20/22-496_V1

Valide du **13 mai 2022**

au **31 mai 2026**

Sur le procédé

JetSpray All In One Thermal

Famille de produit/Procédé : Isolation thermique en sous face de plancher par projection en laine minérale

Titulaire : **Société Knauf Insulation SAS**
Internet : www.knaufinsulation.fr

Distributeur : **Société Knauf Insulation SAS**
Internet : www.knaufinsulation.fr

AVANT-PROPOS

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

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

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

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

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

COMMISSION CHARGÉE DE FORMULER LES AVIS TECHNIQUES

Secrétariat : CSTB, 84 avenue Jean Jaurès, FR-77447 Marne la Vallée Cedex 2
Tél. : 01 64 68 82 82 - email : secretariat.at@cstb.fr

www.ccfat.fr

Les Avis Techniques sont publiés par le Secrétariat des Avis Techniques, assuré par le CSTB ; Les versions authentifiées sont disponibles gratuitement sur le site Internet du CSTB (http://www.cstb.fr)

Versions du document

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

Descripteur :

Le procédé JetSpray All In One Thermal est constitué d'un produit d'isolation thermique par projection pneumatique de laine minérale de verre avec liant sur parois horizontales ou poutres ou structures de bâtiment.

Le procédé est constitué du produit isolant JetSpray All In One Thermal, associé au primaire d'accrochage JetSpray Primer Plus.

La gamme d'épaisseur est comprise entre 35 et 210 mm.

Il est associé aux supports :

- en béton, maçonnés, fibres ciment, laine minérale, et panneaux fibbraglos sans armature d'accrochage,
- en bois et à base de bois en association avec une armature d'accrochage.

Ce procédé est destiné à l'isolation thermique et à la correction acoustique.

Ce procédé peut rester apparent.

Table des matières

1. Avis du Groupe Spécialisé 4
1.1. Domaine d'emploi accepté 4
1.1.1. Zone géographique 4
1.1.2. Ouvrages visés 4
1.2. Appréciation 5
1.2.1. Aptitude à l'emploi du procédé 5
1.2.2. Durabilité - Entretien 5
1.2.3. Impacts environnementaux 6
1.3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé 6
2. Dossier Technique 7
2.1. Mode de commercialisation 7
2.1.1. Coordonnées 7
2.1.2. Identification 7
2.1.3. Stockage 7
2.2. Description 7
2.2.1. Principe 7
2.2.2. Matériaux 8
2.3. Disposition de mise en œuvre 8
2.3.1. Principe 8
2.3.2. Équipements 8
2.3.3. Dispositions préalables à la mise en œuvre 9
2.3.4. Préparations 10
2.3.5. Détermination de la consommation 10
2.3.6. Technique de projection 11
2.3.7. Points singuliers : canalisations, chemins de canalisations, tuyauterie 11
2.3.8. Finition 11
2.4. Contrôles chantier 11
2.4.1. Mesure de l'épaisseur 11
2.4.2. Contrôle de l'adhésion et de la cohésion 12
2.5. Fiche de Déclaration Chantier 12
2.6. Assistance technique 13
2.7. Principes de fabrication et de contrôle de cette fabrication 13
2.7.1. Fabrication 13
2.7.2. Contrôles 13
2.8. Mention des justificatifs 14
2.8.1. Résultats Expérimentaux 14
2.8.2. Références chantiers 14
2.9. Annexe du Dossier Technique – Schémas de mise en œuvre 15
2.9.1. Annexe 1 : Pas à pas détaillé 15
2.9.2. Annexe 2 : Modèle de fiche de déclaration de chantier 17
2.9.3. Annexe 3 : Contrôle de l'adhésion et de la cohésion 20

1. Avis du Groupe Spécialisé

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

1.1. Domaine d'emploi accepté

1.1.1. Zone géographique

Le procédé est employé en France métropolitaine, en climat de plaine (en zones très froides et hors zones très froides) et de montagne (altitude > 900 m).

Nota : *une zone très froide est définie par une température de base inférieure à -15°C (NF P52-612/CN). Les départements de la zone très froide sont :*

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

Les zones en climat de montagne, qui sont définies pour une altitude supérieure ou égale à 900 m, sont considérées comme zone très froide.

1.1.2. Ouvrages visés

Le procédé JetSpray All In One Thermal vise une application sur les supports de type :

- Plancher nervuré à poutrelles préfabriquées associées à du béton coulé en œuvre ou associées à d'autres constituants préfabriqués par du béton coulé en œuvre ;
- Dalle pleine confectionnée à partir de prédalles préfabriquées et de béton coulé en œuvre ;
- Plancher confectionné à partir de dalles alvéolées en béton précontraint ;
- Plancher à entrevous en béton ou terre cuite avec dalle coulée en œuvre ;
- Sur les panneaux fibragglos, les panneaux en fibres ciment, les supports avec laine minérale ;
- Sur les supports bois et panneaux dérivés du bois.

Pour les ouvrages :

- De type parcs de stationnement couverts, vides sanitaires de construction normalement ventilés , sous faces de passages couverts ou de local fermé en saillie de la façade ;
- En sous face des planchers bas et des planchers intermédiaires de locaux chauffés, à usage résidentiel ou non résidentiel
- En sous-face de toutes les parois horizontales, ainsi que sur toutes les faces des éléments structurels (poutres) , nues, en intérieur ou extérieur, non exposées aux intempéries, de forme quelconque relevant des ouvrages réalisés selon les normes NF DTU :
  - 21 Exécution des travaux en béton
  - 23.2 Planchers à dalles alvéolées préfabriquées en béton
  - 23.3 Ossatures en éléments industrialisés en béton
  - 23.4 Planchers à prédalles industrialisées en béton
  - 23.5 Planchers à poutrelles en béton
  - 51.3 Planchers en bois ou en panneaux dérivés du bois

Le procédé JetSpray All In One Thermal est utilisé :

- En neuf ou en rénovation ;
- Sur les locaux à faible et moyenne hygrométrie.

Sont exclus du domaine d'application :

- Les locaux frigorifiques, dans les locaux destinés à l'élevage ou à l'agroalimentaire (le procédé n'est pas nettoyable à l'eau sous pression) ;
- Les sous-faces d'un plancher de local non chauffé ;
- Les sous-faces de toitures terrasses avec éléments porteurs relevant du NF DTU 20.12 : Gros œuvre en maçonnerie des toitures destinées à recevoir un revêtement d'étanchéité, ;
- Les sous-faces de plafonds suspendus relevant du NF DTU 58.1 ou du NF DTU 25.41 ;
- Le calorifugeage des tuyauteries ;

1.2. Appréciation

1.2.1. Aptitude à l'emploi du procédé

Stabilité

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 en cas d'incendie

Il y a lieu pour l'entreprise de pose de s'assurer auprès du Maitre d'Ouvrage de la conformité des installations électriques et de la conformité aux exigences réglementaire en matière de sécurité incendie avant la pose de l'isolant.

Le classement de réaction au feu du produit JetSpray All In One Thermal est A2-s1,d0, cette information est précisé sur les étiquettes des sacs.

Le produit JetSpray All In One Thermal n'a pas fait l'objet de procès-verbal de résistance au feu dans le cadre de cet Avis Technique.

Prévention des accidents lors de la mise en œuvre

La société Knauf Insulation dispose de Fiches de Données Sécurité (FDS) pour les produits du procédé JetSpray All In One Thermal. Elles sont disponibles sur demande auprès du fabricant qui se doit de les fournir. L'objet de la déclaration est d'informer l'utilisateur de ce produit sur les dangers liés à son utilisation et sur les mesures préventives à adopter pour les éviter, notamment par le port d'équipements de protection individuelle (EPI).

Pose en zones sismiques

Selon 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.

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.

La résistance thermique utile du produit JetSpray All In One Thermal est donnée dans le certificat ACERMI 15/016/1050 en cours de validité.

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

Acoustique

L'absorption acoustique de ce produit a été évaluée en laboratoire par des essais de type décrits au paragraphe 2.8.1 du Dossier Technique.

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.

Etanchéité

- A l'air : Le produit n'est pas destiné à assurer l'étanchéité à l'air de la paroi ;
- 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.

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.

Fabrication et contrôle

Cet avis est formulé en prenant en compte les contrôles et modes de vérification de fabrication décrits dans le Dossier Technique établi par le Titulaire.

1.2.2. Durabilité - Entretien

Le procédé qui représente les solutions traditionnelles prévues par le NF 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.

1.2.3. Impacts environnementaux

Le procédé JetSpray All In One Thermal 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.

1.3. 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 NF 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 NF 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 NF 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.

Les supports en tôles fibres ciment ne sont pas visés dans cet Avis Technique.

2. Dossier Technique

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

2.1. Mode de commercialisation

2.1.1. Coordonnées

Le procédé est commercialisé par le titulaire.

Titulaire : Société Knauf Insulation SAS
55 rue Aristide Briand
FR – 92300 Levallois-Perret
Tél. : 01 41 27 90 61
Internet : www.knaufinsulation.fr

Distributeur : Société Knauf Insulation SAS
55 rue Aristide Briand
FR – 92300 Levallois-Perret

2.1.2. Identification

Chaque colis comporte les informations suivantes :

2.1.2.1. Laine minérale JetSpray All In One Thermal

Le sac de laine minérale JetSpray All In One 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 installée
- 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 primaire d'accrochage JetSpray Primer Plus

2.1.2.2. Primaire d'accrochage JetSpray Primer Plus

Le seau de primaire d'accrochage JetSpray Primer Plus contient les indications suivantes :

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

2.1.3. Stockage

Les produits devront être stockés en intérieur, à l'abri des intempéries.

2.2. Description

2.2.1. Principe

Le procédé JetSpray All In One Thermal est constitué d'un produit d'isolation thermique par projection pneumatique de laine minérale de verre avec liant sur parois horizontales ou poutres ou structures de bâtiment.

Le procédé est constitué du produit isolant JetSpray All In One Thermal, associé au primaire d'accrochage JetSpray Primer Plus.

La gamme d'épaisseur est comprise entre 35 et 210 mm.

Il est associé aux supports :

- en béton, maçonnés, fibres ciment, laine minérale, et panneaux fibbraglos sans armature d'accrochage,
- en bois et à base de bois en association avec une armature d'accrochage.

Ce procédé est destiné à l'isolation thermique et à la correction acoustique.

Ce procédé peut rester apparent.

2.2.2. Matériaux

2.2.2.1. Caractéristiques des produits

2.2.2.1.1. Laine minérale JetSpray All In One Thermal

La laine minérale JetSpray All Ine One 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 puis mélangé avec un liant en poudre 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 sécurités ont été déposées au CSTB et sont disponibles auprès de Knauf Insulation.

2.2.2.1.2. Liant en poudre mélangé dans la laine JetSpray All in One Thermal

Liant en poudre polymère dispersible.

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

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

2.2.2.1.3. Primaires d'accrochage JetSpray Primer Plus

Primaire de type styrène-butadyène-styrène carboxylé.

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

2.2.2.2. Armature d'accrochage

Des armatures d'accrochage peuvent être nécessaires selon les cas (cf. paragraphe 2.3.4.1.3).

L'armature d'accrochage est composée de feuilles d'acier galvanisé Z275 déployées, d'épaisseur de 30/100, de dimension 600.

2.2.2.3. Caractéristiques de l'isolant JetSpray All In One Thermal projeté

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

Tableau 1 : Caractéristique du produit

Conductivité thermique	cf. Certificat ACERMI 15/016/1050
Résistance thermique	
Masse volumique du produit projeté (après séchage)	52 kg (± 5) kg/m^3
Epaisseur (réalisée en une seule couche)	35 à 210 mm
Réaction au feu (Euroclasse) selon NF EN 13501	A2 s1 d0
Adhésion / cohésion selon l'annexe D du NF DTU 27.1	≥ βH6

2.3. Disposition de mise en œuvre

2.3.1. 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 de réactiver le liant incorporé en usine dans la laine minérale.

Une pompe haute pression permet d'ajuster le débit d'eau et assure le fonctionnement des têtes de pulvérisation de l'eau.

Les réglages préalables de la machine pneumatique et de la pompe sont effectués par l'applicateur pour obtenir la masse volumique moyenne et la quantité minimum d'eau nécessaire pour la réactivation du liant en poudre:

Après projection, une finition éventuelle peut être réalisée (voir § 2.3.8).

2.3.2. Équipements

2.3.2.1. 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.

La machine de projection doit avoir un débit constant de projection.

Exemples de machine : Minijet d'Isol France, Stewart 500, 750 ou 1000 de Stewart Energy Insulation LTD

2.3.2.2. 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 All In One Thermal. Ces buses sont munies de 5 têtes de pulvérisation destinées à distribuer l'eau de façon homogène par pulvérisation sur la laine minérale.

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.

2.3.2.3. Pompe à eau à pression réglable avec crépine

Pour la pulvérisation de l'eau au flux de laine minérale JetSpray All In One Thermal, on utilise une pompe à eau réglable (à piston ou à membrane). La pression de pulvérisation de l'eau 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 d'eau pendant la projection.

Figure 4 : Crépine

2.3.3. 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 ;
- L'état de surface du support devra être inspectée afin de s'assurer de l'adhésion du procédé JetSpray All In One Thermal,
- 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 à 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.

2.3.4. Préparations

2.3.4.1. Préparation du support

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

2.3.4.1.1. Supports maçonnés ou béton nus

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 Plus 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.

2.3.4.1.2. Supports de type panneaux manufacturés fixés à la structure ou de type fibreux (laine minérale)

Les supports avec panneaux fibragglos, en fibres ciment ou de type fibreux (laine minérale) doivent être sondés afin de vérifier leur état, leur adhérence à la structure, leur capacité à supporter la charge du revêtement.

Lorsqu'ils sont aptes à supporter la charge du revêtement, l'application du primaire d'accrochage JetSpray Primer Plus à raison de 80 à 160 g / m², appliqué au rouleau, au pulvérisateur ou au pistolet pneumatique est nécessaire.

2.3.4.1.3. Armatures d'accrochage

Dans le cas d'un support ancien et irrégulier ou d'un support en bois ou dérivés du bois, l'utilisation d'une armature d'accrochage est recommandée. L'armature d'accrochage est décrite au paragraphe 2.2.2.2.

Les feuilles sont juxtaposées avec un recouvrement sur une nervure dans le sens de la largeur et sur 100 mm dans le sens de la longueur.

Elles sont fixées à minima tous les 200 mm dans le sens de la largeur et tous les 600 mm dans le sens de la longueur de sorte que l'armature soit tendue. Les fixations sont ancrées dans la structure et adaptées à la nature du support.

2.3.4.2. 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 la pulvérisation de l'eau sont réalisés avant le démarrage de la projection. Il est nécessaire de réaliser un essai de projection sur le support sur une petite surface afin de s'assurer que le ratio eau/laine est suffisant pour assurer l'adhésion du procédé JetSpray All In One Thermal sur le support. Le ratio minimum recommandé par KNAUF Insulation est **de 1,7**. Si nécessaire, l'applicateur vérifiera ce réglage en mesurant le débit de laine et le débit d'eau selon la procédure définie en annexe du Dossier Technique.

Par exemple, lorsque le débit de la laine JetSpray All In One Thermal est de **6 kg/min**, le débit d'eaux doit être de **10 litres/min**.

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 d'eau **au minimum 1,7 fois supérieur** au débit de laine minérale JetSpray All In One Thermal.

2.3.5. 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 All in One Thermal doivent être projetés selon les réglages machine définis au § 2.3.4.2, 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 Smin et la surface maxi Smax données dans le tableau de la fiche de fin de chantier (voir annexe 2 en fin de Dossier Technique).

Smin et Smax correspondent aux surfaces projetées aux densités maxi et mini (57 et 47 kg/m^3).

Le réglage optimal est atteint lorsque la surface projetée est égale à la surface moyenne Smoyen 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 § 2.3.4.2 doivent êtres recommencés.

2.3.6. 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'isolation doit être de 52 kg/m^3. Une tolérance de ± 5 kg est acceptée.

2.3.7. 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 restées 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 NF DTU 24.1, dans le cahier 3816 du CSTB ou dans les Avis Techniques des procédés concernés.

2.3.8. Finition

Dès la fin de la projection, la surface humide de l'isolant peut être lissée au moyen d'une taloche ou roulée (rouleau), afin d'obtenir une surface lisse et uniforme. Une période de séchage de minimum 4 semaines est nécessaire. Pendant cette période, il est indispensable que le local isolé soit suffisamment ventilé pour évacuer l'excès d'humidité généré par le séchage de la couche d'isolation.

Dans les zones exposées aux chocs, la résistance mécanique du produit projeté peut être confortée par une protection rapportée par un durcissement de surface. A défaut de précision de la définition de la zone à protéger dans les Documents Particuliers du Marché, cette protection est nécessaire pour tout revêtement accessible situé à moins de 2,10 m du sol fini, hors volumes non accessibles.

2.4. Contrôles chantier

Les contrôles chantier sont réalisé par l'entreprise de flocage réalisant ces travaux.

2.4.1. Mesure de l'épaisseur

2.4.1.1. 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

2.4.1.2. 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 :

Tableau3 :Détermination du nombre de mesure d'épaisseur en fonction de la surface isolée

Surface recouverte par local (m²)	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 :

$$épaisseur\ moyenne\ e_m = \frac{\sum ei}{n}$$

avec :

ei = 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 :

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

avec :

ei = mesure ponctuelle

em = 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).

2.4.2. 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.

2.5. 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 ;
- 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 installée par machine et par épaisseur.

A minima, elle contient les éléments suivants :

- Entreprise réalisant l'isolation :
  - 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
- Produits :
  - 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

- Mise en œuvre
  - Machine à projeter :
    - Référence commerciale
    - Test réglages machine :
  - Surface projetée pour 10 sacs
  - Epaisseur moyenne mesurée après finition
- Bilan de réalisation :
  - Résistance thermique prévue et installée
  - Epaisseur moyenne prévue et installée
  - Nombre de sac d'isolant prévu et consommé
  - Quantité de primaire prévue et consommée
- 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 à minima 10 ans et selon les règlementations en vigueur.

2.6. Assistance technique

KNAUF INSULATION assure, via son école de l'isolationTM, 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 QUALIOPI. L'entreprise d'application dispose ensuite des équipements nécessaires à la mise en œuvre du produit.

2.7. Principes de fabrication et de contrôle de cette fabrication

2.7.1. Fabrication

2.7.1.1. Laine minérale JetSpray All in One Thermal

La fabrication de la laine de verre JetSpray All In One Thermal est réalisée dans l'usine KNAUF INSULATION de VISE 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,
- Ajout du liant en poudre dispersible,
- Ensachage et palettisation.

2.7.1.2. Primaires d'accrochage JetSpray Primer Plus

Le primaire d'accrochage est fabriqué par un sous-traitant et est distribué par Knauf Insulation.

2.7.2. Contrôles

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

2.7.2.1. 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).

2.7.2.2. Contrôles sur produit fini

Les produits font l'objet des contrôles suivants :

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

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

2.8. Mention des justificatifs

2.8.1. 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) sur support béton et sur support fibreux :
  - Rapports d'essai du LNE P221315-1, P221315-2, P221315-4
- Essais sur les émissions de COV :
  - Rapport d'essai Eurofins n° IACG-323-01-35-2021
- Essais de caractérisation du comportement face à une contamination fongique :
  - Rapports d'essais du FCBA n° 401/19/202Zter/a/4/e et n° 401/19/202Zter/b/4/e
- Réaction au feu :
  - Rapport de classement de réaction au feu du CSTB n° RA20-0033
- Acoustique :
  - Rapport d'essai acoustique du CSTB n°AC19-26060130

2.8.2. Références chantiers

Plusieurs milliers de m² ont été réalisés en France avec le procédé JetSpray Thermal depuis 2015. Le procédé JetSpray All In One Thermal est un procédé identique au procédé JetSpray Thermal, à l'exception que le liant est directement intégré à la laine minérale de verre ensachée.

2.9. Annexe du Dossier Technique – Schémas de mise en œuvre

2.9.1. Annexe 1 : Pas à pas détaillé

JetSpray All In One Thermal : Réglage du débit de laine

- Régler la machine de projection pneumatique afin d'obtenir un débit de laine à 6 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 6 ± 0,2 kg
- Si nécessaire, renouveler l'opération en ajustant le réglage machine

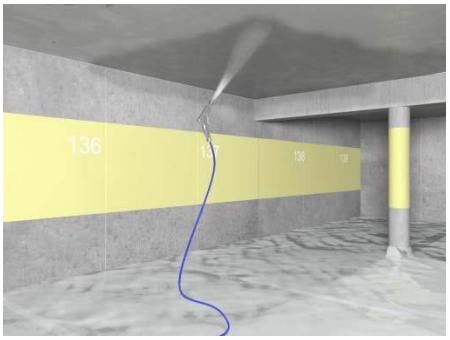
JetSpray All In One Thermal : Réglage du débit de liant

- Ajuster la pression de la pompe afin d'obtenir un débit de liant à 10 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 (10 litres)
  - OPTION 2 : Peser le seau avec un peson (10 kg)
- Si nécessaire, renouveler l'opération en ajustant le réglage de la pompe

JetSpray All In One Thermal : Préparation avant projection

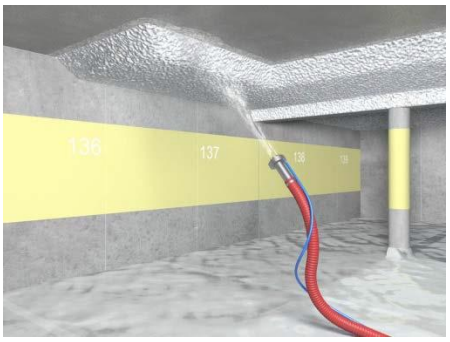
- Protéger le sol par un film plastique et si besoin les murs
- Le support doit être préparé conformément au NF DTU 27.1
- Il doit être sain, rigide, propre, dépoussiéré et exempt de ruissellement et de condensation.

JetSpray All in One Thermal: Application JetSpray Primer Plus



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

JetSpray All In One Thermal : Projection



- Au préalable, on aura pris soin de protéger le sol et les ouvrages adjacents (bâche)
- 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 All In One Thermal : Finition (1/2)

- 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.

2.9.2. Annexe 2 : Modèle de fiche de déclaration de chantier

challenge. create. care.

KNAUF INSULATION

JetSpray

Fiche de chantier JetSpray All In One Thermal

Informations relatives au chantier

Adresse du chantier : n° ..... Rue ..... CP ..... Ville .....

Nature des travaux : ☐ Neuf ☐ Rénovation

Applicateur Projeteur

Nom de l'applicateur : .....

Société : .....

Adresse de la Société

n° ..... Rue .....

CP ..... Ville .....

Informations produits

Marque :	KNAUF INSULATION	**Poids net des sacs :**	16,6 kg
Référence produit :	JetSpray All In One Thermal	**Primaire d'accrochage :**	JetSpray Primer Plus
		Avis Technique :	20/22-496_V1
Certificat ACERMI :	n° 15/016/1050		

Réglages débits machine / pompe

Machine utilisée : .....

Réglage débit de LAINE : ... kg/min

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

1. Soufflez la laine JetSpray All In One Thermal dans un sac en toile de jute pendant 1 minute
2. Vérifiez à l'aide d'un peson le poids du sac.

Réglage débit d'EAU : ... l/min

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

1. Dans un seau gradué, projetez l'eau pendant 1 minute
2. Mesurez à l'aide de la graduation du seau la quantité d'eau. Sa quantité doit être égale (en litres) à minimum 1,7 fois le réglage du débit de laine. Sinon, procédez à un nouveau réglage de la pompe.

Réglage débit de laine (kg/min) : .....

Réglage débit d'eau (l/min) : .....

Signature de l'applicateur	Cachet de l'entreprise

Page 1/3

challenge. create. care.

KNAUF INSULATION

JetSpray

Fiche de chantier JetSpray All In One Thermal

Contrôle de la densité

Le contrôle de densité sera réalisé de la manière suivante :

Pour les épaisseurs projetées < 100 mm

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

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

Épaisseur (mm)	Surface maxi Smax (m²) à 47 kg/m³	Surface S (m²) à 52 kg/m³	Surface mini Smin (m²) à 57 kg/m³
30	50	**45**	41
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

1. 10 sacs de JetSpray All In One Thermal doivent être projetés à l'épaisseur souhaitée (exprimée en mm)
2. Une fois les 10 sacs projetés, la surface **S** est mesurée (exprimée en m²)
3. Cette surface S mesurée doit être comprise entre
   Smin ≤ S ≤ Smax avec :
   Smin = 2,9 / (épaisseur projetée en m) et
   Smax = 3,5 / (épaisseur projetée en m)

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

Épaisseur (mm)	Surface maxi Smax (m²) à 47 kg/m³	Surface S (m²) à 52 kg/m³	Surface mini Smin (m²) à 57 kg/m³
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 All In One Thermal projetée : ..... m²

Signature de l'applicateur

Page 2/3

challenge. create. care.

KNAUF INSULATION

JetSpray

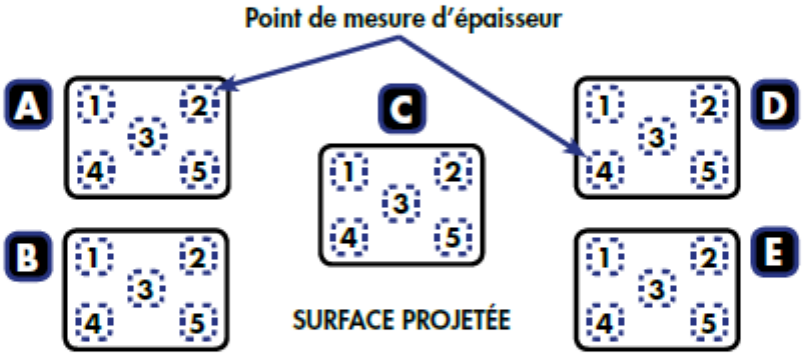
Fiche de chantier JetSpray All In One Thermal

Mise en oeuvre du procédé JetSpray All In one

Résistance thermique :	prévue	..... m².K/W	installée	..... m².K/W
Épaisseur d'isolant :	prévue	..... mm	installée	..... mm
Nombre de sacs :	prévu	..... sacs	consommé	..... sacs
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 1m²) 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)					
	1	2	3	4	5	TOTAL
A						
B						
C						
D						
E						
ÉPAISSEUR MOYENNE TOTALE (mm)						

Signature de l'applicateur

Cette fiche de chantier est réalisée en 3 exemplaires :
- 1 exemplaire pour l'applicateur
- 1 exemplaire pour le donneur d'ordre
- 1 exemplaire pour le maître d'ouvrage

Page 3/3

2.9.3. 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 D du NF DTU 27.1 P1-1.

Le critère à respecter est celui de l'annexe D et A1 du NF DTU 27.1 P1-1.

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 D du NF DTU 27.1 P1-1.

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

$$\beta H6 \geq \gamma \times (v \times g) \times \varphi max \times (dmax + \delta d) \times 10\text{-}6 \ (N/mm^2) \ \text{(Faible risque de chute)}$$

où :

- βH6 = valeur moyenne de la force d'adhérence par traction (à partir des 6 lectures) (N/mm²)
- γ = 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)
- φmax = masse volumique majorée de 15% (kg/m³)
- dmax = épaisseur maximale du produit (m)
- δd = 0,02 (majoration pour prendre en compte d'éventuelles surépaisseurs de produit (m)

Tableau 3 - 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 21 x 13

		Masse volumique projetée (kg/m³)										
		47	**48**	**49**	**50**	**51**	**52**	**53**	**54**	**55**	**56**	**57**
Epaisseur appliquée (m)	**0,035**	0,18	0,18	0,19	0,19	0,19	0,20	0,20	0,20	0,21	0,21	0,22
	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 4 - 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/m³)										
		47	**48**	**49**	**50**	**51**	**52**	**53**	**54**	**55**	**56**	**57**
Epaisseur appliquée (m)	**0,035**	0,23	0,23	0,24	0,24	0,25	0,25	0,26	0,26	0,27	0,27	0,28
	0,04	0,25	0,25	0,26	0,26	0,27	0,27	0,28	0,28	0,29	0,30	0,30
	0,05	0,29	0,30	0,30	0,31	0,31	0,32	0,33	0,33	0,34	0,34	0,35
	0,06	0,33	0,34	0,34	0,35	0,36	0,37	0,37	0,38	0,39	0,39	0,40
	0,07	0,37	0,38	0,39	0,40	0,40	0,41	0,42	0,43	0,43	0,44	0,45
	0,08	0,41	0,42	0,43	0,44	0,45	0,46	0,47	0,47	0,48	0,49	0,50
	0,09	0,45	0,46	0,47	0,48	0,49	0,50	0,51	0,52	0,53	0,54	0,55
	0,10	0,50	0,51	0,52	0,53	0,54	0,55	0,56	0,57	0,58	0,59	0,60
	0,11	0,54	0,55	0,56	0,57	0,58	0,59	0,61	0,62	0,63	0,64	0,65
	0,12	0,58	0,59	0,60	0,62	0,63	0,64	0,65	0,66	0,68	0,69	0,70
	0,13	0,62	0,63	0,65	0,66	0,67	0,69	0,70	0,71	0,72	0,74	0,75
	0,14	0,66	0,67	0,69	0,70	0,72	0,73	0,75	0,76	0,77	0,79	0,80
	0,15	0,70	0,72	0,73	0,75	0,76	0,78	0,79	0,81	0,82	0,84	0,85
	0,16	0,74	0,76	0,77	0,79	0,81	0,82	0,84	0,85	0,87	0,89	0,90
	0,17	0,78	0,80	0,82	0,83	0,85	0,87	0,88	0,90	0,92	0,93	0,95
	0,18	0,83	0,84	0,86	0,88	0,90	0,91	0,93	0,95	0,97	0,98	1,00
	0,19	0,87	0,89	0,90	0,92	0,94	0,96	0,98	1,00	1,01	1,03	1,05
	0,20	0,91	0,93	0,95	0,97	0,99	1,01	1,02	1,04	1,06	1,08	1,10
	0,21	0,95	0,97	0,99	1,01	1,03	1,05	1,07	1,09	1,11	1,13	1,15