 2016, et être posés conformément aux DTU et Avis Techniques en vigueur.

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.

Le produit Poliuretane Spray S-OC-008E possède un Euroclasse E pour la réaction au feu.

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.

Données environnementales

Le produit Poliuretane Spray S-OC-008E ne dispose d'aucune 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 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.

Prévention des accidents lors de la mise en œuvre

Les composants du produit Poliuretane Spray S-OC-008E disposent des Fiches de Données de Sécurité (FDS). L'objet de ces FDS est d'informer l'utilisateur de ces composants et toute personne présente sur le chantier lors de l'application sur les dangers liés à l'utilisation et sur les mesures préventives à adopter pour les éviter, notamment par le port d'équipements de protection individuelle (EPI).

Isolation thermique

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

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 du produit, indépendamment de la prise en compte des appuis intermédiaires éventuels, est la résistance thermique certifiée donnée par le certificat Keymark n°020/003872.

Cette résistance thermique utile R_u est donnée en fonction de l'épaisseur projetée calculée.

Acoustique

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

Étanchéité

- À l'air : Le dossier technique prévoit des modalités de traitement des points singuliers (contour des fenêtres de toit, etc.) et des jonctions avec les ouvrages adjacents (murs, etc.).

Ce procédé contribue à l'étanchéité à l'air de la paroi du bâtiment.

- A l'eau : Le produit n'est pas destiné à assurer l'étanchéité à l'eau.
- A la vapeur d'eau : Le produit n'est pas destiné à assurer l'étanchéité à la vapeur d'eau.

1.2.2.2. Durabilité - Entretien

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

1.2.2.3. 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.

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, masse volumique et propriétés mécaniques.
- Des contrôles sur chantier portant sur la mise en œuvre du produit : épaisseur et masse volumique.

L'usine de production est également suivie par d'autres organismes extérieurs. Elle est sous management de la qualité ISO 9001 :2015.

1.2.2.4. Mise en œuvre

La mise en œuvre nécessite un soin particulier et des formations spécifiques au préalable des applicateurs.

La mise en œuvre nécessite :

- Avant la mise en œuvre, une reconnaissance du support et du comble ainsi qu'une préparation du chantier sont nécessaires selon le Dossier Technique.
- De s'assurer de la constance du rapport de mélange (rapport de volume) entre les deux composants lors de l'expansion.
- De contrôler la pression et la température des deux composants.
- De s'assurer de l'absence de toute trace d'humidité sur support au moment de la projection.
- De contrôler l'expansion de la mousse et la régularité de la couche obtenue et de son épaisseur.
- 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 qui assure la ventilation de la toiture.

Le procédé « Poliurethan Spray S-OC-008E – Application rampant de toiture » ne peut pas être associé à une autre couche d'isolation thermique.

1.2.2.5. Sécurité

Lors de l'application du produit, il convient de respecter les règles de sécurité relatives à la mise en œuvre ainsi que celles décrites dans les fiches de données de sécurité fournies par la Société SYNTHESIA TECHNOLOGY EUROPE, S.L.U.

L'applicateur met en place un panneau d'affichage à l'entrée du chantier, informant toute personne 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 :

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) des composants du produit sur demande.

1.2.3. Prescriptions Techniques

1.2.3.1. Conditions de conception

La conception des parois doit respecter les DTU et Avis Technique en vigueur.

Compte-tenu du domaine d'emploi visé, le procédé nécessite 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 réalisé, à l'initiative du Maître d'ouvrage, selon le paragraphe 2.7.1 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).

1.2.3.2. Conditions de mise en œuvre

Le procédé ne peut pas être associé à 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 Documents Particuliers du Marché (DPM) précisent notamment que la vérification du support doit être effectuée conformément aux prescriptions du § 2.7.1 du Dossier Technique.

1.2.3.3. Assistance technique

Les applicateurs des entreprises utilisatrices de ce procédé d'isolation sont formées par la Société SYNTHESIA TECHNOLOGY EUROPE, S.L.U en français.

La Société SYNTHESIA TECHNOLOGY EUROPE, S.L.U met à leur disposition un service d'assistance technique permanent sur demande.

Contact :

- Mail : bbauge@synthesia.com ;
- Tél : +33 684 801 227.

Appréciation globale

L'utilisation du procédé dans le domaine d'emploi accepté (cf. paragraphe 1.2.1) est appréciée favorablement.

1.3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

Une liste d'applicateurs autorisés pour la mise en œuvre du procédé a été transmise dans le cadre de l'instruction de cet Avis Technique.

La liste des applicateurs autorisés est consultable sur le site de Synthesia Technology Europe, SLU : www.synthesia.com

L'association avec un autre isolant thermique est interdite.

La pose d'une membrane pare-vapeur continue et indépendant est nécessaire.

La pose d'un support de projection est obligatoire (cf. §2.4.4).

En présence d'un écran rigide de sous-toiture ou souple classique non HPV, le maintien d'une lame d'air ventilée continue de l'égout au faîtage de minimal 2 cm entre la sous-face de l'écran et la surface de l'isolant doit être maintenue.

1.4. Annexes de l'Avis du Groupe Spécialisé

1.4.1. 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) Avant le 1er janvier 2023	$RT \geq 4,4$	Résistance thermique R minimale en zone H1a, H1b, H1c
	$RT \geq 4,3$	Résistance thermique R minimale en zone H2a, H2b, H2c, H2d et zone H3, à une altitude supérieure à 800 mètres
	$RT \geq 4$	Résistance thermique R minimale en zone H3, à une altitude inférieure à 800 mètres
RT ex par éléments (arrêté du 22 mars 2017) A partir du 1er janvier 2023	$RT \geq 5,2$	Résistance thermique R minimale en zone H1a, H1b, H1c
	$RT \geq 4,5$	Résistance thermique R minimale en zone H2a, H2b, H2c, H2d et zone H3, à une altitude supérieure à 800 mètres
	$RT \geq 4$	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 RT2012 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_T : la résistance thermique totale du rampant après rénovation (en $m^2.K/W$).

1.4.2. Rappel des règles de calcul

La résistance thermique de la paroi (R_{Tot}) s'effectue comme suit :

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

Avec :

R_u : Résistance thermique utile du procédé défini dans le présent avis, calculée sur la base du certificat Keymark n° 020/003872 en cours de validité.

R_c : Résistance thermique de la paroi support.

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

e_c : épaisseur de la paroi 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 :

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

Avec :

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

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

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

R_c = Résistance thermique des autres éléments de paroi en partie courante (parois 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 .

2. Dossier Technique

Issu du dossier établi par le titulaire

2.1. Données commerciales

2.1.1. Coordonnées

Titulaire : Société Synthesia Technology Europe, SLU
 Argent 3, Castellbisbal
 ES - 08755 Barcelone
 Tél. : +34 93 682 13 00
 Email : cservice@synthesia.com
 Internet : www.synthesia.com

Distributeur : Société Synthesia Technology Europe, SLU
 Argent 3, Castellbisbal
 ES - 08755 Barcelone
 Tél. : +34 93 682 13 00
 Email : cservice@synthesia.com
 Internet : www.synthesia.com

2.2. Description

« Poliuretane Spray S-OC-008E – Application rampant de toiture » est un procédé d'isolation à base de mousse polyuréthane projetée in situ à cellules ouvertes et sans gaz d'expansion. Ce procédé d'isolation, adhérent à son support, en mousse rigide de polyuréthane projetée in situ (système de classe CCC1 selon la norme NF EN 14315-1), destiné à réaliser l'isolation thermique et à contribuer à l'étanchéité à l'air des rampants de toiture.

La gamme d'épaisseur est de 35 à 300 mm.

Le produit POLIURETAN Spray S-OC-008E est suivi par l'organisme tiers AENOR.

Le procédé ne peut pas être associé à une autre couche d'isolation thermique et ne doit pas rester apparent. Un parement intérieur doit être mis en place.

La pose d'une membrane pare-vapeur continue et indépendante est nécessaire.

La pose d'un support de projection est obligatoire (cf. §2.4.4).

Le produit POLIURETAN SPRAY S-OC-008E ne peut être commercialisé et mis en œuvre que par une entreprise applicatrice dûment autorisée à cet effet par Synthesia Technology Europe, SLU.

2.3. Domaine d'emploi

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

Le principe de couverture ventilée 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 de couverture afin de conserver une lame d'air.

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

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

Les climats de plaine, de montagne (altitude > 900 m) et les zones très froides sont visés.

Nota : Une zone très froide est définie par une température de base strictement inférieure à - 15 °C (NF P 52-612/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, l'Yonne, la Saône-et-Loire, la Savoie et la Haute-Savoie pour les altitudes > 800 m.

2.4. Matériaux

2.4.1. Isolant

L'isolant POLIURETAN SPRAY S-OC-008E est une mousse de polyuréthane de classe CCC1 avec moins de 20% de cellules fermés selon la norme NF EN 14315-1.

Il est obtenu par la projection d'un mélange de deux composants formant une mince pellicule s'expansant à l'air libre :

- Composant A : Poliuretane Spray S-OC-008E (mélange des polyols contenant des catalyseurs et des ignifugeants en phase aqueuse et sans gaz d'expansion),
- Composant B : Isocyanate H (MDI polymérique, Diphényl méthane diisocyanate).

L'expansion de la mousse se fait, en phase aqueuse, sans utilisation de gaz d'expansion (expansion due à l'eau contenue dans le composant A par suite d'une réaction chimique lors du mélange des deux composants).

2.4.2. Caractéristiques du produit

Le produit Poliuretane Spray S-OC-008E est marqué CE conformément à la norme NF EN 14315-1 et fait l'objet d'une Déclaration de Performance (DoP) en conformité avec la norme du produit et le Règlement (EU) n°305/2011.

Le produit fait également l'objet d'un certificat Keymark n°020/003872 délivré par l'organisme tiers AENOR et d'un suivi conformément au paragraphe 2.5.2.

Tableau 1 – Caractéristiques déclarées

Plage d'épaisseurs (mm)	35 à 300
Conductivité thermique (W/m.K)	0,038 cf. Keymark n°020/003872
Plage de masse volumique (kg/m ³)	7 à 10
Absorption d'eau à court terme par immersion partielle (W _p) selon NF EN 1609 Méthode B (kg/m ²)	≤ 16,0
Résistance à la diffusion de la vapeur d'eau (μ) selon NF EN 12086-Méthode A	≥ 5
Stabilité dimensionnelle ⁽¹⁾ selon NF EN 1604	DS (TH)2
Réaction au feu (Euroclasse) selon NF EN 13501-1	E
Classe d'émission de COV selon ISO 16000	A+
⁽¹⁾ Conditions : 48±1 h à (-20±3) °C et à (70±2) °C et à une humidité relative de (90±5) %	

Tableau 1bis – Épaisseur d'air équivalente pour la diffusion de vapeur s_d en fonction de l'épaisseur selon NF EN 12086

Épaisseur (mm)	35	40	50	100
Épaisseur d'air équivalente s _d (m)	0,18	0,20	0,25	0,50
Épaisseur (mm)	150	200	250	300
Épaisseur d'air équivalente s _d (m)	0,75	1,00	1,25	1,50

2.4.3. Identification du produit

Les deux composants (polyol et isocyanate) du système sont présentés dans deux conditionnements séparés (fûts ou containers). Les emballages sont identifiés par des étiquettes sur lesquelles sont indiqués les éléments suivants :

- Code interne et nom du produit
- Usine de fabrication et adresse
- Numéro de lot
- Date d'expiration du produit
- Poids net.
- Pictogrammes/Phrases relatifs à la sécurité.

Aussi, l'étiquette du composant A indique :

- Marquage « CE »
- Etiquetage sanitaire français (émissions dans l'air intérieur)
- Marquage « Keymark » n°020/003872
- Nom du composant B

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

2.4.4. Voile - support de projection

La nature du voile support de projection utilisée sera 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 voile support de projection précité.

Pour éviter tout risque de condensation dans la paroi, de déchirure et de pénétration de l'isolant projeté sur 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 avec, a minima, les caractéristiques suivantes :

- Perméabilité à la vapeur d'eau s_{d1} ($s_d \leq 0,10$ m) ;
- Perméabilité à l'eau : E1 ;
- Résistance à la traction : Tr2 ou Tr3 selon entraxe des chevrons.

De plus l'écran souple 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.

2.4.5. Pare-vapeur

La mise en œuvre d'un pare-vapeur est nécessaire.

Ce système est installé du côté chaud de la construction entre l'isolation thermique et le parement intérieur.

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	18

2.4.6. Fixation du support de projection

Pour fixer le voile support de projection sur le chant des chevrons, des agrafes à fil plat de 10 mm de hauteur sont utilisées ainsi que des renforts de type liteaux 18x38 traités cl2 et fixés mécaniquement à la pointe annelée en zingue de 50 mm.

2.5. Fabrication et contrôles

2.5.1. Fabrication

Le composant B est contrôlé et commercialisé et le composant A est fabriqué, contrôlé et commercialisé par la société :

SYNTHESIA TECHNOLOGY EUROPE, SLU

Argent, 3

08755. CASTELLBISBAL (Barcelona) - Espagne

Cette usine est sous système de management de la qualité certifié ISO 9001:2015.

2.5.2. Contrôles en usine du formulateur (composants)

La constance des performances du POLIURETAN SPRAY S-OC-008E est vérifiée par l'organisme tiers AENOR, qui bénéficie d'une accréditation ISO CEI 17065 par un organisme reconnu par E.A. (European Cooperation for Accreditation).

Les matières premières qui concourent aux formulations sont répertoriées, contrôlées et enregistrées.

Les paramètres de contrôle de chaque composant, les méthodes (norme, procédure, etc.), les fréquences et tolérances sont définis dans une procédure qualité interne à l'usine.

À chaque lot produit, le profil de réaction (temps de crème, temps de fil et temps hors poisse) et la masse volumique par croissance libre sont contrôlés conformément à l'Annexe E de la norme EN 14315-1.

Autres caractéristiques également testées à chaque lot produit.

- Composant A : teneur en eau et viscosité ;
- Composant B : NCO et viscosité.

L'ensemble des résultats sont enregistrés et un certificat d'analyse est délivré à chaque livraison.

Les autocontrôles des caractéristiques déclarées sur le produit fini (mousse) sont réalisés selon les fréquences indiquées dans l'Annexe B de la norme EN 14315-1 et la norme EN 13172.

Dans le cadre du certificat Keymark n° 020/003872 du produit POLIURETAN SPRAY S-OC-008E, l'organisme tiers AENOR réalise un audit 2 fois par an de l'usine.

Tableau 2 – Contrôles réalisés par l'organisme tiers AENOR*

Audits		Fréquence
Audits réalisés à l'usine Synthesia	Vérification des contrôles d'usine et des équipements de contrôles utilisés (cf. Tableau 2a)	2 fois par an
	Vérification des contrôles effectués par Synthésia sur les échantillons envoyés par les applicateurs autorisés (cf. Tableau 2b)	2 fois par an
	Vérification des registres et des essais effectués par le laboratoire externe accrédité (cf. § 2.5.4) sur les échantillons prélevés par l'auditeur AENOR (cf. Tableau 2c)	1 fois par an
Audits effectués sur les applicateurs certifiés	Vérification des contrôles de mise en œuvre et des équipements utilisés (cf. Tableau 2d)	2 fois par an par applicateur
	Vérification des contrôles effectués dans le laboratoire externe accrédité (cf. Tableau 2c)	1 fois par an par applicateur

* Les rapports d'essais et contrôles d'AENOR sont envoyés par Synthesia une fois par an au CSTB

Tableau 2a – Contrôles des produits vérifiés par l'organisme tiers AENOR à l'usine Synthésia lors de l'audit

Produits	Caractéristiques contrôlées	Norme	Fréquence
Polyol	Profil de réaction (2)	EN 14315-1 Annexe E	1 fois par lot
	Masse volumique (2)	EN 14315-1 Annexe E	
	Teneur en eau (2)	ISO 14897	
	Viscosité	UNE-EN ISO 2555	
Isocyanate	NCO (2)	RP.20.05 Annexe E	1 fois par lot
	Viscosité	UNE-EN ISO 2555	
Mousse (1)	Conductivité thermique (initiale et après vieillissement)	EN 14315-1 - Annexe C EN 12667	EN 14315-1 - Tableau B.1
	Masse volumique	EN 1602	
	Pourcentage de cellules fermées	ISO 4590	
	Stabilité dimensionnelle	EN 1604	
	Absorption d'eau	EN 1609 Annexe B	
	Coefficient de résistance à la diffusion de vapeur d'eau	EN ISO 12572 ou EN 12086 Annexe A	
	Masse volumique	EN 1602	4 fois par an

(1) Sur des éprouvettes projetées en usine

(2) Tests effectués sous la présence de l'organisme AENOR lors d'un audit une fois par an.

L'organisme tiers AENOR vérifie les contrôles réalisés en usine du formateur (cf. § 2.5.2), par le laboratoire de Synthesia (cf. § 2.5.3), par le laboratoire externe accrédité (cf. § 2.5.4) et sur chantiers (cf. § 2.5.5) au cours d'audits. L'organisme tiers vérifie également, une fois par an, au cours d'un audit spécifique, les contrôles et enregistrements réalisés par Synthesia, dont l'analyse des mesures effectuées par le laboratoire sur la conductivité thermique (fractile 90/90). Les rapports relatifs à ces audits sont adressés par l'organisme tiers à Synthesia.

Le titulaire transmet une fois par an tous ses rapports de vérifications et les rapports d'audits, au CSTB.

2.5.3. Contrôles de l'isolant au laboratoire de Synthesia

La Société Synthesia Technology Europe, SLU réalise dans son laboratoire un contrôle interne à partir d'échantillons prélevés sur chantier (cf. Tableau 2b).

Les résultats de ces contrôles sont transcrits sur des registres. Ces registres sont archivés par Synthesia Technology Europe, SLU.

Tableau 2b – Contrôles effectués au laboratoire de Synthesia sur des échantillons prélevés sur chantier par les applicateurs certifiés

Caractéristiques contrôlées	Norme	Fréquence minimale
Conductivité thermique et fractile 90/90	EN 12667	1 fois /semaine (1)
Masse volumique	EN 1602	1 fois /semaine (1)
Pourcentage de cellules fermées	ISO 4590	1 fois /semaine (1)
Stabilité dimensionnelle	EN 1604	1 fois par mois par unité de projection

(1) La mesure est réalisée pour un nombre minimal (Y) d'unités de projection (X) : $Y=\sqrt{x}$. Le résultat est arrondi au nombre entier supérieur. Un contrôle de chaque unité de projection doit être effectué au moins une fois par mois.

(Ex. 10 unités de projection agréées ; $Y=\sqrt{10}=3,16$; 4 mesures par semaine = 16 mesures par mois).

2.5.4. Contrôles de l'isolant dans un laboratoire externe accrédité

Les laboratoires accrédités qui réalisent les essais de contrôle pour Synthesia Technology Europe, SLU sont les laboratoires notifiés en Espagne :

- LGAI TECHNOLOGICAL CENTER, S.A et ;
- CEIS (Centro de Ensayos Innovación y Servicios).

Ils sont accrédités selon les normes NF EN 12667 et NF EN 1602.

Tableau 2c – Contrôles effectués au laboratoire externe accrédité sur des échantillons prélevés sur chantier par l'auditeur AENOR

Echantillons	Caractéristiques contrôlées	Norme	Fréquence minimale
Echantillon de l'usine de Synthesia	Conductivité thermique	EN 12667	1 fois par an
	Masse volumique	EN 1602	
	Pourcentage de cellules fermées	ISO 4590	
	Absorption d'eau	EN 1609 Annexe B	
	Coefficient de résistance à la diffusion de vapeur d'eau	EN ISO 12572 ou EN 12086 Annexe A	1 fois tous les 2 ans
	Réaction au feu	EN 13501-1	1 fois tous les 5 ans
Échantillons prélevés sur chantier pour chaque applicateur certifié	Conductivité thermique (2)	EN 12667 EN 12939	1 échantillon par an et pour chaque applicateur – avec un minimum de 2 échantillons tous les six mois entre tous les applicateurs certifiés (1)
	Masse volumique	EN 14315-2 EN 1602	

(1) Si l'applicateur a plusieurs machines, des échantillons seront prélevés sur la moitié des machines chaque année, de sorte que tous les 2 ans, des échantillons ont été prélevés sur toutes les machines.

(2) L'essai type initial doit être effectué entre tous les applicateurs certifiés.

Les résultats de ces contrôles sont transcrits sur des registres. Ces registres sont archivés par Synthesia Technology Europe, SLU.

Les résultats de ces essais sont adressés par l'organisme tiers AENOR à Synthesia sous forme d'un rapport d'essais accompagné des résultats des tests de conformité décrits dans l'Annexe 2 du Dossier Technique.

2.5.5. Contrôles sur chantier (in situ)

L'applicateur procède à des contrôles selon des fréquences décrites dans le tableau 2d.

Sur chantier l'applicateur doit mesurer :

- L'épaisseur et ;
- La masse volumique : après prélèvement des échantillons. L'orifice laissé est instantanément rempli par le projeteur.

Tableau 2d – Contrôles effectués sur chantier par les applicateurs (1)

Contrôles	Norme	Fréquence minimale
Température d'unités de projection	Fiche technique du produit	Une confirmation journalière
Température du support	EN 14315-2 – Annexe E3	
L'humidité du support	EN 14315-2 – Annexe E3	
Rapport de mélange	NF EN 14315-2 Annexe E4	Une confirmation journalière (unités de projection à débit variable) Une fois tous les 3 jours (unités de projection à débit fixe)
Aspect de la mousse	Visuel	Chaque heure et minimum chaque 50 m ²
Masse volumique	EN 14315-2 - Annexe B & EN1602	3 éprouvettes (au début, au milieu et à la fin) pour un même lot de matières premières et pour chaque chantier
Epaisseur	Equipements conformes à EN 14315-2 - Annexe A	10 mesures minimum par chantier et tous les 50 m ²

(1) Les tests effectués sur les chantiers par les applicateurs doivent être à la disposition de Synthesia

L'applicateur doit remplir le procès-verbal de réception de chantier pour assurer la traçabilité du chantier et les conditions d'application.

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

- La masse volumique de la projection est la moyenne des 3 mesures réalisées sur chantier,
- L'épaisseur projetée est la moyenne des mesures, arrondie à 5 mm par défaut.

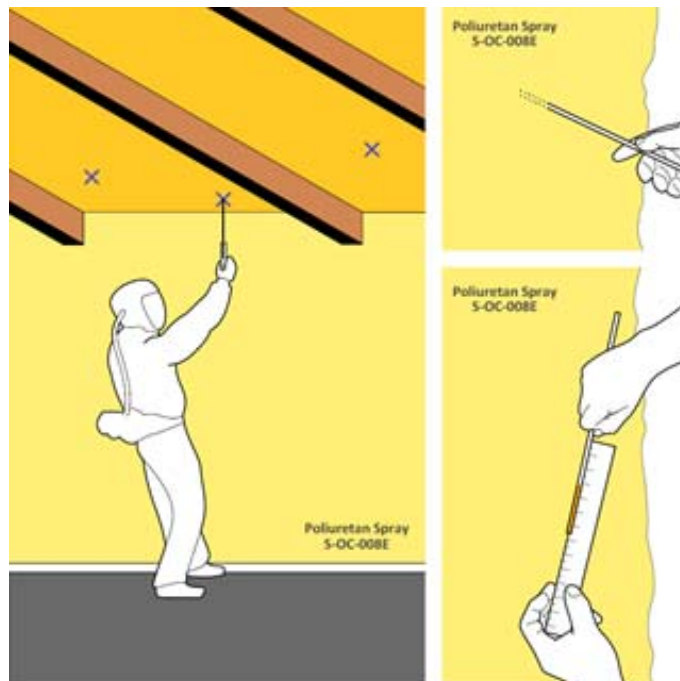


Figure 1 : contrôle de l'épaisseur

Les contrôles de masse volumique et d'épaisseur sont consignés dans un registre des chantiers qui est mis à disposition de l'organisme tiers AENOR dans le cadre du suivi des performances (cf. § 2.5.2).

Les résultats de ces contrôles sont transcrits sur des registres. Ces registres sont archivés par Synthesia Technology Europe, SLU.

Les mesures de conformité sont réalisées selon l'Annexe F de la norme EN 13172.

2.6. Livraison, conditionnement et stockage

2.6.1. Livraison des composants

La livraison des composants du produit est sous la responsabilité de la société SYNTHESIA TECHNOLOGY EUROPE, SLU qui peut faire livrer directement aux entreprises applicatrices autorisées.

2.6.2. Conditionnement des composants

Les deux composants sont livrés :

- Dans des fûts de ± 230 kg pour le polyol et ± 250 kg pour l'isocyanate, ou
- Dans des conteneurs de ± 1000 kg pour le polyol et ± 1250 kg pour l'isocyanate.

Ces fûts et 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, marquage CE, consignes de sécurité).

2.6.3. Stockage des composants

Les composants du système sont sensibles à l'humidité et doivent être stockés en fûts ou containers hermétiquement fermés. La température de stockage doit être maintenue entre $+5$ et $+30^{\circ}\text{C}$. Les températures plus basses augmentent significativement la viscosité des polyols, augmentant les difficultés d'application et pouvant générer des cristallisations au sein de l'isocyanate.

Afin d'éviter ces problèmes, il est recommandé de laisser reposer les emballages un certain temps dans un local frais et ventilé avant utilisation.

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

- 9 mois à une température de 5 à 30°C pour le composant B (isocyanate),
- 4 mois à une température de 5 à 30°C pour le composant A (polyol).

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

2.7. Dispositions préalables à la mise en œuvre

2.7.1. Généralités

Le bâtiment doit être clos, couvert, vitrage posé (baies fermées sauf pour les portes d'accès). Les locaux à isoler doivent être vides.

Le maître d'ouvrage, par l'intermédiaire du maître d'œuvre, est tenu de confirmer à l'entreprise applicatrice :

- Que la paroi support est conforme au DTU applicable en vigueur,
- L'état du support : il doit être sain et exempt de trace d'humidité.
- Dans le cas des éléments en bois, ces derniers doivent présenter un taux d'humidité inférieur ou égale 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. Si le support n'est pas compatible à la projection de l'isolant, le maître d'ouvrage engagera les travaux le permettant.

Avant toute exécution de chantier, l'applicateur doit procéder aux vérifications préalables suivantes :

- Contrôle de la documentation technique ;
- Étude de l'état du chantier ;
- Préparation de la machine de projection ;
- Mode opératoire de projection.

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 (spots, transformateurs) cf. NF C15-100.

Tous les éléments encastrés dans le coffrage 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 procéder à la projection, il est indispensable de protéger tous les éléments définitifs (fenêtre de toit notamment) ainsi que les installations en place (tubes, grilles, canalisations, radiateurs, prises de courant...) qui pourraient être atteints lors de la mise en œuvre. Ils sont donc intégralement recouverts par un film plastique protecteur.

Toutes les personnes présentes lors de la projection doivent porter des EPI.

2.7.2. Contrôle de la documentation

L'applicateur contrôle la réception des marchandises à utiliser sur le chantier a pour but de s'assurer les caractéristiques techniques de celles-ci correspondent aux exigences du projet :

- S'assurer de la présence du logo CE sur le produit.
- Lire l'étiquette et la déclaration des performances ;
- Vérifier que le produit répond bien à la réglementation en vigueur.

2.7.3. Reconnaissance de l'état du chantier

Les points ci-après sont vérifiés avant la mise en œuvre du procédé :

- 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

- Tous les éléments encastrés dans le caisson 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.
- Les cheminées et conduits de fumée doivent respecter les prescriptions relatives aux distances minimales de sécurité, conformément au NF DTU 24.1 et au e-cahier du CSTB 3816 de juillet 2020. Le produit ne doit pas être en contact direct avec les cheminées et conduits.

2.7.4. Reconnaissance du support

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.

En présence d'un isolant existant, l'enlever et procéder à la mise en place du voile support de projection pour l'application de la mousse Poliuretane Spray S-OC-008E s'assurant du respect des règles de l'art notamment de la ventilation de la lame d'air sous la couverture selon le cas ou nature du support rencontré.

Plusieurs cas de figures peuvent être rencontrés (cf. Tableau 3).

Tableau 3– Principes de mise en œuvre

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 présence d'un isolant l'enlever et procéder à la mise en place du voile support de projection pour l'application de la mousse Poliuretane Spray S-OC-008E s'assurant du respect de la ventilation de la lame d'air sous la couverture selon le cas ou nature du support rencontré (Cf. lignes ci-dessous)
Présence d'un écran RIGIDE de sous-toiture	Maintien une lame d'air continue de l'éégout au faitage de minimal 2 cm entre la sous-face de l'écran, la surface de l'isolant (§ 2.9)	Un voile support de projection conforme au § 2.4.4 doit être installé afin de créer cette lame d'air.
	Ventilation de l'écran assurée en pignon	Pas de mise en œuvre du procédé
Présence d'un écran SOUPLE non HPV	Maintien une lame d'air continue de l'éégout au faitage de minimal 2 cm entre la sous-face de l'écran la surface de l'isolant (§ 2.9)	Un voile support de projection conforme au § 2.4.4 doit être installé afin de créer cette lame d'air.
	Ventilation de l'écran assurée en pignon	Pas de mise en œuvre du procédé
Absence d'écran de sous-toiture	La ventilation de la couverture doit être assurée de l'éégout au faitage	Un voile support de projection conforme au § 2.4.4 doit être installé afin de créer cette lame d'air. Installation le Poliuretane Spray S- OC-008E doit respecter cette ventilation (cf. lignes précédentes)
	Ventilation de la couverture assurée en pignon	Pas de mise en œuvre du produit

L'écran de sous toiture, quand il existe, 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.

Le produit Poliuretane Spray S-OC-008E ne doit jamais être projeté directement en sous-face des éléments de couverture afin de conserver une lame d'air ventilée. De la même manière, l'association à 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.

2.8. Préparation de la machine de projection

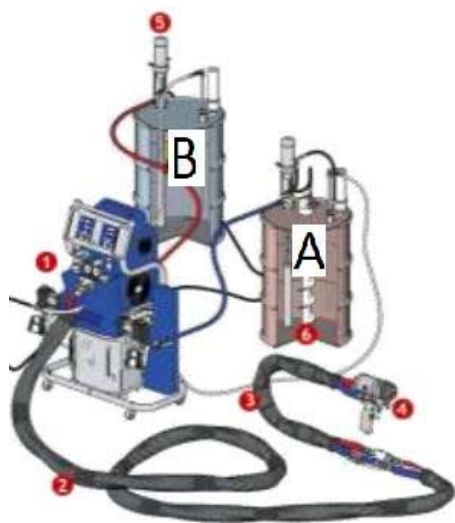
2.8.1. Unité mobile de projection

2.8.1.1. Description

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.

Pour les machines de projection à débit fixe, un contrôle mensuel du rapport de mélange doit être effectué, et pour les machines de projection à débit variable, une confirmation journalière doit être effectuée. De plus, il faudra effectuer une vérification du rapport de mélange à chaque changement de système présentant des rapports de mélange différents.

La valeur du rapport de mélange ne doit pas s'écarter de plus de 5% en masse de celle indiquée dans la fiche technique du produit.



- A- Composant A « Poliuretane Spray S-OC-008 E »
- B- Composant B « Isocianato H »
- 1- Machine de projection
- 2-Tuyau chauffé
- 3-Raccord du tuyau
- 4-Pistolet de projection
- 5- Pompes
- 6-Agitateur (si besoin)

Figure 2. Machine de projection

2.8.1.2. Vérification de fonctionnement

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 (selon les exigences du paragraphe 2.8.1.3).

Un test de projection permet de vérifier :

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

2.8.1.3. Mode opératoire de projection

Le procédé s'applique par projection avec des équipements de haute pression, équipés de chauffage, avec un rapport de mélange de 1:1 en volume.

Avant son chargement sur la machine, le composant A doit être homogénéisé pendant 30 minutes au moyen d'un agitateur mécanique approprié. Les fûts du composant A sont conçus pour permettre cette homogénéisation.

Pendant la projection, le produit doit être appliqué en une ou deux couches maximales jusqu'à l'obtention de l'épaisseur demandée, en traitant en premier lieu les points singuliers (cf. paragraphe 2.11.1). Pour les épaisseurs supérieures à 200 mm, l'application sera réalisée en deux couches. L'applicateur doit contrôler l'épaisseur du produit selon le paragraphe 2.5.5.

En fonction des conditions d'application, la température initiale de consigne recommandée pour les tuyaux et la préchauffe est 30-60 °C. La pression initiale de consigne recommandée est de 60-100 bars.

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.

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 sous-face.

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

2.9. Configurations de mise en œuvre

2.9.1.1. Projection de l'isolant sur voile support de projection agrafé entre les chevrons.

La mise en œuvre du voile support de projection répondant aux exigences du § 2.4.4 est nécessaire pour ne pas mettre en contact l'isolant avec les éléments de couverture ou l'écran de sous-toiture.

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.

Étape 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.

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 2.8.1.3.

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.

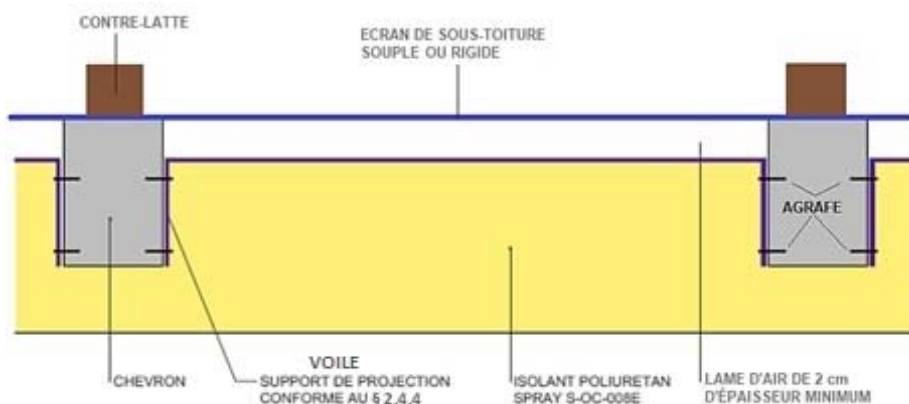


Figure 3a – Schéma de principe : Projection de l'isolant sur voile support de projection agrafé entre les chevrons

2.9.1.2. Projection de l'isolant sur support agrafé autour des chevrons

La mise en œuvre du support de projection répondant aux exigences du § 2.4.4 est nécessaire pour ne pas mettre en contact l'isolant avec les éléments de couverture ou l'écran de sous-toiture.

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.

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 2.8.1.3.

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.

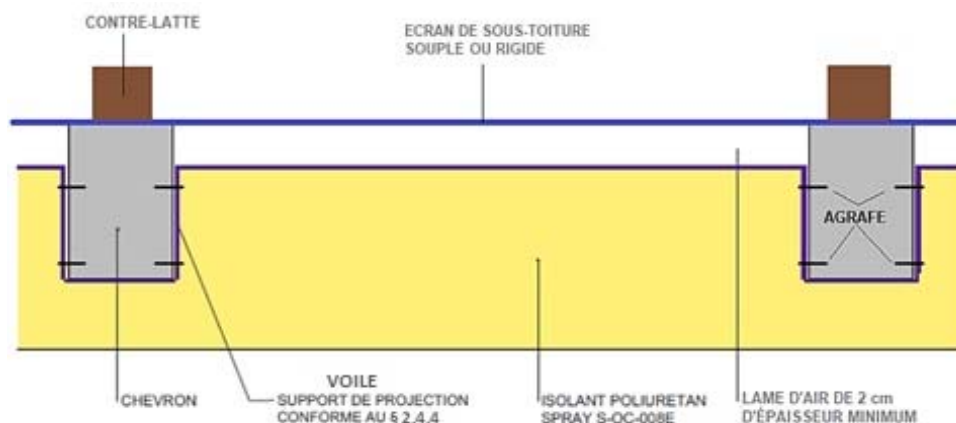


Figure 3b – Schéma de principe : Projection de l'isolant sur support agrafé autour des chevrons

2.9.1.3. Projection de l'isolant sur voile support de projection agrafée en sous-face des chevrons

La mise en œuvre du support de projection répondant aux exigences du § 2.4.4 est nécessaire pour ne pas mettre en contact l'isolant avec les éléments de couverture ou l'écran de sous-toiture.

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 : 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 2 : 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 entaille de quelques centimètres est effectuée afin de faire passer les suspentes à travers la toile.

Etape 3 : L'applicateur réalise la projection de l'isolant conformément au paragraphe 2.8.1.3.

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.

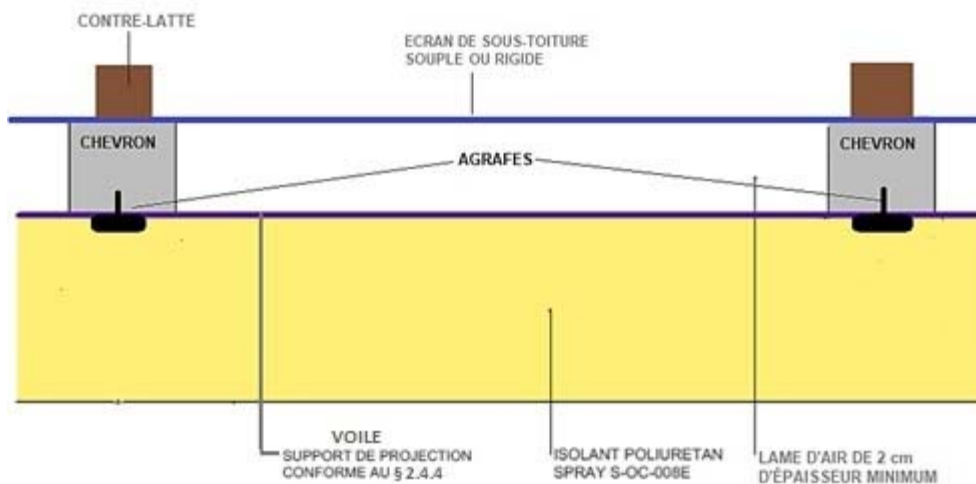


Figure 3c – Schéma de principe : Projection de l'isolant sur voile support de projection agrafée en sous-face des chevrons

2.10. Conditions de mise œuvre

2.10.1. Conditions climatiques

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

La température ambiante du local doit être comprise entre 5 °C et 45 °C. En dehors de ces valeurs, la projection ne peut s'effectuer qu'en ramenant la température du local dans les limites fixées, soit par chauffage, soit par ventilation.

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

2.10.2. 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.

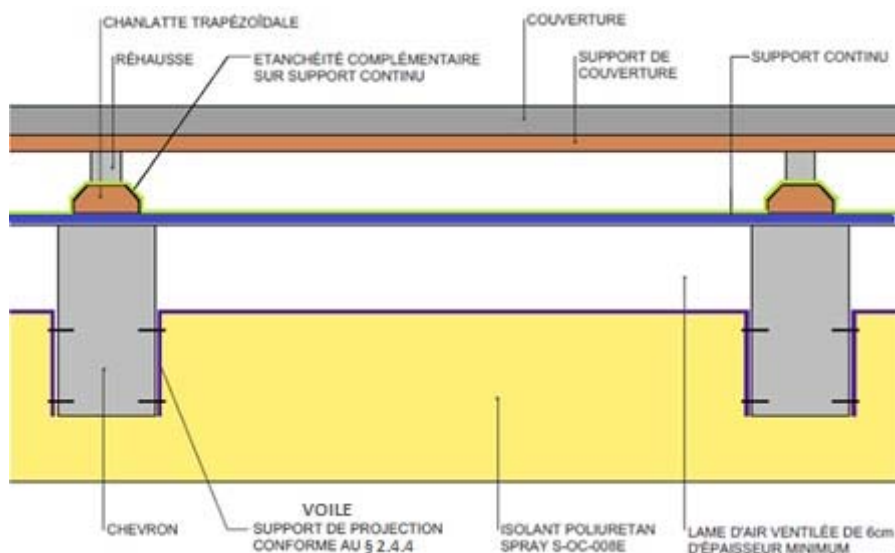


Figure 4 – Schéma de principe : Double toiture ventilée

2.10.3. 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 système pare-vapeur sur l'ensemble, il conviendra de respecter les prescriptions décrites dans le Document Technique d'Application du procédé et une attention particulière doit être apportée au niveau de toutes les jonctions (périphérie, angles et raccordements avec les baies)

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.

2.10.4. Autres conditions

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.

Etant donné la 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 d'électricité auront été vérifiées par l'électricien et/ou par le maître d'œuvre.

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

2.11. Mise en œuvre

2.11.1. Traitement des points singuliers

Les points singuliers sont traités avant application du polyuréthane projeté.

Les paragraphes suivants décrivent les mesures appliquées, en particulier vis-à-vis de l'étanchéité à l'air.

2.11.1.1. Traitement des jonctions avec les murs ou 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.

2.11.1.2. Traitement des jonctions 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.

2.11.1.3. Traitement des jonctions avec les fenêtres de toit

La mise en œuvre et le traitement des menuiseries doivent être réalisés conformément à la norme DTU 36.5 « Mise en œuvre des fenêtres et portes extérieures » et applicable pour les travaux neufs et rénovation dans toutes les zones climatiques ou naturelles de France. Elle concerne la pose des menuiseries extérieures en tous types de matériaux qui comprend les menuiseries en bois et les menuiseries métalliques.

Pour éviter tout risque de déformation des huisseries, une passe épaisse d'environ 50 mm est projetée sur la couche d'accroche ayant au préalable refroidi pendant cinq minutes. Cette méthode permet de réaliser un lien souple entre les dormants et les passes latérales.

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 menuiseries doivent être toujours protégées des projections avant toute intervention.

2.11.1.4. Traitement de 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 voile support de projection (écran) est agrafé sur les pannes de la même manière que pour les chevrons.

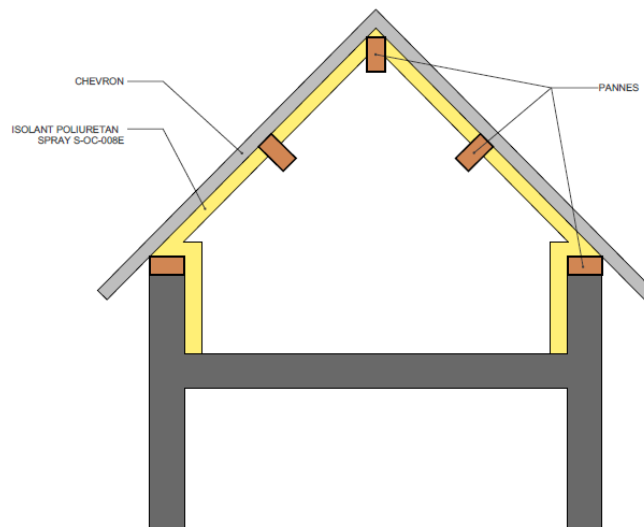


Figure 5 : Traitement de jonction avec les pannes

2.11.1.5. Traitement des conduits de fumées

L'isolant ne doit jamais être posé en contact direct de conduits de fumée, d'inserts ou de toute autre source de chaleur. Il convient de respecter les prescriptions des normes NF DTU 24.1, 24.2 et à l'e cahier du CSTB 3816 de juillet 2020.

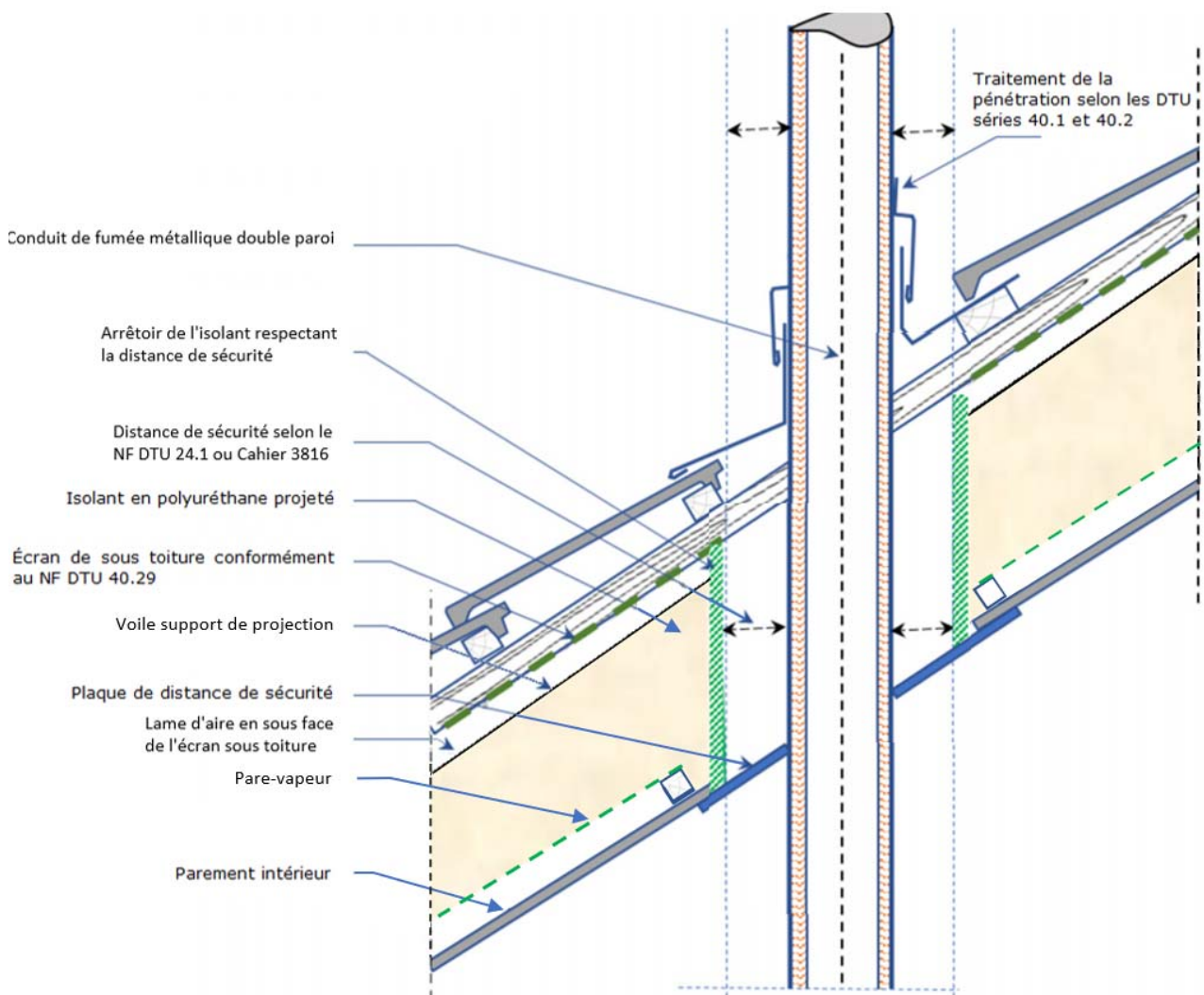


Figure 6 : Traversée de rampants de combles : conduit de fumée métallique double paroi

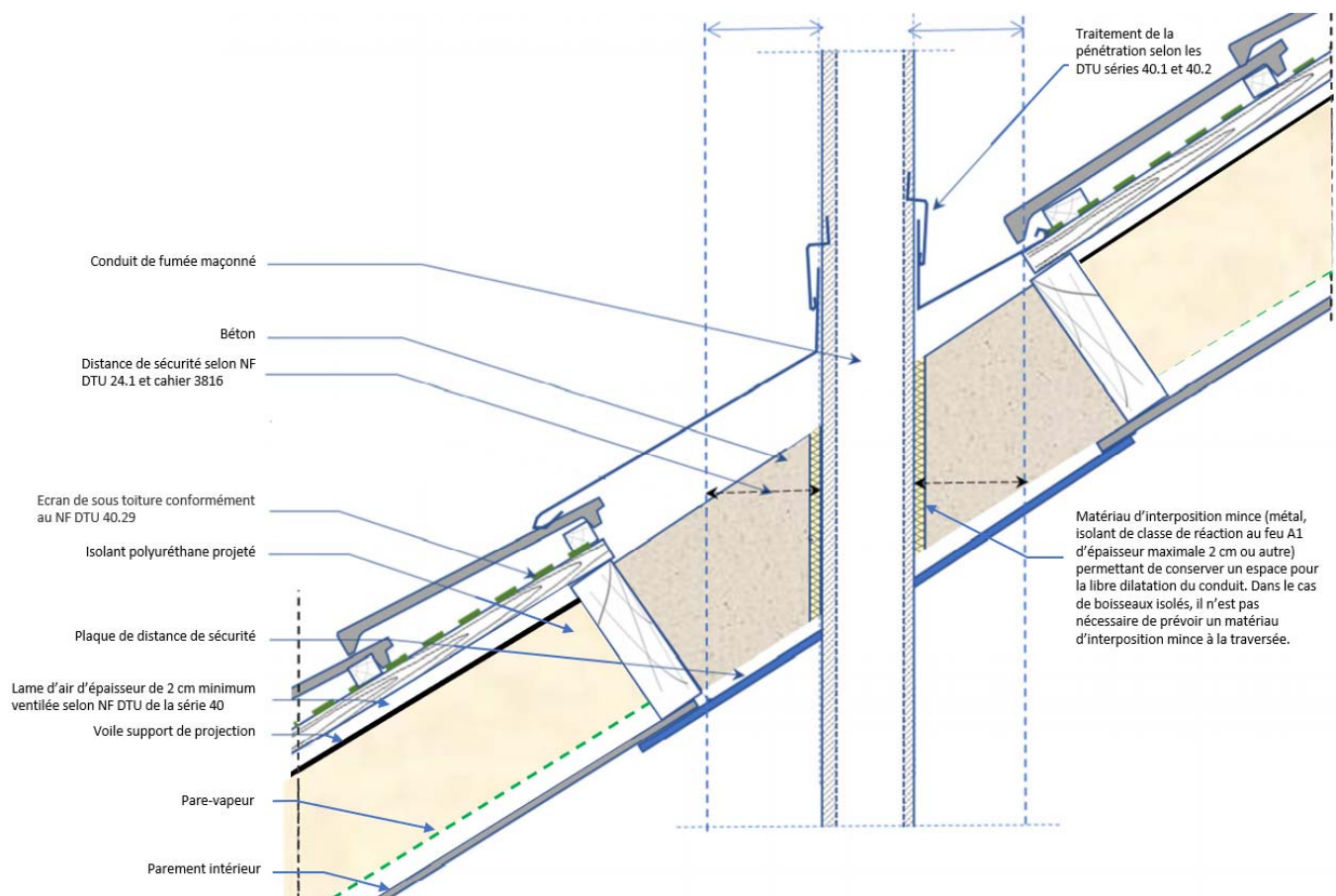


Figure 7 : Traversée de rampants de combles : conduit de fumée maçonné

2.11.1.6. 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.

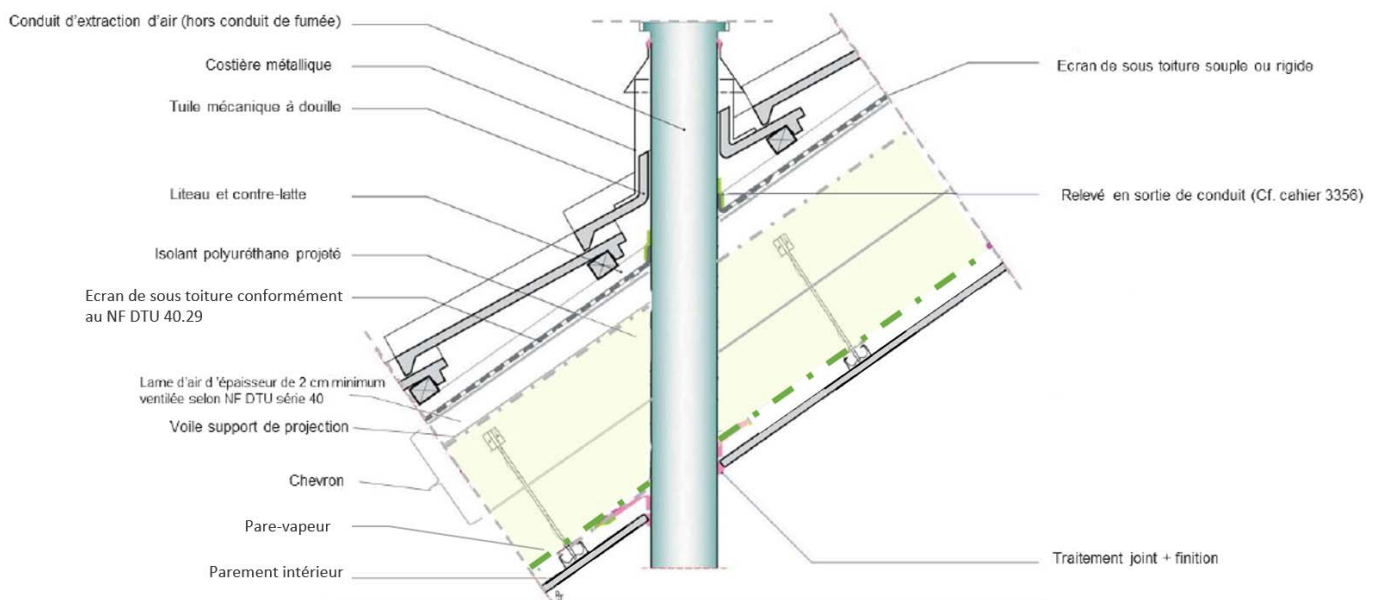


Figure 8 - Traversée de rampants de combles : éléments autres que les conduits de fumées

2.11.1.7. Traitement des gaines électriques, des réseaux fluides et système de ventilation

Il convient de respecter en travaux neufs les prescriptions du DTU 70.1 et 70.2 relatives aux installations électriques. En rénovation, il convient de s'assurer du bon état de l'installation électrique et de sa conformité aux règles en vigueur.

En travaux neufs, les boîtes de dérivation doivent être fixées hors du volume destiné à recevoir l'isolant. Dans un autre cas, l'entreprise chargée du lot d'installation électrique intervient après la pose de l'isolant et avant pose des parements intérieurs.

Les gaines techniques (réseaux de fluides et gaines électriques) sont de préférence 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. Cet espace permet le passage des gaines et boîtiers électriques sans altération du système d'étanchéité à l'air.

En l'absence d'espace technique suffisant, les gaines techniques peuvent être incorporés dans l'isolant. Dans ce cas, les réseaux de fluides et gaines électriques sont installées à l'intérieur des caissons avant la projection de l'isolant qui les recouvre.

La mise en œuvre des ouvrages électriques doit être conforme à la norme NF C 15-100 « Installations électriques à basse tension », on vérifie que :

- Les câbles électriques sont insérés dans des gaines encastrables.
- Les conduits ne se chevauchent pas.
- Les conduits sont fixés judicieusement afin d'éviter tout déplacement lors de l'expansion de la mousse.

Une attention particulière doit être apportée afin que les percements ou les entailles nécessaires au passage des canalisations dans les éléments d'ossature en bois ne compromettent pas la stabilité de l'ouvrage aussi bien au niveau structurel qu'architectural.

Certaines prescriptions complémentaires, données dans le NF DTU 31.2, doivent être respectées lors de la mise en œuvre.

L'applicateur vérifiera que ces gaines ou fourreaux sont fixées par des cavaliers de fixation positionnés tous les 50 cm minimums. L'applicateur ajoute des cavaliers de fixation si ceux-ci ne sont pas en nombre suffisant. L'isolant sera ensuite appliqué en suivant la linéarité des gaines, d'abord de chaque côté de celles-ci et ensuite au-dessus.

Les réseaux de ventilation doivent être sortis de l'isolant et enveloppés dans une gaine de protection. Leur mise en œuvre doit être conforme aux différentes normes existantes.

2.11.2. Exécution de l'isolation de sous-faces de rampants

Avant la mise en œuvre de l'isolation Poliuretane Spray S-OC-008 E, une reconnaissance de l'état des supports devra être menée. Les éléments de charpente doivent être sains et non humides. La sous-toiture doit être étanche à l'eau et à l'air mais perméable à la vapeur d'eau ; ainsi la vapeur d'eau qui pourrait être présente entre le pare-vapeur et la sous-toiture peut être évacuée vers l'extérieur éliminant le risque de condensation. A cette fin, il est recommandé d'installer un écran HPV (cf. § 2.4.4).

La mise en œuvre des ouvrages des rampants nécessite la réalisation d'une ossature secondaire, qui doit être correctement dimensionnée conformément à la norme NF DTU 25.41 « Ouvrages en plaques de plâtre – Plaques à faces cartonées ». Le type de parement, la surcharge, la masse surfacique ou l'épaisseur de l'isolant, etc. sont les éléments à prendre en compte.

Cette ossature secondaire est constituée de rails périphériques, de fourrures, de dispositifs de suspension et du parement intérieur. Les suspentes sont nécessaires pour pouvoir fixer mécaniquement le parement intérieur. Elles doivent satisfaire les exigences de la norme NF DTU 25.41 afin de permettre de réaliser l'ensemble. La dimension de cet ensemble et la position des structures périphériques est déterminée en fonction de l'épaisseur de l'isolant à projeter.

Les suspentes doivent être installées avant la projection sur le côté des chevrons en vérifiant leur alignement à l'aide d'un cordeau ou d'un niveau laser afin d'assurer à l'ouvrage une planéité conforme à la norme NF DTU 25.41 P1-1. Les suspentes doivent être réparties conformément aux prescriptions du fournisseur, dans le respect de la norme NF DTU 25.41. Ces dispositifs de suspension sont protégés avec un agent dé-moulant ou du ruban adhésif.

La position des rails est déterminée en fonction de la solution constructive définie (épaisseur de l'isolant à projeter et de l'espace vide s'il est nécessaire pour le passage des gaines et boîtiers électriques).

Les rails peuvent être mis en œuvre avant ou après la projection de l'isolant.

S'ils sont mis en œuvre avant la projection, l'isolant est projeté en arasant le nu du rail pour permettre la mise en œuvre des fourrures et une pose ultérieure des plaques de plâtre. Dans ce cas, il est important de faire les vérifications d'épaisseurs selon le paragraphe 2.5.5 pendant toute la projection permettent de s'assurer que l'isolant sera en retrait de l'aplomb des fourrures à venir. Si besoin, l'épaisseur d'isolant peut être ponctuellement diminuée à l'aide d'une scie ou d'un cutter.

La mousse Poliuretane Spray S-OC-008 E est projetée entre les chevrons sur toute la surface du rampant. L'application commence par le bas pour aller dans le sens de l'expansion de la mousse. Le produit est appliqué en une ou deux passes jusqu'à obtention de l'épaisseur demandée comme indiqué dans le point 2.8.1.3.

Selon l'épaisseur de l'isolation finale installée, la mousse Poliuretane Spray S-OC-008 E peut être appliquée avec deux passes :

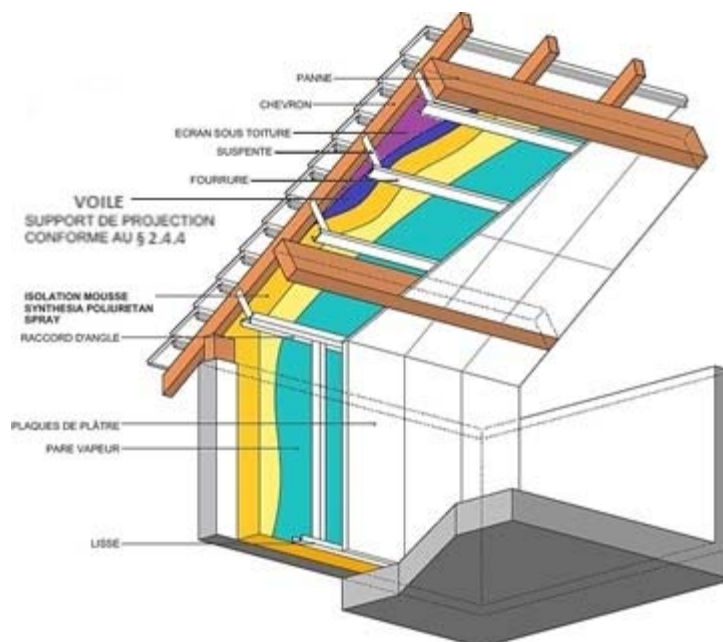
- Entre les chevrons ;
- Entre et sous chevrons ;
- Entre et sous chevrons et entre les pannes.



Figure 9 : Isolation des rampants avec l'ossature secondaire installée avant la projection

À l'issue de la projection, un système pare-vapeur (cf. § 2.4.5) doit être installé en conformité à la norme NF DTU 31.2. Si besoin, l'épaisseur d'isolant peut être ponctuellement diminuée à l'aide d'une scie, d'un cutter ou une scie sabre déportée.

L'insertion et positionnement des fourrures et les plaques de plâtres sont mis en œuvre dans les conditions prévues par la norme NF DTU 25.41 (cf. exemple Figure 9).

**Figure 10 : Solution fini d'isolation des rampants avec écran souple « respirant » ou HPV.**

2.11.3. Ventilation des locaux

Il est recommandé d'utiliser un extracteur d'air pendant la projection.

En phase d'expansion la mousse Poliuretane Spray S-OC-008E produit un gaz, pendant 10-20 secondes environ. Après cette phase d'expansion, les cellules de la mousse sont formées.

Les protections sur toutes les ouvertures sont enlevées afin de procéder à la ventilation naturelle des locaux. Une ventilation naturelle d'au moins 1 heure est nécessaire pour que les locaux soient accessibles à toute personne non équipée d'une protection respiratoire.

2.11.4. 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 dimensionnement se fera selon les indications contenues dans le guide 3231 et le e-cahier 2016.

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).

2.12. Assistance technique

La Société SYNTHESIA TECHNOLOGY EUROPE, S.L.U. forme et fournit une assistance technique aux applicateurs sur demande en ce qui concerne la conception et la réalisation du procédé sur chantiers. L'assistance technique comprend :

- 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.
- Les contrôles internes.
- Le calcul du rendement.

La Société SYNTHESIA TECHNOLOGY EUROPE, S.L.U collabore avec l'organisme Tiers AENOR pour le contrôle et l'amélioration de ses applicateurs.

Contact :

- Mail : bbauge@synthesia.com ;
- Tél : +33 684 801 227.

2.13. Résultats expérimentaux

- Rapport du laboratoire LGAI Applus laboratories N° 18-17729-1517-M1 (épaisseur 60mm, masse volumique 8 kg/m³) du 12 décembre 2018 : Réaction au feu.
- Rapports du laboratoire Centro de Ensayos Innovacion y Servicios (CEIS) :
 - N° CAT0081/17-1. Absorption d'eau à court terme par immersion partielle ;
 - N° CAT0041/17-1. Conductivité thermique après vieillissement accéléré
 - N° CAT0042/17-1. Conductivité thermique initiale - Pourcentage de cellules fermées - Facteur de résistance à la diffusion de la vapeur d'eau (μ).
- Rapport du LNE N°P178642-4 du 22 mars 2018 : Stabilité dimensionnelle (48 ± 1) h à (70 ± 2) °C et à une humidité relative de (90 ± 5) % ;
- Rapport EUROFINS N°392-2016-00143701revA_B du 23 mai 2016 : Emission de COV.
- Rapport du laboratoire Technalia N°080217-b du 01 avril 2019 : Essai de perméabilité à l'air des composants et parois selon EN 12114 – ép. 35mm pour 855x855 et 200 Pa soit 9,64 m³/h.m².
- Rapports du CSTB N° RE_EMI19-26082959 du 01 octobre 2019 - Chaleur spécifique et température de pyrolyse.

2.14. Références

2.14.1. Données Environnementales

Le produit Poliuretane Spray S-OC-008E 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 pour notamment pour objet de servir au calcul des impacts environnementaux des ouvrages dans lesquels les produits visés sont susceptibles d'être intégrés.

2.14.2. Autres références

Environ 70 tonnes de Poliuretane Spray S-OC-008E vendus et plus 46000 m² projetés en France depuis 2016 dont 6 000 m² pour l'application en rampant.

2.15. Annexes du Dossier Technique

ANNEXE 1 - Contrôles réalisés sur chantier

Contrôle	Spécification	Fréquence
La température des tuyaux (Intervalle)	Selon fiche technique du produit	Une confirmation journalière
Le rapport de pression	Selon fiche technique du produit	Une confirmation journalière
Température des composants	Selon fiche technique du produit	Une confirmation journalière
Température du support	$\geq 5^{\circ}\text{C}$	Une confirmation journalière, avant de commencer l'application
Humidité du support	Le support doit être sain et exempt de traces d'humidité. Supports bois, le taux d'humidité devra être $\leq 19\%$	Une confirmation journalière, avant de commencer l'application
Rapport de mélange	<i>Ne doit pas s'écarter de plus de 5% en masse de celle indiquée dans la fiche technique du produit.</i>	-machines de projection à débit fixe : une confirmation mensuelle -machines de projection à débit variable : une confirmation journalière
Test de projection	Aspect de la mousse Et adhérence correctes (Annexe 3)	Une confirmation journalière, avant de commencer l'application
Masse volumique	Ne doit pas être inférieure à la valeur minimale spécifiée par les pièces du marché sans être inférieure aux valeurs indiquées dans les informations techniques du produit.	3 éprouvettes doivent être analysées. De plus, une confirmation journalière, avant de commencer l'application est recommandée.
Épaisseur	L'épaisseur déclarée ne doit pas être inférieure à l'épaisseur d'isolation mise en œuvre minimale spécifiée par les pièces sans être supérieures aux valeurs indiquées dans la fiche technique du produit	4 mesures minimum par chantier et par tranche de 20m ² de surface projetée

ANNEXE 2 – Tests de conformité**Test de conformité de la conductivité thermique**

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

$$\bar{\lambda} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \lambda_i \quad s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n [\lambda_i - \bar{\lambda}]^2} \quad \text{où } \lambda_i \text{ est la conductivité thermique mesurée sur l'échantillon } i$$

La valeur de conductivité thermique déclarée λ_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.

Test de conformité de la masse volumique

À l'effectif n est associé une borne B définie par : $B = 1 - \frac{0,0493}{\sqrt{n}}$

Chacune des valeurs mesurées Mv_i est associée une borne inférieure B_{inf} définie par :

$$B_{inf} = (1-0,06) \times Mv_{in\ situ} \quad \text{où } Mv_{in\ situ} \text{ est la valeur déclarée}$$

A partir des n résultats de mesure obtenus, on calcule un indicateur S défini par : $S = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{Mv_i}{Mv_{in\ situ}}$

Le résultat du test de conformité est déclaré satisfaisant si :

- $S \geq B$ et aucune valeur de $Mv_i < B_{inf}$

ou

- $S \geq B$ et une seule valeur de $Mv_i < B_{inf}$ et l'échantillon supplémentaire (n+1) mesuré $Mv_{n+1} \geq B_{inf}$.

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

- $S < B$

ou

- si au moins deux valeurs $Mv_i < B_{inf}$

ou

- si une seule valeur $Mv_i < B_{inf}$ et l'échantillon supplémentaire (n+1) mesuré $Mv_{n+1} < B_{inf}$

ANNEXE 3 - RÉALISATION DES ÉCHANTILLONS DE MOUSSE À CELLULES OUVERTES

Confectionner un cadre de bois réutilisable ouvert en haut. Dimensions minimales : 500x500x100 mm



Projeter le liquide sur le support, la mousse doit être expansé de manière à complètement remplir le cadre



Découper le carré de mousse sur son pourtour pour extraire l'échantillon.



Aspect visuel d'une mousse correctement expansée.