

Avis Technique 20/15-350

Procédé d'isolation thermique en sous face de parois horizontales par projection pneumatique in-situ de laine minérale de verre avec liant

Isolation thermique par projection pneumatique de laines minérales avec liant

Thermal insulation based on pneumatic projection of mineral wool with binder

Wärmedämmung, Mineralwolle Sprayverfahren mit Binder

JetSpray

Titulaire : Knauf Insulation Sprl
Rue de Maestricht, 95
BE-4600 Visé

Tél. : +(32) 0800 91 2421
Fax : +(32) 0800 91 2425
Site internet : www.knaufinsulation.fr

Usine : Knauf Insulation Sprl
Rue de Maestricht, 95
BE-4600 Visé

Distributeur : Knauf Insulation Sprl
Rue de Maestricht, 95
BE-4600 Visé

Ne peuvent se prévaloir du présent Avis Technique que les produits certifiés, marque ACERMI, dont la liste à jour est consultable sur Internet à l'adresse :

www.acermi.com

Rubrique :
Evaluations/Certification des produits et des services

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

(arrêté du 21 mars 2012)

Groupe Spécialisé n° 20

Produits et procédés spéciaux d'isolation

Vu pour enregistrement le 6 octobre 2015



Secrétariat de la commission des Avis Techniques et des Documents Techniques d'Application
CSTB, 84 avenue Jean Jaurès, Champs sur Marne, F-77447 Marne la Vallée Cedex 2
Tél. : 01 64 68 82 82 - Fax : 01 60 05 70 37 - Internet : www.cstb.fr

Le Groupe spécialisé n°20 « Produits et procédés spéciaux d'isolation » de la Commission chargée de formuler les Avis Techniques a examiné, le 26 juin 2015, le procédé d'isolation thermique par projection pneumatique de laine minérale avec liant sur parois de structures avec le produit JETSPRAY, présenté par la société Knauf Insulation. Il a formulé, sur ce procédé, l'Avis Technique ci-après pour la France européenne.

1. Définition succincte

1.1 Description succincte

Procédé d'isolation thermique par projection pneumatique de laine minérale de verre avec liant sur parois horizontales ou poutres béton ou structures de bâtiment.

Il est associé aux supports en béton, maçonnés, fibres ciment.

Le produit peut rester apparent.

Le présent Avis Technique ne vise pas la protection incendie d'une paroi, d'une structure ou d'un équipement.

1.2 Identification

Le produit JetSpray thermal mis sur le marché porte sur le sac les informations suivantes :

- Le nom du produit,
- Le numéro du Certificat ACERMI,
- La mention « Caractéristiques certifiées selon le règlement Technique ACERMI Isolant en vrac »
- L'adresse de l'usine de fabrication,
- Date et heure de production,
- Poids net de produit
- Un tableau donnant la résistance thermique certifiée R associée à l'épaisseur minimale installée et une plage de masse volumique
- la consommation de produit en fonction de l'épaisseur de l'isolation réalisée,
- La réaction au feu (Euroclasse) déclarée et certifiée,
- Etiquetage relative aux émissions en polluants volatils conformément au décret n°2011-321 du 23 mars 2011.
- le produit est appliqué avec le liant.

2. AVIS

2.1 Domaine d'emploi accepté

Identique au domaine défini dans le Dossier Technique.

2.2 Appréciation sur le procédé

2.2.1 Aptitude à l'emploi

Stabilité mécanique

Ce procédé ne participe pas à la stabilité des ouvrages

La stabilité du procédé est assurée moyennant les prescriptions prévues au Dossier Technique.

Performance mécanique :

- la projection peut être réalisée jusqu'à 210 mm d'épaisseur,
- les résultats d'adhérence par traction ont démontré que l'isolation peut être utilisée sans l'interposition d'armature intermédiaire de renfort.

Sécurité incendie

Le procédé permet de satisfaire les exigences en vigueur. En particulier, il y a lieu pour l'entreprise de pose de s'assurer auprès du Maître d'Ouvrage de la conformité des installations électriques avant la pose de l'isolant.

Le procédé est utilisé en sous face des planchers bas des bâtiments neufs ou existants, à usage résidentiel ou non résidentiel.

Le classement de réaction au feu du produit JetSpray est précisé sur les étiquettes. Il fait l'objet d'un certificat ACERMI. Le produit nu est classé A2 s2 d0.

S'il existe une exigence de résistance au feu du plancher, il y a lieu de vérifier l'influence du produit sur les performances au feu validées pour le plancher.

Sécurité en cas de séisme

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 procédé JetSpray ne dispose pas de 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.

Isolation thermique

Le procédé peut permettre de satisfaire les exigences réglementaires thermiques en travaux neufs et les exigences usuelles lors de réhabilitation. Il y a lieu d'adapter l'épaisseur du produit en fonction du type de paroi afin de vérifier le respect des exigences réglementaires demandées (cf. Tableau 1 en Annexe de l'Avis).

La résistance thermique utile du produit JetSpray est donnée dans le certificat ACERMI N°15/016/1050.

L'incidence de l'interruption de la couche d'isolation au droit des canalisations doit être prise en compte dans le calcul de R.

Acoustique

Le procédé n'a pas été testé pour évaluer les performances acoustiques.

Les performances acoustiques des systèmes, lorsqu'elles sont déclarées, constituent des données nécessaires à l'examen de la conformité d'un bâtiment vis-à-vis de la réglementation acoustique en vigueur (arrêtés du 30 juin 1999 relatif aux bâtiments d'habitation, du 25 avril 2003 relatif aux hôtels, établissements d'enseignements, et établissements de santé).

Le passage de la performance du système à la performance de l'ouvrage peut être réalisé à l'aide d'une des 3 approches suivantes :

- Le calcul (selon NF EN 12354-1 à 5 ; objet du logiciel ACOUBAT),
- le référentiel QUALITEL,
- les Exemples de Solutions Acoustiques (publié en mai 2002 : DHUP).

Étanchéité

Le procédé ne participe pas à l'étanchéité à l'eau ni à l'étanchéité à l'air.

2.2.2 Durabilité

Le procédé qui représente les solutions traditionnelles prévues par le DTU 27.1 permet d'obtenir une isolation thermique durable. En conséquence la pérennité de l'ouvrage est estimée satisfaisante. De plus, des essais d'adhésion et de cohésion ont été réalisés sur des produits de même nature.

2.2.3 Fabrication et contrôle

La fabrication du produit fait l'objet d'un contrôle interne continu et de la certification ACERMI.

2.2.4 Mise en œuvre

L'exécution doit être réalisée par un personnel expérimenté. Elle ne présente pas de difficultés particulières. Elle nécessite du soin, notamment pour la réalisation des différentes phases de la mise en œuvre et la préparation des supports.

2.3 Cahier des prescriptions techniques particulières

Conditions de mise en œuvre

La mise en œuvre est conforme au dossier technique.

En plus des contrôles réalisés en usine, des contrôles sur chantier sont mis en place conformément au dossier technique et à la fiche chantier décrite en Annexe 2.

Les DPM précisent notamment :

- La vérification des supports en béton ou support maçonnés ainsi que le responsable de cette vérification (maître d'œuvre). Si les supports sont dégradés (éclatement du béton...), le maître d'œuvre est tenu

de faire connaître à l'entreprise applicatrice la nature et l'état du support.

- Le traitement des joints de dilatation conformément au DTU 27.1
- Les essais éventuels d'adhésion et de cohésion à prévoir,
- Les finitions à prévoir en fonction de l'usage et des risques associés (dégradation par antennes de véhicules, etc.).

Pour les épaisseurs jusqu'à 160 mm, le procédé peut être appliqué sur tous les supports décrits dans le Dossier Technique en climat de plaine ou de montagne sans armature de renfort intermédiaire..

Pour les épaisseurs de 160 mm à 210 mm, le procédé ne peut être appliqué qu'en climat de plaine, sous support maçonné ou béton. Cette application peut être réalisée sans armature de renfort intermédiaire.

Conclusions

Appréciation globale

L'utilisation du procédé dans le domaine d'emploi proposé est appréciée favorablement.

Validité : 3 ans

Jusqu'au 20 juin 2018

*Pour le Groupe Spécialisé n°20
Le Président*

3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

La technique d'isolation par projection de laine minérale avec liant sur parois horizontales ou poutres ou structures de bâtiment est visée par le DTU 27.1. Le procédé objet du présent Avis Technique se distingue des procédés usuellement rencontrés dans cette famille par l'usage de laine minérale de verre et d'un liant organique. De plus, en complément du DTU 27.1, l'élément nouveau est l'application du procédé, hors climat de montagne, sous support maçonné ou béton jusqu'à 210 mm d'épaisseur sans armature de renfort intermédiaire.

L'Avis Technique formulé s'appuie sur l'expérience requise dans le domaine d'emploi visé, le système de contrôle mis en place dans le cadre de la certification ACERMI et sur une validation des caractéristiques thermiques et mécanique.

Le présent Avis Technique ne vise pas la protection incendie d'une paroi, d'une structure ou d'un équipement au sens du DTU 27.1.

Le procédé n'est pas prévu pour réaliser l'isolation thermique, acoustique ou incendie en sous face de toiture terrasse avec étanchéité quel que soit l'élément porteur.

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	Planchers bas donnant sur l'extérieur ou sur un parking collectif	Planchers bas donnant sur un vide sanitaire ou sur un volume non chauffé
RT ex globale (arrêté du 13 juin 2008)	$U_p \leq 0,36$	$U_p \leq 0,40$
RT ex par éléments (arrêté du 3 mai 2007)	$R_T \geq 2,5$	$R_T \geq 2$
RT 2005 (arrêté du 24 mai 2006)	$U_p \leq 0,36$	$U_p \leq 0,40$
RT 2012 (arrêtés du 26 octobre 2010 et du 28 décembre 2012)	-*	-*

* Il n'y a pas d'exigence d'isolation pour les planchers bas. La RT 2012 impose une exigence sur la performance énergétique globale du bâti.

Avec :

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

R_T : la résistance thermique totale du plancher après rénovation (en $m^2.K/W$)

2. Rappel des règles de calcul applicables

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

$$R_T = R_U + R_c$$

Avec :

R_U : Résistance thermique utile du produit définie dans le certificat ACERMI 15/202/1020.

R_c : Résistance thermique de la paroi support. Généralement : $R_c = \frac{e_c}{\lambda_c}$ $m^2.K/W$.

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 :

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

Où

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, $m^2.K/W$.

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. Généralités

1.1 Objet

Le procédé JetSpray est un produit d'isolation thermique par projection pneumatique de laine minérale de verre avec liant sur parois horizontales ou poutres ou structures de bâtiment en béton uniquement.

Le procédé est constitué d'un produit isolant JetSpray Thermal, associé au liant JetSpray Fix et au primaire d'accrochage JetSpray Primer.

Ce procédé est destiné à l'isolation thermique.

Il est associé aux supports en béton ou maçonneries.

Ce procédé peut rester apparent.

1.2 Domaine d'application

Le procédé est applicable en sous-face des planchers bas de locaux chauffés. Ces locaux sont à faible ou moyenne hygrométrie.

Le procédé est applicable en climat de plaine jusqu'à 210 mm en une couche, sans armatures intermédiaires.

Le procédé est applicable en climat de montagne (altitude au-dessus de 900 m) jusqu'à 160 mm, sans armatures intermédiaires conformément au DTU 27.1. Au-delà d'une épaisseur de 160 mm, le climat de montagne n'est pas visé.

2. Matériaux

2.1 Caractéristiques des produits

2.1.1 Laine minérale JetSpray Thermal

La laine minérale JetSpray Thermal est une laine de verre de couleur blanche nodulée en vrac. La fabrication du produit est issue d'une ligne de production spécifique, où le produit est fibré sans liant avant d'être ensaché. Il ne s'agit pas d'un produit issu du recyclage de panneaux ou rouleaux.

Adjuvants : Agent anti-poussière et antistatique.

Teneur dans la composition finale de la laine : 0,8 %.

Cet adjuvant est conforme au règlement REACH.

Les fiches de données de sécurité ont été déposées au CSTB et sont disponibles auprès de Knauf Insulation.

2.1.2 Liant JetSpray Fix

Liant à base de résines en dispersion aqueuse.

N° CAS : 13674-84-5

Teneur dans la composition finale du liant : 5 à 10 %.

La fiche technique du liant ainsi que sa fiche de données de sécurité ont été déposées au CSTB et sont disponibles auprès de Knauf Insulation.

2.1.3 Primaire d'accrochage JetSpray Primer

Primaire de type dispersion aqueuse d'alcool polyvinylique.

La fiche technique du primaire d'accrochage ainsi que sa fiche de données de sécurité ont été déposées au CSTB et sont disponibles auprès de Knauf Insulation.

2.2 Caractéristiques de l'isolant JetSpray Thermal projeté

Les caractéristiques du produit isolant JetSpray Thermal projeté après séchage sont les suivantes :

Conductivité thermique	Cf. Certificat ACERMI 15/016/1050
Résistance thermique	Cf. Certificat ACERMI 15/016/1050
Masse volumique du projeté (après séchage)	52 kg (\pm 5) kg/m ³
Épaisseurs réalisées en une seule couche	30 à 210 mm
Réaction au feu (Euroclasse)	A2 s2 d0
Adhésion / cohésion	Le produit projeté doit satisfaire les conditions décrites à l'annexe 3

3. Fabrication, contrôles, marquage

3.1 Fabrication

3.1.1 Laine minérale JetSpray Thermal

La fabrication de la laine de verre JetSpray Thermal est réalisée dans l'usine KNAUF INSULATION de Visé en Belgique.

La fabrication comporte les étapes suivantes :

- Mélange des ingrédients du verre,
- Fusion et formation du verre,
- Fibrage du verre,
- Formation du matelas de laine de verre,
- Nodulation par broyage,
- Ajout d'adjuvants,
- Dépoussiérage et ensachage,
- Palettisation.

3.1.2 Liant JetSpray Fix et Primaire d'accrochage JetSpray Primer

Le liant et le primaire d'accrochage sont fabriqués par un sous-traitant et sont distribués par Knauf Insulation.

3.2 Contrôles

Les contrôles internes en usine sont conformes au règlement technique ACERMI.

3.2.1 Contrôles en cours de fabrication

Le produit fait l'objet des contrôles suivants :

- Masse volumique : 1 fois toutes les 5 heures (référentiel Technique ACERMI : CT n°8)
- Poids des sacs : en continu (tous les sacs)
- Perte au feu : 1 fois toutes les 4 heures (EN 13820)

3.2.2 Contrôles sur produit fini

Les produits font l'objet des contrôles suivants :

- Masse volumique du produit projeté : 1 fois par semaine (EN1602)
- Conductivité thermique à l'état sec : 1 fois par semaine (EN12667)
- Adhésion / Cohésion : 1 fois par mois (Méthode EGOLF)

Ces contrôles sont effectués au laboratoire de l'usine de fabrication.

3.2.3 Contrôles sur chantier

Voir § 5 du Dossier Technique.

3.3 Marquage

Chaque colis comporte les informations suivantes :

3.3.1 Laine minérale JetSpray Thermal

Le sac de laine minérale JetSpray Thermal contient les indications suivantes :

- Le nom du produit,
- Le numéro du Certificat ACERMI,
- La mention « Caractéristiques certifiées selon le règlement Technique ACERMI Isolant en vrac »
- L'adresse de l'usine de fabrication,
- Date et heure de production,
- Poids net de produit : 16,6 (-0 ; + 5 %) kg
- Un tableau donnant la résistance thermique certifiée R associée à l'épaisseur minimale installée et une plage de masse volumique
- la consommation de produit en fonction de l'épaisseur de l'isolation réalisée,
- La réaction au feu (Euroclasse) déclarée et certifiée,
- Etiquetage relative aux émissions en polluants volatils conformément au décret n°2011-321 du 23 mars 2011,

- Le nom du liant JetSpray Fix et du primaire d'accrochage JetSpray Primer à associer à la laine JetSpray Thermal.

3.32 Liant JetSpray Fix et Primaire d'accrochage JetSpray Primer

Les seaux de liant JETSPRAY Fix et de primaire d'accrochage JetSpray Primer contiennent les indications suivantes :

- Nom du produit
- Poids net du seau 25 kg
- Les indications pour le dosage.

4. Mise en œuvre

4.1 Commercialisation et distribution

La Société KNAUF INSULATION assure la commercialisation et la distribution du produit JetSpray Thermal et des matériaux associés.

4.2 Assistance technique

KNAUF INSULATION assure, via son école son école de l'isolation™, une formation initiale obligatoire avec attestation de formation nominative des applicateurs et une assistance technique à l'entreprise d'application du produit. Cette école est certifiée CERTIBAT.

L'entreprise d'application dispose ensuite des équipements nécessaires à la mise en œuvre du produit.

4.3 Principe

Le principe consiste à projeter la laine minérale en vrac sur le support par l'intermédiaire d'un tuyau relié à la machine d'alimentation.

Les sacs de laine sont vidés dans la machine, la laine est cardée avant d'être propulsée par flux d'air dans le tuyau.

Celui-ci est muni d'une buse de projection qui permet d'humidifier la laine à sa sortie du tuyau et d'y incorporer le liant par pulvérisation.

Une pompe haute pression permet d'ajuster le débit de la solution de liant et assure le fonctionnement des têtes de pulvérisation du liant.

Les réglages préalables de la machine pneumatique et de la pompe sont effectués par l'applicateur pour obtenir la masse volumique moyenne et le taux de liant :

Épaisseur du revêtement	Masse volumique moyenne	Taux de liant
30 à 210 mm	52 kg/m ³ ± 5	6 % ± 1

Après projection, une finition éventuelle peut être réalisée (voir § 4.10).

4.4 Équipements

4.41 Machine pneumatique de projection

Ce type de machine fonctionne avec un moteur thermique ou électrique. La laine est introduite manuellement dans la machine. La laine est ensuite acheminée vers la boîte à cardes afin de faciliter son soufflage, puis jusqu'au sas de distribution qui est composé de compartiments étanches et enfin mise en contact avec l'air qui va la propulser dans le tuyau de sortie muni d'une buse de projection.

Exemples de machine : ISO 40 N d'Isol France, Stewart 750 ou 1000 de Stewart Energy Insulation LTD, Minifant M99 de X-Floc,...

4.42 Buses de projection JetSpray Parking ou JetSpray Crawl Space

Les buses de projections JetSpray Parking ou JetSpray Crawl Space sont des buses développées par Knauf Insulation pour l'application du procédé JetSpray. Ces buses sont munies de 5 têtes de pulvérisation destinées à distribuer de façon homogène par pulvérisation la solution aqueuse de liant sur la laine minérale.

Chaque buse de projection est équipée d'un manomètre qui permet de vérifier la pression de la pompe à eau pendant la projection, et d'un tuyau de raccord de 2 mètres.



Figure 1 : Buse de projection JetSpray Parking

La buse de projection JetSpray Crawl Space est à utiliser uniquement dans le cas des vides sanitaires.

La buse de projection JetSpray Parking est à utiliser pour toutes les autres applications.

4.43 Cuve pour préparation du liant JetSpray Water Tank

Une cuve de 1 000 Litres est nécessaire sur chantier pour la préparation du liant.

Cette cuve graduée est munie d'un autocollant rappelant les dosages à effectuer pour la préparation du liant JetSpray Fix.



Figure 2 : Cuve 1 000 Litres JetSpray Water Tank

Knauf Insulation met à disposition pour chaque applicateur des cuves JetSpray Water Tank.

4.44 Pompe à eau à pression réglable avec crépine

Pour la projection du liant JetSpray Fix au flux de laine minérale JetSpray Thermal, on utilise une pompe à eau réglable (à piston ou à membrane).

La pression de pulvérisation du liant peut être réglée précisément grâce à une petite molette et un manomètre.



Figure 3 : Exemple de pompe à eau à pression réglable

Cette pompe doit être raccordée à un tuyau muni d'une crépine. Celle-ci permet de filtrer les éventuelles impuretés qui peuvent se déposer dans la cuve de 1 000 Litres JetSpray Water Tank pendant la projection.



Figure 4 : Crépine

4.5 Dispositions préalables à la mise en œuvre

Les conditions générales suivantes s'appliquent aussi bien aux ouvrages neufs qu'en rénovation.

Le maître d'ouvrage ou le maître d'œuvre est tenu de faire connaître à l'entreprise applicatrice la nature et l'état du support.

Il y a lieu notamment de vérifier :

- la composition de la paroi ;
- l'absence de tout élément pouvant nuire à l'adhésion de l'isolant au support (graisse, rouille, etc.) ;
- la capacité du support à supporter le poids de l'isolation ;
- le constat d'absence de support mouillé sur les surfaces traitées.

Les travaux de projection doivent être exécutés en respectant les conditions suivantes :

- L'exécution doit être réalisée par un personnel expérimenté.
- Les locaux sont hors d'eau et ventilés ;

- Le support destiné à recevoir la projection doit avoir une température de surface supérieure à 5°C ;
- La température ambiante du local doit être supérieure à 5°C. Pas de mise en œuvre en période de risque de gel ;
- Les dispositifs de fixation d'ouvrage à exécuter après projection sont en place et les trémies rebouchées avant la projection afin de reconstituer la continuité du support ;
- L'ouvrage ne doit pas être soumis à des chocs ou à des vibrations pendant les travaux ni pendant la période nécessaire à l'acquisition des caractéristiques mécaniques du produit. Cette durée est de 15 jours minima dans les conditions climatiques normales (au-dessus de 10 °C et inférieur à 70% HR), 28 jours en dehors de ces conditions.
- Les ouvrages adjacents doivent être protégés (bâche).
- L'entreprise est tenue d'informer le maître d'ouvrage ou le maître d'œuvre que ces dispositions doivent être respectées.

4.6 Préparations

4.6.1 Préparation du liant JetSpray Fix

Le liant est livré sous forme concentrée. Il est nécessaire de le diluer dans de l'eau. Pour cela, remplir partiellement la cuve de 1 000 Litres avec de l'eau. Lorsque celle-ci est remplie à 400 litres, vider 2 seaux de liant JetSpray FIX et compléter le remplissage jusqu'à 800 litres.

Ensuite, homogénéiser la préparation avec un malaxeur ou avec la pompe haute pression en circuit fermé (position « bypass »).

4.6.2 Préparation du support

Le support doit être préparé conformément au DTU 27.1. Il doit être sain, rigide, propre, dépoussiéré et exempt de ruissellement et de condensation.

Pour les supports en béton neufs, le délai de séchage est supérieur ou égal à 45 jours.

L'adhérence du revêtement au support est assurée par l'application du primaire d'accrochage JetSpray Primer à raison de 80 à 160 g / m², appliqué au rouleau, au pulvérisateur ou au pistolet pneumatique.

Lorsque les supports maçonnés ou en béton sont dégradés (éclatement du béton...), le support doit être réparé avant la réalisation de la projection. Les DPM précisent à qui en incombe la réalisation.

4.6.3 Réglage de l'équipement et débits

Généralement, en l'absence de changement d'équipement ou d'opération de maintenance machine, les réglages utilisés le chantier précédent sont utilisés.

Les réglages de la machine pneumatique et de la pompe pour le liant doivent être tels que le ratio laine / liant soit de $2 \pm 0,3$. Les débits préconisés sont de **2,5 ± 0,2 kg/min** pour la laine JetSpray Thermal et de **5 ± 0,2 litres/min** pour le liant JetSpray Fix.

Ce réglage permet d'obtenir le taux de liant souhaité de $6 \% \pm 1\%$ en poids de la laine minérale JetSpray Thermal après séchage.

Selon le modèle de machine, le réglage du débit de laine est ajusté à l'aide du positionnement des 2 portes situées sous la machine ou avec la variation de la vitesse de rotation de vis d'alimentation (Voir également les instructions d'utilisation du fabricant).

La pression de fonctionnement de la pompe est réglée afin d'obtenir un débit massique de liant JetSpray Fix en solution aqueuse 2 fois supérieur au débit de laine minérale JetSpray Thermal.

4.7 Détermination de la consommation

La détermination de la consommation est effectuée selon la procédure suivante :

1. 10 ou 5 sacs (en fonction de l'épaisseur projetée) de JetSpray Thermal doivent être projetés selon les réglages machine définis au § 6.23, à l'épaisseur demandée.
2. Une fois les 10 ou 5 sacs projetés, la surface est mesurée.
3. Cette surface doit être comprise entre la surface mini S_{min} et la surface maxi S_{max} données dans le tableau de la fiche de fin de chantier (voir annexe 2 en fin de Dossier Technique).

S_{min} et S_{max} correspondent aux surfaces projetées aux densités maxi et mini (57 et 47 kg/m³).

Le réglage optimal est atteint lorsque la surface projetée est égale à la surface moyenne S_{moyen} donnée dans ce même tableau de la fiche de fin de chantier.

Ce test permet de vérifier les réglages machine. Il doit être réalisé au moins une fois à chaque début de chantier.

Lorsque le résultat n'est pas conforme, le produit doit être déposé et les réglages selon le § 6.23 doivent être recommencés.

4.8 Technique de projection

La distance de projection au support est comprise entre 0,5 m et 1,5 m.

Le débit d'air de la machine permet d'ajuster la puissance de projection de la laine sur le support. Ce débit doit être ajusté pour permettre la fixation de la laine sur le support et sur la laine préalablement projetée sans chute du produit, et sans détachement de laine du support.

Un débit adéquat est obtenu par réglage de la vanne d'air. Ce réglage doit être revu selon l'avancement du temps de fonctionnement de l'équipement.

En conditions optimales de projection, la densité moyenne nominale finale de l'isolant doit être de 52 kg/m³. Une tolérance de ± 5 kg est acceptée.

4.9 Points singuliers : canalisations, chemins de canalisations, tuyauterie

- Aucun matériel électrique non protégé susceptible de créer une source de chaleur continue (spots, transformateurs, câbles cf. norme NFC 15-100) ne doit être recouvert par l'isolant.
- Aucune canalisation, chemin de canalisation ou tuyauterie ne peut recevoir de projection directe d'isolant. Les canalisations doivent obligatoirement rester apparentes. La laine doit être retirée tout de suite après application.
- Il y a lieu de ne pas mettre le matériau en contact avec des conduits de fumée. Il convient de respecter la distance de sécurité minimale prévue dans le DTU 24.1 ou dans les Avis Techniques des procédés concernés.

4.10 Finition

Dès la fin de la projection, la surface humide de l'isolant peut être lissée au moyen d'une taloche en appliquant une légère pression. La pression exercée ne doit pas modifier la masse volumique afin de ne pas modifier la résistance thermique.

5. Contrôles chantier

5.1 Mesure de l'épaisseur

5.1.1 Pige de mesure de l'épaisseur

L'épaisseur de l'isolant est mesurée au moyen d'une pige en acier de 3 mm de diamètre munie d'un disque de 100 cm² (diamètre 11,3 cm) coulissant sur la pige. La pige est piquée à travers le revêtement jusqu'au support. Le disque est appuyé sans pression sur le revêtement, puis maintenu à son emplacement. On retire alors l'ensemble et on mesure au réglet au millimètre près, la distance entre la sous face du disque et la pointe de la pige.



Figure 5 : Pige de mesure de l'épaisseur

5.12 Détermination de l'épaisseur

Afin de garantir la fiabilité, la constance et la performance thermique installée, il est nécessaire de réaliser un contrôle de l'épaisseur projetée en fin de chantier.

Des mesures ponctuelles sont réalisées à raison de 5 par sections de mesures (une section de mesure équivaut à 1 m²). Le nombre de sections de mesures est défini dans le tableau suivant :

Surface recouverte par local (m ²)	Nombre de sections de mesures	Nombre de mesures ponctuelles
Inférieur à 100	5	25
De 100 à 1 000	10	50
Par 1 000 supplémentaires	5	25

Une fois les mesures effectuées, l'épaisseur moyenne doit être calculée selon la formule suivante :

$$\text{épaisseur moyenne } e_m = \frac{\sum e_i}{n}$$

avec :

e_i = mesure ponctuelle

n = nombre total des mesures effectuées.

L'épaisseur moyenne calculée ne doit pas être inférieure à l'épaisseur prescrite.

Également, l'écart moyen d'épaisseur sera déterminé selon la formule suivante :

$$\text{écart moyen d'épaisseur } \sigma = \sqrt{\frac{\sum (e_i - e_m)^2}{n}}$$

avec :

e_i = mesure ponctuelle

e_m = épaisseur moyenne

n = nombre total des mesures effectuées.

Il ne doit pas être supérieur à 10 % de l'épaisseur moyenne.

Un plan d'échantillonnage est décrit dans la fiche de fin de chantier (voir Annexe 2 en fin de Dossier Technique).

5.2 Contrôle de l'adhésion et de la cohésion

Lorsque qu'un contrôle ou une vérification de cette caractéristique est décidé :

- Soit par les DPM,
- Soit suite au constat d'un désordre, notamment, dans le cas d'une fuite d'eau ayant mouillé le revêtement, vibrations intenses pendant la période de séchage, etc.

Cet essai est effectué après avoir attendu plus de 1 mois après la réalisation de la projection selon la procédure définie à l'annexe 3.

5.3 Fiche de Déclaration Chantier

Un modèle de fiche de fin de chantier est fourni à l'annexe 2.

Pour un chantier donné, il doit y avoir une fiche de fin de chantier par machine et par épaisseur de projection.

La fiche de chantier a pour objectif :

- de matérialiser la quantité d'isolant projeté ;
- d'assurer la traçabilité du produit fini en vrac, sorti d'usine jusqu'au produit fini, appliqué sur chantier (partie 2 de la fiche) ;
- garantir la performance thermique en fonction d'une masse volumique et d'une épaisseur installées par machine et par épaisseur.

A minima, elle contient les éléments suivants :

- Entreprise réalisant l'isolation : applicateur projeteur
- Nom et adresse de la société
 - Nom et fonction de l'agent signataire
- Donneur d'ordre
 - Nom et adresse de la société
 - Nom et fonction de l'agent signataire
- Site de mise en œuvre
 - Adresse
 - Nature des travaux
 - Nature du support
- Produit(s)
 - Référence commerciale de l'isolant
 - Poids du sac
 - Numéro de certificat ACERMI de l'isolant
 - Numéro d'Avis Technique de l'isolant

- Référence commerciale primaire d'accrochage
- Référence commerciale revêtement de finition
- Mise en œuvre
 - Machine à projeter :
 - Référence commerciale
 - Numéro de série de la machine
 - Test réglages machine :
 - Surface projetée pour 10 ou 5 sacs
 - Epaisseur moyenne mesurée après finition
- Bilan de réalisation :
 - Surface projetée
 - Epaisseur moyenne mesurée après finition (surfaces planes)
 - Epaisseur moyenne mesurée après finition (poutres)
 - Quantité consommée (kg) :
 - Primaire d'accrochage
 - Isolant
 - Finition
 - Date d'exécution du chantier

Cette fiche de déclaration est réalisée en trois exemplaires :

- Un exemplaire est conservé par l'applicateur projeteur ;
- Un exemplaire est conservé par le donneur d'ordre ;
- Un exemplaire est conservé par le maître d'ouvrage.

Ces pièces justificatives sont à conserver a minima 10 ans et selon les réglementations en vigueur.

6. Consignes relatives à la protection des applicateurs

Chaque sac de laine minérale à projeter comporte les consignes relatives à la protection des applicateurs lors de la mise en œuvre. Ces consignes sont rédigées sous forme de pictogrammes.

La documentation des fabricants de laine minérale comporte les consignes écrites.

La fiche de données de sécurité FDS est disponible sur demande à la Société KNAUF INSULATION SPRL. (Visé Belgique).

Le poids de l'outil de finition mis à disposition par Knauf Insulation est de 3 kg.

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 :

- Art.R.231-54 à R.231-54-17 du Code du travail
- Fiche pratique de sécurité FT129 de l'Institut National de Recherche et Sécurité (INRS)
- Aération et assainissement des locaux
- Art R.232 à 232-5-14 du Code de travail.
- Circulaire du ministre du travail du 9 mai 1985.
- Arrêtés des 8 et 9 octobre 1987 (JO du 22 octobre 1987) et du 24 décembre 1993 (JO du 29 décembre.1993) relatifs aux contrôles des installations.

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

B. Résultats expérimentaux

- Evaluation des caractéristiques mécaniques (adhésion- cohésion) à l'état initial et après vieillissement accéléré (Test Florida + vieillissement 28 jours à 70°C et 95%HR)
 - Rapport d'essai du LNE P107983-19
 - Rapport d'essai du LNE P123135
- Essais de caractérisation du comportement face à une contamination fongique :
 - Rapport d'essai du CSTB n°SC 14-064
- Rapports d'essais de mesure de conductivité thermique :
 - Rapport d'essai du LNE n° P107983-16
 - Rapport d'essai du CSTB n° HO 150 JA1 VR
- Réaction au feu :
 - Rapports d'essai du LNE P119750-3
 - Rapport feu du LNE n° P119750 – Document DE/4.
- Essais sur les émissions de COV :
 - Rapport d'essai Eurofins n° 392-2015-00082501B.

C. Références

C1. Données Environnementales ⁽¹⁾

Le procédé JetSpray ne fait pas l'objet d'une Fiche de Déclaration Environnementale (DE).

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

C2. Références de chantiers

Plusieurs références chantiers ont été réalisées dans le cadre du développement du procédé JetSpray. Ces chantiers ont été réalisés principalement aux Pays bas, en Belgique et en France.

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

Annexe 1 : Pas à pas détaillé

JetSpray : Préparation du liant

- Au préalable, on aura pris soin de protéger le sol et les ouvrages adjacents (bâche)
- Remplir partiellement la cuve d'eau jusqu'à 400 litres
- Verser 2 seaux de **JetSpray Fix**
- Compléter le remplissage de la cuve avec de l'eau jusqu'à 800 litres
- Mélanger
 - OPTION 1 : Malaxeur
 - OPTION 2 : Pompe en fonction Bypass

JetSpray : Réglage du débit de laine

- Régler la machine de projection pneumatique afin d'obtenir un débit de laine à 2,5 kg/min
- Contrôler le débit de laine en soufflant dans un sac respirant pendant 1 min
- Peser le sac avec un peson. Son poids doit être de $2,5 \pm 0,2$ kg
- Si nécessaire, renouveler l'opération en ajustant le réglage machine

JetSpray : Réglage du débit de liant

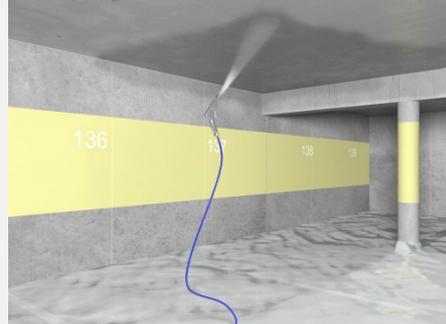
- Ajuster la pression de la pompe à 10 ± 1 bar afin d'obtenir un débit de liant à 5 l/min
- Projeter le liant dans un seau gradué pendant 1 min et contrôler le débit :
 - OPTION 1 : contrôler le volume versé dans le seau gradué (5 litres)
 - OPTION 2 : Peser le seau avec un peson (5 kg)
- Si nécessaire, renouveler l'opération en ajustant le réglage de la pompe

JetSpray : Préparation avant projection

- Protéger le sol par un film plastique et si besoin les murs
- Le support doit être préparé conformément au DTU 27.1
- Il doit être sain, rigide, propre, dépoussiéré et exempt de ruissellement et de condensation.

JetSpray : Application JetSpray Primer

- Appliquer le primaire d'accrochage **JetSpray Primer**
 - OPTION 1: avec un pulvérisateur / pistolet à assistance pneumatique sans air
 - OPTION 2: au rouleau
- Le support doit être entièrement couvert
- Consommation entre 80 et 160g/m²



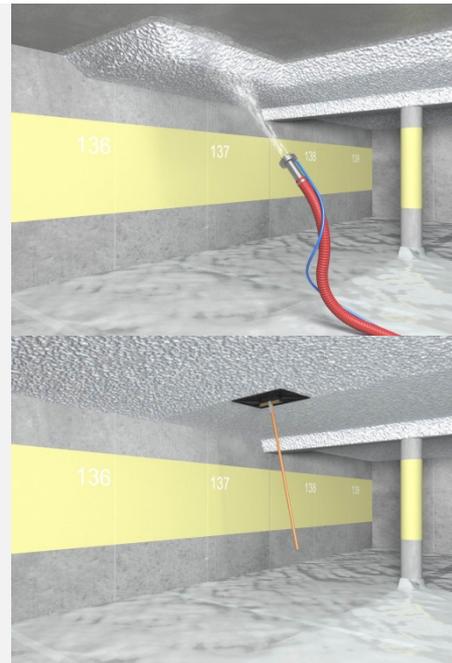
Annexe 1 : Pas à pas détaillé - suite

JetSpray : Projection

- Projeter progressivement la surface par des bandes de 10 à 20 cm, sur une épaisseur correspondant à la résistance thermique désirée
- Distance de projection :
 - entre 0,5 et 1,5 m
- Angle de projection :
 - entre 35 et 45 degrés

JetSpray : Finition

- En fin de projection, la surface humide de l'isolant peut être roulée (rouleau) ou comprimée (taloche) afin d'obtenir une surface lisse et uniforme.



Annexe 2 : Modèle de fiche de déclaration de chantier

KNAUF INSULATION

JetSpray

Fiche de chantier JetSpray Thermal

Informations relatives au chantier

Adresse du chantier : n° Rue CP Ville

Nature des travaux : Neuf Rénovation

Applicateur Projeteur

Nom de l'applicateur :

Adresse de la Société

Société :

n° Rue

CP Ville

Informations produits

Marque : KNAUF INSULATION

Poids net des sacs : 16,6 kg

Référence produit : JetSpray Thermal

Primaire d'accrochage : JetSpray Primer

Certificat ACERMI : 123456789

Liant : JetSpray Fix

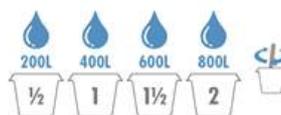
Avis Technique : 987654321

Préparation du liant JetSpray Fix

POUR 800 LITRES D'EAU

Volume d'eau préparé (litres) :

Nombre de seaux JetSpray Fix utilisés :



Réglages débits machine / pompe

Machine utilisée :

Réglage débit de LAINE : 2,5 kg/min

Le contrôle de débit de laine doit être réalisé de la manière suivante :

1. Soufflez la laine JetSpray Thermal dans un sac en toile de jute pendant 1 minute
2. Vérifiez à l'aide d'un peson que le poids du sac est de 2,5 kg. Sinon, procédez à un nouveau réglage machine et recommencez le contrôle de débit de laine.



Réglage débit de LIANT : 5 l/min

Le contrôle de débit de liant doit être réalisé de la manière suivante :

1. Dans un seau gradué (5 litres mini), projetez le liant JetSpray Fix pendant 1 minute
2. Vérifiez à l'aide de la graduation du seau que la quantité de liant JetSpray Fix versée est bien de 5 litres. Sinon, procédez à un nouveau réglage de la pompe et recommencez le contrôle de débit de liant.



Réglage débit de laine (kg/min) :

Réglage débit de liant (l/min) :

Signature de l'applicateur

Cachet de l'entreprise

Fiche de chantier JetSpray Thermal

Contrôle de la densité

Le contrôle de densité sera réalisé de la manière suivante :

Pour les épaisseurs projetées < 100 mm

- 5 sacs de JetSpray Thermal doivent être projetés à l'épaisseur souhaitée (exprimée en mm)
- Une fois les 5 sacs projetés, la surface **S** est mesurée (exprimée en m²)
- Cette surface S mesurée doit être comprise entre **Smin ≤ S ≤ Smax** avec :
Smin = 1,4 / (épaisseur projetée en mm) et
Smax = 1,8 / (épaisseur projetée en mm)

Le tableau ci-contre indique les surfaces Smin et Smax à obtenir pour validation du réglage de la densité :

Épaisseur (mm)	Surface maxi Smax (m ²) à 47 kg/m ³	Surface S (m ²) à 52 kg/m ³	Surface mini Smin (m ²) à 57 kg/m ³
30	60	53	47
40	45	40	35
50	36	32	28
60	30	27	23
70	26	23	20
80	23	20	18
90	20	18	16

Pour les épaisseurs projetées ≥ 100 mm

- 10 sacs de JetSpray Thermal doivent être projetés à l'épaisseur souhaitée (exprimée en mm)
- Une fois les 10 sacs projetés, la surface **S** est mesurée (exprimée en m²)
- Cette surface S mesurée doit être comprise entre **Smin ≤ S ≤ Smax** avec :
Smin = 2,9 / (épaisseur projetée en mm) et
Smax = 3,5 / (épaisseur projetée en mm)

Le tableau ci-contre indique les surfaces Smin et Smax à obtenir pour validation du réglage de la densité :

Épaisseur (mm)	Surface maxi Smax (m ²) à 47 kg/m ³	Surface S (m ²) à 52 kg/m ³	Surface mini Smin (m ²) à 57 kg/m ³
100	35	32	29
110	32	29	26
120	29	27	24
130	27	25	22
140	25	23	21
150	23	21	19
160	22	20	18
170	21	19	17
180	19	18	16
190	18	17	15
200	18	16	15
210	17	15	14

Surface projetée pour 10 sacs de laine minérale JetSpray Thermal projetée :m²

Signature de l'opérateur

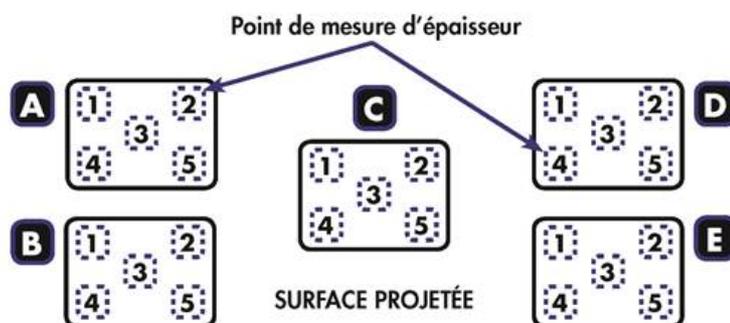
Fiche de chantier JetSpray Thermal

Mise en oeuvre du procédé JetSpray Thermal

Résistance thermique :	prévue m ² .K/W	installée m ² .K/W
Épaisseur d'isolant :	prévue mm	installée mm
Nombre de sacs :	prévu sacs	consommé sacs
Quantité de liant :	prévue Litres	consommée Litres
Quantité de primaire :	prévue Litres	consommée Litres

Contrôles d'épaisseur en fin de chantier

Contrôle de l'épaisseur : des mesures ponctuelles sont réalisées à raison de 5 par section de mesures (une section de mesure équivaut à 1 m²) selon le schéma ci-dessous :



Le nombre de sections de mesures (A, B, C,...) varie selon la surface totale projetée.
 Pour les surfaces > 100 m², ajouter à 5 sections de mesures tous les 1 000 m² supplémentaires.

Section de mesure	POINT DE MESURE DES ÉPAISSEURS (mm)					TOTAL
	1	2	3	4	5	
A						
B						
C						
D						
E						
ÉPAISSEUR MOYENNE TOTALE (mm)						

Signature de l'apporteur

Cette fiche de chantier est réalisée en 3 exemplaires :

- 1 exemplaire pour l'apporteur
- 1 exemplaire pour le donneur d'ordre
- 1 exemplaire pour le maître d'ouvrage

Annexe 3 : Contrôle de l'adhésion et de la cohésion

La méthode utilisée pour l'essai est la méthode dite EGOLF, définie dans l'annexe I du DTU 27.1.

Le critère à respecter est celui de l'annexe F du DTU 27.1.

A défaut d'indication dans les documents particuliers du marché (DPM), le nombre d'essais sur site est fixé à :

- 5 pour une surface isolée inférieure à 1000 m² ;
- 5 par tranche de 1000 m² supplémentaire.

Les abaques suivants permettent de déterminer la masse minimale à laquelle doit résister l'ouvrage en termes d'adhérence et de cohésion afin de satisfaire le critère de « faible risque de chute » de l'annexe F du DTU 27.1.

La contrainte moyenne à la rupture par traction doit respecter la formule suivante :

$$\beta H_6 \geq \gamma \times (v \times g) \times \varphi_{\max} \times (d_{\max} + \delta d) \times 10^{-6} \text{ (N/mm}^2\text{)} \text{ (Faible risque de chute)}$$

où :

- βH_6 = valeur moyenne de la force d'adhérence par traction (à partir des 6 lectures) (N/mm²)
- $\gamma = 2$ (coefficient de sécurité prenant en compte des facteurs mécaniques)
- $v = 3$ (coefficient de sécurité prenant en compte des facteurs de fatigue)
- $g = 10$ (accélération approchée due à la gravité) (m/s²)
- φ_{\max} = masse volumique majorée de 15% (kg/m³)
- d_{\max} = épaisseur maximale du produit (m)
- $\delta d = 0,02$ (majoration pour prendre en compte d'éventuelles surépaisseurs de produit (m))
-

Tableau 1 - Masse (kg) à appliquer en fonction de la masse volumique projetée et de l'épaisseur de l'isolation - calcul pour une plaque de traction carrée de 100 mm de côté

		Masse volumique projetée (kg/m ³)										
		47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57
Épaisseur appliquée (m)	0,03	0,16	0,16	0,17	0,17	0,17	0,18	0,18	0,18	0,19	0,19	0,19
	0,04	0,19	0,19	0,20	0,20	0,21	0,21	0,22	0,22	0,22	0,23	0,23
	0,05	0,23	0,23	0,23	0,24	0,24	0,25	0,25	0,26	0,26	0,27	0,27
	0,06	0,26	0,26	0,27	0,27	0,28	0,28	0,29	0,29	0,30	0,30	0,31
	0,07	0,29	0,29	0,30	0,30	0,31	0,32	0,32	0,33	0,34	0,34	0,35
	0,08	0,32	0,32	0,33	0,34	0,35	0,35	0,36	0,37	0,37	0,38	0,39
	0,09	0,36	0,36	0,36	0,37	0,38	0,39	0,39	0,40	0,41	0,42	0,42
	0,10	0,39	0,39	0,40	0,41	0,41	0,42	0,43	0,44	0,45	0,45	0,46
	0,11	0,42	0,42	0,43	0,44	0,45	0,46	0,47	0,48	0,48	0,49	0,50
	0,12	0,45	0,45	0,46	0,47	0,48	0,49	0,50	0,51	0,52	0,53	0,54
	0,13	0,49	0,49	0,50	0,51	0,52	0,53	0,54	0,55	0,56	0,57	0,58
	0,14	0,52	0,52	0,53	0,54	0,55	0,56	0,57	0,58	0,60	0,61	0,62
	0,15	0,55	0,55	0,56	0,58	0,59	0,60	0,61	0,62	0,63	0,64	0,66
	0,16	0,58	0,58	0,60	0,61	0,62	0,63	0,65	0,66	0,67	0,68	0,69
	0,17	0,62	0,62	0,63	0,64	0,66	0,67	0,68	0,69	0,71	0,72	0,73
	0,18	0,65	0,65	0,66	0,68	0,69	0,70	0,72	0,73	0,74	0,76	0,77
	0,19	0,68	0,68	0,70	0,71	0,72	0,74	0,75	0,77	0,78	0,80	0,81
	0,20	0,71	0,71	0,73	0,74	0,76	0,77	0,79	0,80	0,82	0,83	0,85
	0,21	0,75	0,75	0,76	0,78	0,79	0,81	0,83	0,84	0,86	0,87	0,89

Tableau 2 - Masse (kg) à appliquer en fonction de la masse volumique projetée et de l'épaisseur de l'isolation - calcul pour une plaque de traction circulaire de 100 mm de diamètre

		Masse volumique projetée (kg/m ³)										
		47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57
Épaisseur appliquée (m)	0,03	0,13	0,13	0,13	0,13	0,14	0,14	0,14	0,14	0,15	0,15	0,15
	0,04	0,15	0,15	0,16	0,16	0,16	0,17	0,17	0,17	0,18	0,18	0,18
	0,05	0,18	0,18	0,18	0,19	0,19	0,19	0,20	0,20	0,20	0,21	0,21
	0,06	0,20	0,20	0,21	0,21	0,22	0,22	0,23	0,23	0,23	0,24	0,24
	0,07	0,23	0,23	0,23	0,24	0,24	0,25	0,25	0,26	0,26	0,27	0,27
	0,08	0,25	0,26	0,26	0,27	0,27	0,28	0,28	0,29	0,29	0,30	0,30
	0,09	0,28	0,28	0,29	0,29	0,30	0,30	0,31	0,32	0,32	0,33	0,33
	0,1	0,31	0,31	0,31	0,32	0,33	0,33	0,34	0,34	0,35	0,36	0,36
	0,11	0,33	0,33	0,34	0,35	0,35	0,36	0,37	0,37	0,38	0,39	0,39
	0,12	0,36	0,36	0,36	0,37	0,38	0,39	0,39	0,40	0,41	0,42	0,42
	0,13	0,38	0,38	0,39	0,40	0,41	0,41	0,42	0,43	0,44	0,45	0,45
	0,14	0,41	0,41	0,42	0,43	0,43	0,44	0,45	0,46	0,47	0,48	0,48
	0,15	0,43	0,43	0,44	0,45	0,46	0,47	0,48	0,49	0,50	0,51	0,52
	0,16	0,46	0,46	0,47	0,48	0,49	0,50	0,51	0,52	0,53	0,54	0,55
	0,17	0,48	0,48	0,49	0,51	0,52	0,53	0,54	0,55	0,56	0,57	0,58
	0,18	0,51	0,51	0,52	0,53	0,54	0,55	0,56	0,57	0,58	0,60	0,61
	0,19	0,53	0,54	0,55	0,56	0,57	0,58	0,59	0,60	0,61	0,63	0,64
	0,2	0,56	0,56	0,57	0,58	0,60	0,61	0,62	0,63	0,64	0,65	0,67
	0,21	0,59	0,59	0,60	0,61	0,62	0,64	0,65	0,66	0,67	0,68	0,70