

Document Technique d'Application

Référence Avis Technique **20/12-247**

Procédé d'isolation thermique en sous face de parois horizontales par projection pneumatique in-situ de laines minérales 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

PROMASPRAY[®] T

Objet de l'Agrément Technique Européen

ETA-10/349

Titulaire : Société PROMAT S.A.S.
Rue de l'Amandier
FR-78540 VERNOUILLET

Tél. : 01 39 79 61 60
Fax : 01 39 71 16 60
E-mail : info@promat.fr
Internet : www.promat.fr

Usine : Société PROMAT S.A.S.
41 rue Paul Vaillant Couturier
FR-03100 MONTLUÇON

Distributeur : Société PROMAT S.A.S.
Rue de l'Amandier
FR-78540 VERNOUILLET

Tél. : 01 39 79 61 60
Fax : 01 39 71 16 60
E-mail : info@promat.fr
Internet : www.promat.fr

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 21 septembre 2012



Secrétariat de la commission des Avis Techniques et des Documents Techniques d'Application
CSTB, 84 avenue Jean Jaurès, Champs sur Marne, FR-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 29/03/2012, le procédé d'isolation thermique par projection pneumatique de laine minérale avec liant sur parois de structures avec le produit PROMASPRAY® T, présenté par la société PROMAT SAS. 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 par projection pneumatique de laines minérales avec liant sur parois horizontales ou poutres ou structures de bâtiment.

Il est associé aux supports en béton, maçonnés, bois et dérivés du bois, acier, plâtre, fibres ciment, matériaux synthétiques, peintures.

Le produit peut rester apparent.

Il est destiné à l'isolation thermique, à l'isolement acoustique et à la correction acoustique. Le présent Avis Technique ne vise pas la protection incendie d'une paroi, d'une structure ou d'un équipement

1.2 Identification

Les différents produits fabriqués et distribués par PROMAT S.A.S. comportent une étiquette par emballage précisant la référence commerciale et en outre les mentions indiquées au Dossier Technique notamment :

Pour les produits à base de laines minérales avec liants, L'ensemble des caractéristiques selon la certification ACERMI (www.acermi.com). et le marquage CE puisqu'elles font l'objet d'un ATE (Agrément Technique européen) selon l'ETAG 018 Guideline for European Technical Approval of fire protective product part 1 and part 3 du règlement.

N°ATE 10/0349 selon ETAG 018

N° du certificat ACERMI : 12/147/775

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 produit mis en œuvre est assurée, moyennant le respect des prescriptions prévues au dossier technique.

Performance mécanique de la projection en épaisseur jusqu'à 240mm : les résultats d'essai ont démontré que l'isolation en épaisseur jusqu'à 240mm peut être mise en œuvre sans l'interposition d'armature intermédiaire à 120mm.

Sécurité incendie

Ce procédé permet de satisfaire le guide de l'isolation thermique par l'intérieur des bâtiments d'habitation du point de vue des risques en cas d'incendie (cahier 3231 CSTB juin 2000) et l'article AM8 §2 du règlement de sécurité contre les risques d'incendie et de panique dans les Etablissements recevant du Public.

Informations utiles complémentaires

Le classement de réaction au feu du produit PROMASPRAY T est précisé sur les étiquettes. Il fait l'objet d'un certificat de conformité CE et d'un certificat ACERMI. Le produit nu, ou recouvert des revêtements de finition décrits dans le dossier technique, est classé A1

Données environnementales et sanitaires

Il existe une fiche FDES mentionnée au paragraphe C1 du Dossier Technique. Il est rappelé que ces FDES n'entrent pas dans le champ d'examen d'aptitude à l'emploi du procédé.

Isolation thermique

Ce procédé permet de satisfaire les exigences réglementaires en travaux neufs et les exigences usuelles lors de réhabilitation.

Le coefficient Up de déperdition thermique de chaque paroi se calcule selon les Règles Th-U (Fascicule 4/5 – Parois opaques – notamment).

La résistance et la conductivité thermiques de chaque produit est donnée dans le certificat ACERMI correspondant.

Selon les Règles Th-U, le coefficient Up se calcule par :

$$U_p = U_c + \frac{\sum_i \psi_i L_i + \sum_j \chi_j}{A} \quad (1)$$

Ou $U_p = U_c + \Delta U$ (2)

U_p est le coefficient de transmission surfacique global de la paroi, en $W/(m^2.K)$.

U_c est le coefficient surfacique en partie courante de la paroi calculé selon la formule (13) des règles ThU - fascicule 4/5.

ΔU est la partie des déperditions due aux ponts thermiques intégrés.

ψ_i est le coefficient linéique du pont thermique intégré i, donné dans les règles Th-U.

χ_j est le coefficient ponctuel du pont thermique intégré j, donné dans les règles Th-U.

L_i est le linéaire du pont thermique intégré i, en mètre.

A est la surface totale de la paroi, en m^2 .

Isolement et correction acoustique

Peut satisfaire les exigences minimales de la réglementation acoustique en matière de correction et d'isolement acoustique.

L'indice d'absorption acoustique α_w est mesuré conformément à la norme NF EN ISO 354 (2004) complétée par la norme NF EN ISO 11654 (1997) pour l'expression de la valeur.

L'affaiblissement acoustique R_w est mesuré conformément aux normes NF EN ISO 140-1 (1997), NF EN 20140-2 (1993) et NF EN ISO 140-3 (1995) complétées par la norme NF EN ISO 717/1 (1997) et amendements associés pour l'expression de la valeur.

Les performances acoustiques du procédé sont indiquées dans le paragraphe B et l'annexe 1 du dossier technique

Etanchéité

Le produit 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, un isolement acoustique ou une correction acoustique durable (expérience acquise depuis plus de 30 ans). En conséquence, la pérennité de l'ouvrage est estimée satisfaisante. De plus, des essais d'adhésion et de cohésion ont été réalisés avec vieillissement accéléré (rapport d'essai, voir paragraphe B du dossier technique)

2.2.3 Fabrication et contrôle

La fabrication des produits 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

2.3.1 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 n°6.

Les DPM précisent notamment :

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

- Le traitement des joints autre que de dilation et para-sismique,
- 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,

Pour les épaisseurs de 160 mm à 240 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 31 mars 2015.

3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

Le procédé d'isolation de laine minérale avec liant appliqué par projection pneumatique sur parois horizontales ou poutres ou structures de bâtiment est visé par le DTU 27.1. L'élément nouveau est l'application du procédé, hors climat de montagne, sous support maçonné ou béton jusqu'à 240 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 mécaniques.

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 Rapporteur du Groupe Spécialisé n°20
Maxime ROGER

Pour le Groupe Spécialisé n°20
Le Président
François MICHEL

Dossier Technique

établi par le demandeur

A. Description

1. Généralités

1.1 Objet

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

Il est associé aux supports en béton, maçonnés, bois et dérivés du bois, acier, plâtre, fibres ciment, matériaux synthétiques, peintures.

Le produit peut rester apparent.

Il est destiné à l'isolation thermique, à l'isolement acoustique et à la correction acoustique.

Le procédé peut aussi être utilisé pour la protection passive contre l'incendie.

Le produit PROMASPRAY T fait l'objet d'un Agrément Technique Européen selon l'ETAG O18 n°10/0349 qui est fourni sur demande auprès de la société PROMAT S.A.S.

1.2 Domaine d'application

Le procédé est applicable 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 DTU :

- 21 Exécution des travaux en béton
- 23.2 Planchers à dalles alvéolées préfabriquées en béton
- 23.3 Ossatures en éléments industrialisés en béton
- 32.1 Charpente en acier
- 51.3 Planchers en bois ou en panneaux dérivés du bois

Sont également visés :

- tout plancher nervuré à poutrelles préfabriquées associées à du béton coulé en œuvre ou associés à d'autres constituants préfabriqués par du béton coulé en œuvre
- toute dalle pleine confectionnée à partir de prédalles préfabriquées et de béton coulé en œuvre
- tout plancher confectionné à partir de dalles alvéolées en béton précontraint
- tout plancher à entrevous en béton ou terre cuite avec dalle coulée en œuvre
- tout plancher à bacs métalliques collaborants réalisé avec du béton coulé sur des tôles nervurées galvanisées ou galvanisées prélaquées.

Ce procédé est applicable sur supports enduits, peintures, panneaux rigides, associé à toute surface de parois ou de structures décrites précédemment.

Les supports de type enduits et peintures sont réalisés selon les DTU :

- 25.1 Enduits intérieurs en plâtre
- 25.51 Mise en œuvre des ouvrages en staff traditionnel
- 26.1 Enduits aux mortiers de ciments, de chaux et de mélange plâtre et chaux aériennes
- 59.1 Travaux de peinture des bâtiments

Les supports de type panneaux rigides sont :

- Les plaques de plâtre relevant du DTU 25.222 : Plafonds fixés - plaques de plâtre à enduire - plaques de plâtre à parement lisse
- Les plaques de staff relevant du DTU 25.51 : Mise en œuvre des plafonds en staff
- Les panneaux fibragglos
- Les panneaux en fibre ciment
- Les panneaux en matériaux synthétiques
- Les panneaux de laine minérale.

Le procédé est applicable en sous face des planchers bas et des planchers intermédiaires des bâtiments neufs ou existants, à usage résidentiel ou non résidentiel, des bâtiments de stockage y compris agricoles.

Le procédé n'est pas applicable dans 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).

Le procédé n'est pas un procédé de calorifugeage des tuyauteries.

Le procédé n'est pas applicable sous un plancher de local froid.

Le procédé n'est pas applicable pour l'isolation thermique et la protection au feu d'ouvrages relevant du DTU 20.12 Gros oeuvre en maçonnerie des toitures destinées à recevoir un revêtement d'étanchéité.

Le procédé n'est pas applicable pour l'isolation thermique et la protection au feu d'ouvrages relevant du DTU 43.4 : Toitures en éléments porteurs en bois et panneaux dérivés du bois avec revêtement d'étanchéité.

Le procédé est applicable dans les ouvrages de type parcs de stationnement ouverts ou fermés, vides sanitaires de construction normalement ventilés, sous faces de passages couverts ou de balcons fermés (locaux fermés en saillie de la façade, chauffés ou non chauffés, attenants à un local chauffé).

Le procédé est applicable dans toutes les zones climatiques de la France Européenne y compris en altitude au dessus de 900 m (climat de plaine et de montagne).

Le procédé est applicable pour l'isolation thermique par l'intérieur et la protection au feu des locaux à faible et à moyenne hygrométrie.

Le procédé n'est pas applicable dans les configurations pouvant présenter un risque de condensation.

Le procédé n'est pas applicable en sous-face de plafonds suspendus.

1.3 Résistance au feu des éléments de construction protégés

L'entrepreneur exécute l'ouvrage dans les conditions exactes décrites dans le rapport de classement de résistance au feu tenu à disposition par le titulaire du présent Document Technique d'Application. De plus, la mise en œuvre respecte le chapitre 4 du présent dossier technique.

Le rapport de classement précise :

- Le nom du demandeur et propriétaire du rapport de classement
- Le nom du produit
- La composition du mélange à projeter
- La masse volumique obtenue
- Le mode d'application
- La nature, le mode de préparation du support et les conditions d'application du primaire éventuel
- Les éventuelles armatures d'accrochage
- Les produits de finition éventuels
- Les épaisseurs à appliquer ou les abaques ou tableaux permettant la détermination de l'épaisseur sur les différents supports
- Les épaisseurs équivalentes de béton
- Les limites du domaine de validité
- Les résultats de l'essai de cohésion mené jusqu'à rupture
- Date de validité de rapport ou procès verbal de classement de résistance au feu

Les conditions de mises en œuvre des procès verbaux de classement ou des avis de chantier prévalent sur celles indiquées dans toute autre spécification.

1.4 Isolement et correction acoustique

Le produit peut être utilisé à des fins d'isolement ou de correction acoustique, voir rapports paragraphe B.

2. Matériaux

2.1 Mélange à projeter

La Fiche de Données de Sécurité du mélange à projeter a été déposée au CSTB et est disponible auprès de PROMAT S.A.S.

2.11 Laine minérale

La laine minérale est une laine de laitier. Elle compose à hauteur d'au moins 75 % le mélange à projeter. Elle est définie par la norme NF B 20 001.

Elle fait l'objet d'un contrat qualité fournisseur.

2.12 Liants

Liants minéraux hydrauliques

Ciment CEMII, n°CAS 65997-15-1, 20 % maximal en masse sèche

Liants organiques

Carboxyméthylcellulose, 0,30 % maximal en masse sèche

2.13 Adjuvants

Huile minérale raffinée, n°CAS 72623-87-1, 1,5 % maximal en masse sèche

2.2 Pièces et produits dédiés de pose

2.2.1 Primaire d'accrochage

- PROJISO FIXO-B® : solution de dérivés vinyliques à haut poids moléculaire et haut degré de polymérisation.
- PROJISO FIXO-M® : dispersion aqueuse d'un copolymère de styrène-butadiène.

2.2.2 Armature d'accrochage

L'armature d'accrochage est composée de feuilles d'acier galvanisé Z275 déployées, d'épaisseur de 30/100, de dimension 600 mm x 2500 mm et de masse surfacique à minima de 1,3 kg/m².

2.2.3 Revêtement de finition (optionnel)

- Enduit de décoration : SIDAIRLESS, dispersion aqueuse de copolymères vinyliques avec des charges minérales inertes.
- Durcisseur de surface : PROJISO FIXO-DUR®, mélange complexe de silicates et de copolymères acryliques en phase aqueuse.

2.3 Caractéristiques du revêtement projeté

Masse volumique du produit projeté : 148 à 185 kg/m³

Conductivité thermique (Certificat ACERMI n°12/147/775)

Résistance thermique (Certificat ACERMI)

Réaction au feu : A1 (certificat ACERMI)

Résistance au feu : voir les Procès Verbaux et Rapports de Classement de résistance au feu tenu à disposition par PROMAT S.A.S.

Isolement acoustique : voir annexe 1

Correction acoustique : voir annexe 1

Adhésion/cohésion du produit projeté : Le produit projeté doit satisfaire les conditions décrites à l'annexe 7.

3. Fabrication, contrôles, marquage,

Le mélange à projeter est fabriqué par PROMAT S.A.S. dans son usine de Montluçon.

3.1 Fabrication

La laine minérale de laitier est cardée, mélangée à sec aux liants et adjuvants. Le mélange à projeter est ensuite ensaché et palettisé.

Les produits et pièces dédiés de pose sont fabriqués par différents sous-traitants de PROMAT S.A.S..

3.2 Contrôles de fabrication

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

3.2.1 Matière première : assurance qualité du fournisseur

- Laine minérale :
- Certificat de conformité fournisseur, masse volumique apparente, Taux d'infiltrés
- Liants
- Certificats d'analyse fournisseur.
- Adjuvants
- Certificats d'analyse fournisseur.

3.2.2 Contrôle du processus en cours de fabrication

- Dosage en continu des matières premières avec supervision. Tous les débits sont enregistrés sur serveur. Les débits sont contrôlés en permanence et reliés à un système de sécurité qui arrête la ligne en cas d'écart par rapport à la demande

3.2.3 Contrôles sur le produit fini

- Masse volumique apparente du mélange à projeter (une fois toutes les 5 heures)
- Masse volumique du produit projeté (une fois par mois)
- Conductivité et résistance thermique à l'état sec du produit projeté (une fois par semaine)
- Taux d'humidité du mélange à projeter dans le sac (une fois par semaine)
- Adhésion /Cohésion du produit projeté (une fois par mois)
- Poids des sacs(en continu)
- Perte au feu (1 fois toutes les 5 heures).

Ces contrôles font l'objet d'audits réguliers avec prélèvements d'échantillons, dans le cadre de la certification ACERMI.

3.3 Marquage

Chaque colis comporte une étiquette. Les étiquettes comportent notamment les points suivants.

3.3.1 Laine minérale avec liant

- Le nom du produit
- Le marquage CE du produit
- La désignation de la catégorie du produit concernée : « isolant thermique en vrac pour le bâtiment »
- Les dimensions / le poids
- La résistance thermique certifiée R associée à l'épaisseur minimale installée et une plage de masse volumique
- Le numéro du Certificat ACERMI
- La mention « Caractéristiques certifiées selon le règlement Technique ACERMI Isolant en vrac »
- Le code fabricant, le lot de fabrication et la date de fabrication
- La Cohésion/adhésion
- La réaction au feu (Euroclasse) déclarée et certifiée
- L'absorption acoustique.

3.3.2 Les produits et les pièces dédiées de pose

- La famille du primaire d'accrochage
- Type d'imprégnation

4. Mise en œuvre

4.1 Commercialisation et distribution

Le produit PROMASPRAY T est commercialisé par PROMAT S.A.S.

Les produits et pièces dédiées de pose sont commercialisés par :

- Primaires d'accrochage : PROMAT S.A.S.
- Revêtements de finition : PROMAT S.A.S.
- Armature d'accrochage : Distributeurs usuels de matériel et matériaux de construction.

4.2 Assistance technique

La société PROMAT S.A.S. propose aux applicateurs une assistance technique sur la mise en œuvre du procédé sur chantier

4.3 Conditions générales de mise en œuvre

Les conditions générales 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 condensation sur les surfaces traitées,
- que les conditions d'usage ne favorisent pas les condensations.

Les DPM précisent à qui incombe cette vérification.

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 ;
- Pour les applications de protection incendie, il convient de se référer au rapport de classement ou procès verbal de résistance au feu ;
- 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.
- L'entreprise est tenue d'informer le maître d'ouvrage ou le maître d'œuvre que ces dispositions doivent être respectées.

4.4 Préparation du support

Le support doit être sain, rigide, propre, dépoussiéré et exempt de ruissellement et de condensation.

L'adhérence du revêtement au support est assurée selon les cas, par l'application d'un primaire d'accrochage ou par la pose d'une armature d'accrochage.

4.4.1 Structure en maçonnerie ou en béton

Supports maçonnés ou béton nus

- Pour les supports neufs, le délai de séchage est supérieur ou égal à 45 jours ;
- Les supports bruts reçoivent l'application d'un primaire d'accrochage PROJISO FIXO-B® à raison de 100 g/m².

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.

Supports de type plâtre, enduit

Le support doit être sondé afin de vérifier son état, son adhérence à la structure, sa capacité à supporter la charge du revêtement.

Lorsque le support est apte à supporter la charge du revêtement, il est nécessaire de le dépoussiérer et d'appliquer le primaire d'accrochage PROJISO FIXO-B® à raison de 200 g/m².

Lorsque le support n'est pas apte à supporter la charge du revêtement, ou en cas de manque d'information, il est nécessaire :

- soit, de décaper jusqu'au béton nu et d'appliquer un primaire d'accrochage PROJISO FIXO-B® à raison de 100 g/m²,
- soit, de mettre en place une armature d'accrochage au contact du support (voir paragraphe 4.3).

Supports de type peinture

Il est nécessaire de :

- soit, de décaper jusqu'au béton nu, puis d'appliquer un primaire d'accrochage PROJISO FIXO-B® à raison de 100 g/m²,
- soit, de mettre en place une armature d'accrochage au contact du support (voir paragraphe 4.3)

Supports de type panneaux manufacturés fixés à la structure

- Pour les plaques de plâtre, les panneaux en laine minérale et en matériaux synthétiques, la mise en place d'une armature d'accrochage est obligatoire (voir paragraphe 4.3)
- Les panneaux fibragglos, fibres ciment et les plaques de staff 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 de deux couches de primaire d'accrochage PROJISO FIXO-B® à raison de 200 g/m², est nécessaire en prenant soin de laisser un temps de séchage de 24 heures entre deux couches

Lorsqu'ils ne sont pas aptes à supporter la charge du revêtement, ou en cas de manque d'information, il est nécessaire soit de les déposer, soit de mettre en place une armature d'accrochage (voir paragraphe 4.3).

4.4.2 Supports métalliques

La structure métallique (poteaux, poutres, planchers collaborant) doit avoir reçu une protection anticorrosion de type galvanisation, peinture Epoxy ou Alkyde.

Lorsque la projection est destinée à assurer aussi la résistance au feu, le projeteur doit s'assurer de la compatibilité de l'anticorrosion avec le rapport de classement de résistance au feu.

Lorsque le support est en bon état, il est nécessaire de le nettoyer et d'appliquer le primaire d'accrochage PROJISO FIXO-M® à raison de 250 g/m².

Lorsque le support présente de la rouille ou comporte un revêtement inconnu ou différent des protections anticorrosion décrites ci-dessus, il est nécessaire :

- soit, de décaper complètement et d'appliquer une protection anticorrosion, puis le primaire d'accrochage PROJISO FIXO-M® à raison de 250 g/m²
- soit, de mettre en place d'une armature d'accrochage au contact du support (voir paragraphe 4.3).

4.4.3 Structure en bois et panneaux à base de bois

En sous face de plancher, une armature d'accrochage telle que décrite au § 4.3 est obligatoire.

Cette armature d'accrochage est fixée à plat, perpendiculairement aux solives ou épouse les contours de la structure sur laquelle la projection sera réalisée.

Lorsqu'une performance de résistance au feu est requise, la pose sera conforme au rapport de classement.

4.5 Armatures d'accrochage

L'armature d'accrochage est décrite au paragraphe 2.22.

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, adaptées à la nature du support et aptes à reprendre un poids de 6kg chacune.

(voir annexe 2).

4.6 Traitement des joints

Le revêtement projeté est interrompu au droit des joints de dilatation ou parasismiques. Sauf spécification particulière des DPM, les autres joints sont recouverts lors de la projection.

4.7 Machine à projeter

4.7.1 Principe de fonctionnement

Le produit à projeter est introduit dans la trémie d'alimentation puis est convoyé (par vis sans fin ou par gravité) en continu vers la chambre de cardage puis vers le distributeur alvéolaire. A la sortie du distributeur alvéolaire, le produit est propulsé pneumatiquement dans le tuyau jusqu'à la lance. Dans le même temps, l'eau est envoyée dans un autre tuyau jusqu'à la lance vers 4 buses de pulvérisation à minima. Le débit et la pression sont maintenus constants en vue d'assurer l'homogénéité du produit projeté. Certains matériels peuvent disposer d'un réservoir tampon. La lance de projection est équipée d'une vanne d'ouverture/fermeture de l'eau. En complément, la machine peut être équipée d'un boîtier de commande déportée. Un réglage correct de la machine à projeter permet d'obtenir les caractéristiques normales du produit telles que mesurées initialement par le laboratoire agréé (voir annexe 3).

4.7.2 Paramètres réglables et influents

Le produit est mis en œuvre à l'aide d'une machine pneumatique comprenant :

- Une trémie d'alimentation du produit avec un système d'alimentation en continue et dont le débit est réglable en fonction du produit et de l'épaisseur à projeter ;
- Un dispositif de cardage avec possibilité de réglages ;
- Un dispositif de propulsion d'air avec réglage du débit d'air ;
- Un distributeur alvéolaire ;
- Un tuyau en polyuréthane ou en PVC de diamètre intérieur de 60mm, lisse à l'intérieur ; dont la longueur maximale est adaptée à la puissance de la machine et au débit du produit à projeter ;
- Un tuyau d'alimentation en eau de 12/14 ;
- Un dispositif d'alimentation en eau (pompe ou sur-presseur) ;
- Une lance de projection de diamètre intérieur de 60 mm permettant la projection simultanée du produit et de l'eau L'arrivée du produit se situe dans le prolongement du tuyau, et l'arrivée d'eau se fait par 4 buses (*a minima*) de pulvérisation autour de l'orifice de la lance ;
- Un coffret électrique ;
- Un dispositif de mise à la terre ;
- Un dispositif de commande déportée ;
- Anneaux de levage, roulettes, etc. pour le transport et la manipulation de la machine.

Les composants relevant d'une directive européenne ou prévoyant une attestation de conformité ou un marquage CE sont vérifiés. L'ergonomie de la machine est conforme au code du travail pour son usage (sécurité des personnels).

La mise en route du chantier, les vérifications complémentaires obligatoires et l'entretien et la maintenance de la machine à projeter sont réalisés conformément aux prescriptions du fabricant.

4.8 Précautions à respecter pour la mise en œuvre de la projection

- i. La projection ne doit pas être entreprise lorsque la température ambiante ou la température du support est inférieure à 5°C. Pas de mise en œuvre en période de risque de gel
- ii. L'application d'une couche s'effectue en une ou plusieurs passes. Chaque couche ne peut dépasser 140 mm d'épaisseur. Au-delà de cette épaisseur, avant l'application de la couche suivante, un intervalle de temps de séchage de 48h à minima est nécessaire
- iii. Avant l'application d'une nouvelle couche, selon la prescription du fabricant, si la couche précédente est sèche, elle doit être humidifiée ou recevoir un primaire d'accrochage.
- iv. Les épaisseurs totales de projection sont limitées :
 - sous support maçonné ou béton (hors climat de montagne): à 240mm d'épaisseur sans armature de renfort intermédiaire
 - sous support maçonné ou béton en climat de montagne : à 160mm d'épaisseur
 - sous tout autre support y compris en climat de montagne : à 160 mm d'épaisseur
- v. Le produit projeté ne doit pas rester brut de projection. Lorsque l'épaisseur finale est obtenue, la surface est finie au rouleau ou par talochage en fin d'application.

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.

4.10 Finitions

Roulé : après projection, le revêtement est aplani à l'aide d'un rouleau lisse ou de poil, qui permet d'obtenir une surface granitée.

Comprimé : revêtement comprimé avec une taloche.

Revêtement de surface : les produits de durcissement ou de coloration décorative peuvent être appliqués (voir paragraphe 2.23).

4.101 Protection mécanique rapportée ou durcissement de surface

Dans les zones exposées aux chocs, la résistance mécanique du produit projeté doit être confortée par une protection rapportée ou 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.

Par rapport au revêtement projeté, la protection est :

- Soit indépendante : protection mécanique rapportée ;
- Soit adhérente à ce dernier : le produit de durcissement PROJISO FIXO-DUR® est mis en œuvre au pistolet à raison de 1 à 2 kg/m². La mise en œuvre est effectuée sur une projection à l'état sec ou humide après un délai de 2 jours minimum après la projection dans les conditions climatiques normales (supérieures à 10°C et inférieures à 70 % HR).

4.102 Produits de finition de surface et de décoration

Ils peuvent être appliqués au pistolet à raison de 0,7 à 2 kg/m² pour le produit SIDAIRLESS. La mise en œuvre est effectuée sur une projection à l'état sec ou humide après un délai de 2 jours minimum après la projection dans les conditions climatiques normales (supérieures à 10°C et inférieures à 70 % HR).

4.103 Sous face d'ouvrages en contact avec l'extérieur (coursives, accès parking, halls, etc.)

La partie en rive de l'ouvrage d'isolation doit être protégée vis-à-vis des eaux de ruissellement susceptibles de pénétrer le revêtement par capillarité.

- Le revêtement sera protégé sur son chant par une cornière fixée mécaniquement (voir annexe 4).

- L'étanchéité est assurée par un joint mastic dont l'état devra être contrôlé régulièrement. Ce joint devra être remplacé si nécessaire.

5. Vérifications sur 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 (voir schéma annexe 5).

5.1.2 Détermination de l'épaisseur

Afin de garantir la fiabilité, la constance et la performance thermique installée, les plans d'échantillonnage ainsi que la détermination des épaisseurs moyennes réelles sont réalisés selon l'annexe 5. En cas de projection qui assure la protection incendie, l'épaisseur maximale installée ne peut dépasser l'épaisseur maximale indiquée dans le rapport de classement de résistance au feu.

5.2 Détermination de la consommation

La détermination de la consommation est effectuée selon la procédure indiquée à l'annexe 6 partie 2, à partir de :

- la masse et le nombre de sacs utilisé ;
- la surface projetée ;
- l'épaisseur de laine mesurée ;

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 la procédure recommencée jusqu'à obtention du résultat escompté.

5.3 Fiche de vérification de chantier

Un modèle de fiche est fourni à l'annexe 6. Pour un chantier donné, il doit y avoir une fiche 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
 - Numéro de lots servant au test (partie 2 de la fiche)
 - 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
 - Armature d'accrochage
- Mise en œuvre
 - Machine à projeter :
 - Référence commerciale
 - Numéro de série de la machine
 - Test réglages machine :
 - Surface projetée pour 10 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
 - Revêtement de 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. Contrôle d'adhérence et de 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 d'un mois après la réalisation de la projection selon la procédure définie à l'annexe 7.

B. Résultats expérimentaux

- Rapport d'essais d'absorption acoustique :
 - AC 08-26013420/2 et AC09-26019635/2, ainsi que Rapport d'étude AC09-26019635 du CSTB (voir résultats annexe 1)
- Rapport d'essais d'affaiblissement acoustique :
 - AC 08-26013420/1 et AC09-26019635/1, ainsi que Rapport d'étude AC09-26020216 du CSTB (voir résultats annexe 1)
- Rapport d'essais de croissance fongique :
 - ESE-Santé-2011-025 du CSTB
- Rapport d'essai adhésion/cohésion :
 - HO 11-E10-066.

C. Références

C1. Données Environnementales et Sanitaires ⁽¹⁾

- Le produit PROMASPRAY® T, fait l'objet d'une Fiche de Déclaration Environnementale et Sanitaire (FDES) conforme à la norme NF P 01-010.
- Le demandeur déclare que cette fiche est individuelle et ne fait pas l'objet d'une vérification par tierce partie habilitée.
- Cette FDES a fait l'objet d'une validation par un organisme habilité et est disponibles sur le site www.inies.fr.
- Les données issues des FDES 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. Autres références

8 millions de m² posés sur les 10 dernières années :

83% sur support maçonné ou béton nu

3% sur support de type plâtre, enduit, staff

3% sur support de type peinture

5% sur support de type panneaux manufacturés fixés à la structure

5% sur supports métalliques (planchers collaborants)

1% autres supports.

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

Annexe 1. Caractéristiques du produit projeté

Isolement acoustique :

D'après Rapport d'étude AC09-26019635 du CSTB :

Mise en œuvre de PROMASPRAY T sous dalle béton d'épaisseur 140mm avec armature d'accrochage comportant un papier

	Calcul par extrapolation : impact de la projection de de PROMASPRAY T												
	40 mm	50 mm	60 mm	70 mm	80 mm	90 mm	10 mm	110 mm	120 mm	130 mm	140 mm	150 mm	160 mm
Estimation* : $\Delta R_w + C$ (dalle avec projection – dalle nue) en dB Sans revêtement de finition	-1	-1	0	0	1	1	2	2	3	3	4	4	5
Estimation* : $\Delta R_w + C$ (dalle avec projection – dalle nue) en dB Avec revêtement de finition SIDAIRLESS	1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	6	6	7

(*)Estimation à ± 2 dB car l'impact est estimé par extrapolation des mesures sur une laine de 160mm d'épaisseur projetée sur armature d'accrochage comportant papier et à partir des simulations pour différentes épaisseurs du système laine projetée totalement désolidarisé

Correction acoustique

D'après rapport d'étude AC09-26020216 du CSTB

Impact de l'épaisseur de PROMASPRAY T sur le coefficient d'absorption acoustique a_w

	a_w Sans revêtement de finition	a_w Avec revêtement de finition SIDAIRLESS
Calcul: impact de la projection de 40mm de PROMASPRAY T	0,75 (H)	0,70
Calcul: impact de la projection de 50mm de PROMASPRAY T	0,75(H)	0,70
Calcul: impact de la projection de 60mm de PROMASPRAY T	0,80(H)	0,70
Calcul: impact de la projection de 70mm de PROMASPRAY T	0,80(H)	0,70
Calcul: impact de la projection de 80mm de PROMASPRAY T	0,80(H)	0,70
Calcul: impact de la projection de 90mm de PROMASPRAY T	0,85	0,70
Calcul: impact de la projection de 100mm de PROMASPRAY T	0,85	0,70
Calcul: impact de la projection de 110mm de PROMASPRAY T	0,85	0,70
Calcul: impact de la projection de 120mm de PROMASPRAY T	0,85	0,70
Calcul: impact de la projection de 130mm de PROMASPRAY T	0,90	0,70
Calcul: impact de la projection de 140mm de PROMASPRAY T	0,90	0,70 (L)
Calcul: impact de la projection de 150mm de PROMASPRAY T	0,90	0,70 (L)
Mesure : impact de la projection de 160mm de PROMASPRAY T	1,00	0,70 (L)

Annexe 2. Exemple de mise en œuvre d'une armature d'accrochage

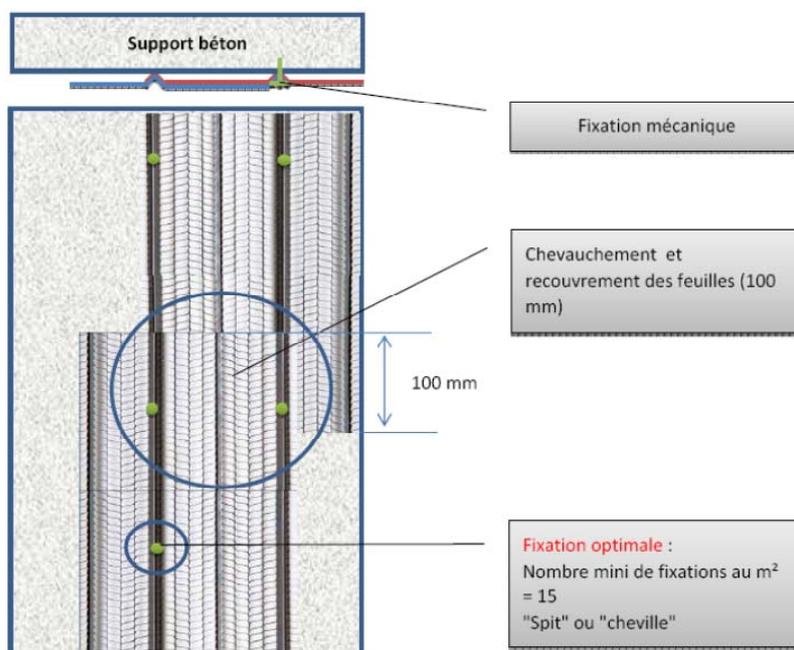


Figure 1 - Pose sous dalle béton

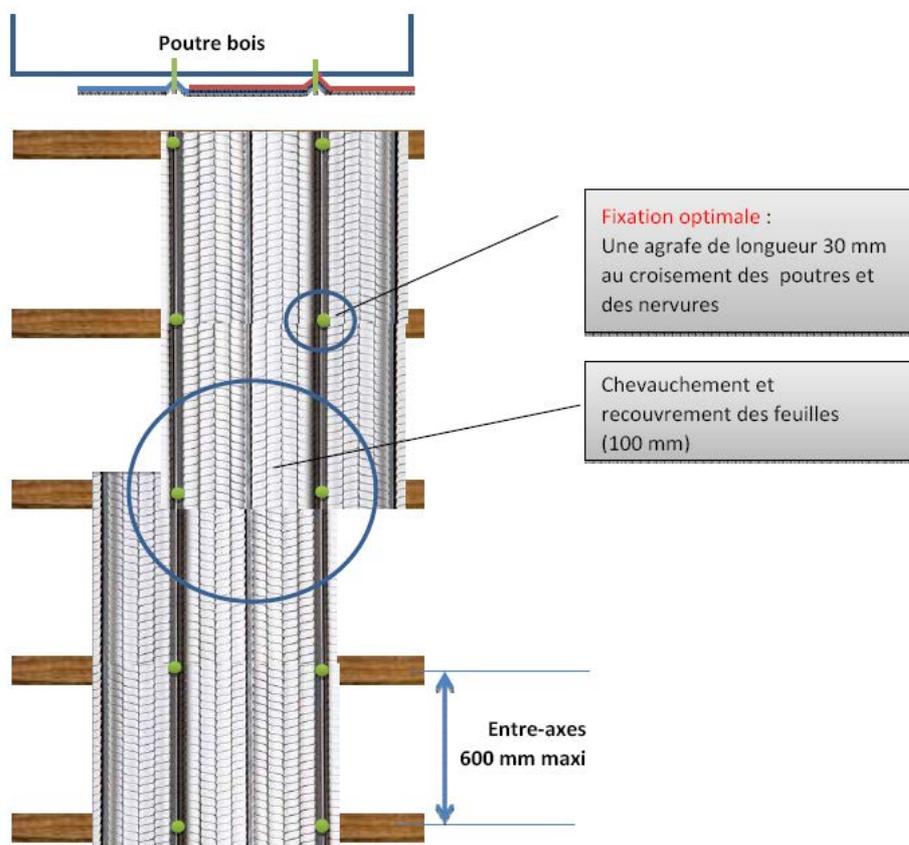
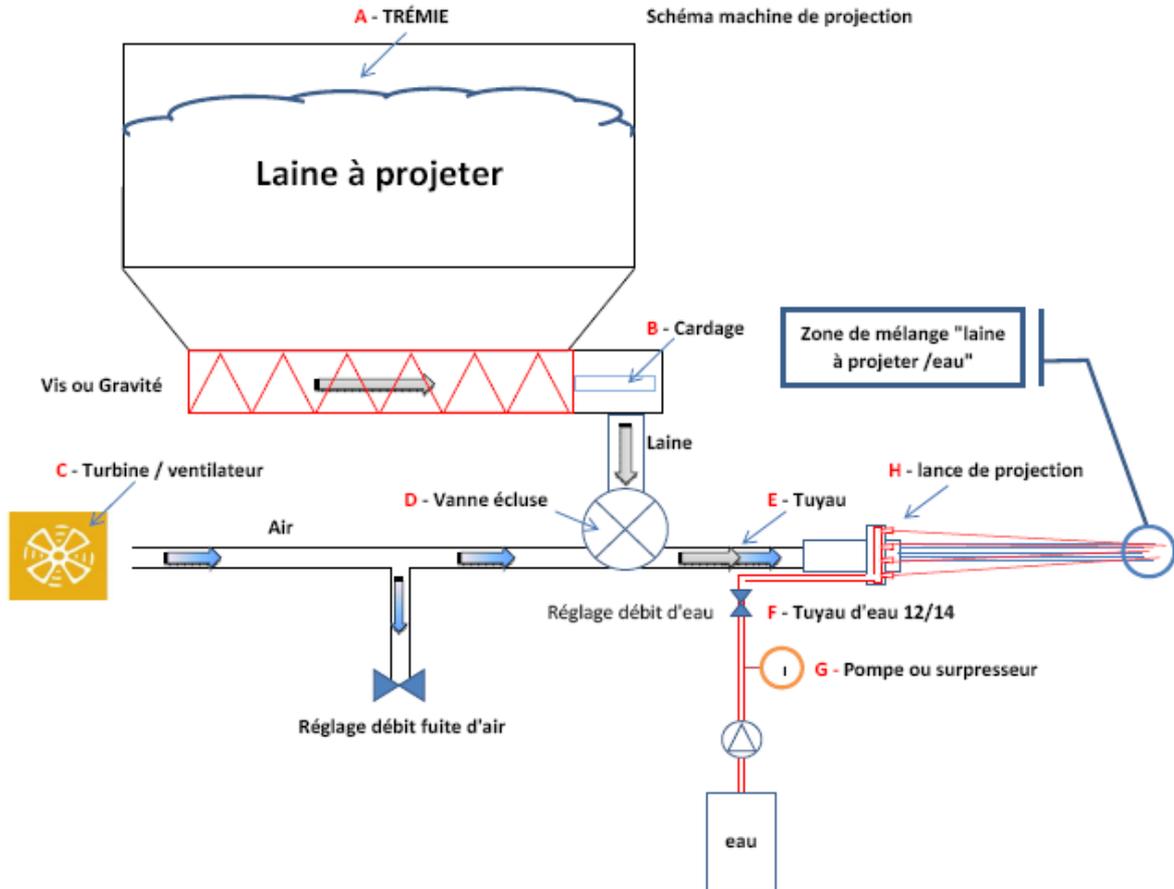


Figure 2 - Pose sous plancher bois

Annexe 3. Machine de projection

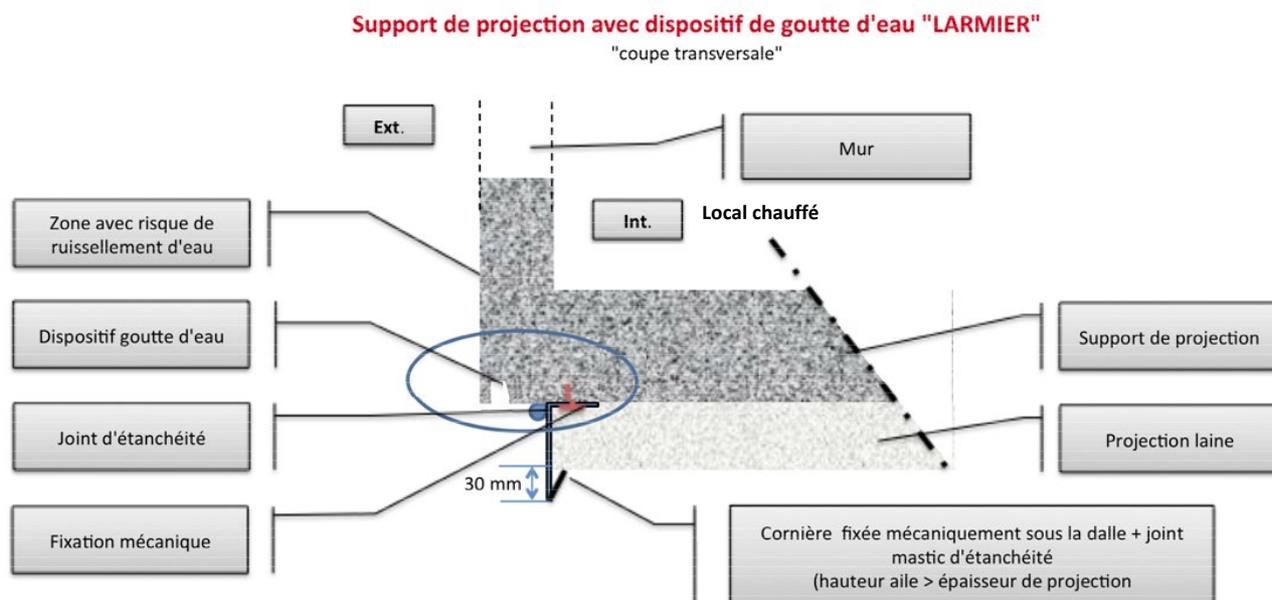


A	Une trémie d'alimentation du produit avec un système d'alimentation en continu, et dont le débit est réglable en fonction du produit et de l'épaisseur à projeter.
B	Un dispositif de cardage avec possibilité de réglages.
C	Un dispositif de propulsion d'air (ventilateur, turbine ou surpresseur) avec réglage du débit d'air.
D	Vanne écluse ou distributeur alvéolaire.
E	Un tuyau en polyuréthane ou en PVC de diamètre intérieur de 60 mm, lisse à l'intérieur, dont la longueur maximale est adaptée à la puissance de la machine et au débit du produit à projeter.
F	Un tuyau d'alimentation en eau de 12/14.
G	Un dispositif d'alimentation en eau (pompe ou surpresseur).
H	<p>Une lance de projection de diamètre intérieur 60 mm permettant la projection simultanée du produit et de l'eau. L'arrivée du produit se situe dans le prolongement du tuyau, et l'arrivée d'eau se fait par quatre buses (<i>a minima</i>) de pulvérisation autour de l'orifice de la lance ;</p> <p>Un coffret électrique ;</p> <p>Un dispositif de mise à la terre ;</p> <p>Un dispositif de commande déportée ;</p> <p>Anneaux de levage, roulettes, etc. permettant le transport et la manipulation de la machine.</p>

Figure 3 - Schéma de la machine de projection

Annexe 4. Exemple de dispositif de protection des eaux de ruissellement

Figure 4 - Dalle béton avec dispositif goutte d'eau



Nota :

L'étanchéité est assurée par un joint mastic de qualité appropriée aux conditions climatiques et dont l'état de vieillissement devra être contrôlé régulièrement. Ce joint devra être remplacé si nécessaire.

Annexe 5. Détermination de l'épaisseur moyenne

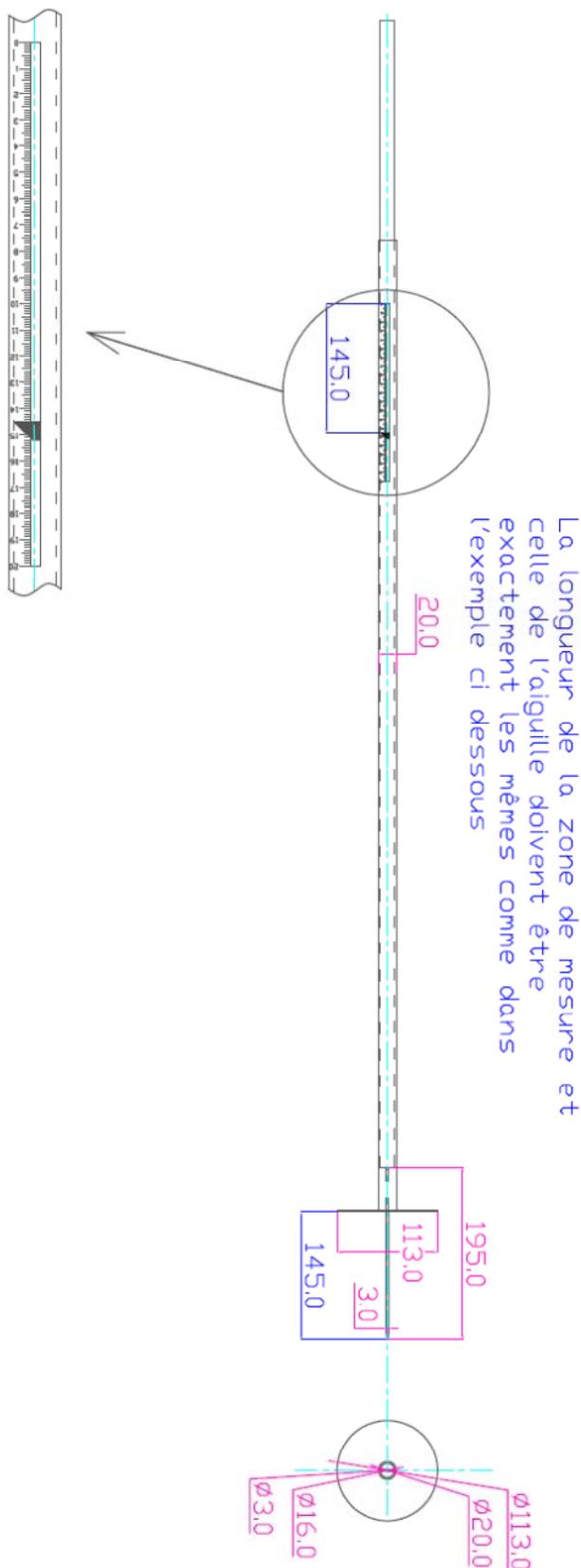


Figure 5 - Modèle de pige d'épaisseur

1. Mesure de l'épaisseur

Le plan d'échantillonnage minimal est déterminé selon les modalités décrites ci-après. Les séries de mesures sont réparties uniformément sur la surface traitée.

1.1 Eléments surfaciques (partie courante de paroi)

Le nombre de séries de mesures dépend de la surface de la paroi isolée :

Surface isolée S	Nombre de séries
$S < 100 \text{ m}^2$	5
$100 \text{ m}^2 < S < 1000 \text{ m}^2$	10
Par tranche de 1000 m^2 supplémentaire	+ 5

Chaque série est réalisée sur une surface plane formant approximativement un carré de 1 m de côté.

Une série comprend 5 mesures d'épaisseur (1 au centre et 1 à chacun des sommets du carré). Les mesures sont réalisées à l'aide d'une pige d'épaisseur (cf. Figure 5).

1.2 Eléments linéiques

Ce paragraphe concerne principalement les éléments de structure (poutres, retombées de poutres, poteaux, etc.).

On effectue une série de 6 mesures à l'aide d'une pige d'épaisseur (cf. Figure 5) sur une même section dans le cas de profilés ou sur un emplacement de 2 m^2 .

Le plan d'échantillonnage suivant est effectué sur toutes les faces protégées.

Surface (S) ou longueur (L) de l'élément de structure protégé	Nombre de séries
$S < 5 \text{ m}^2$ ou $L < 2 \text{ m}$	1
$5 \leq S < 10 \text{ m}^2$ ou $2 \leq L < 4$	2
$10 \leq S < 40 \text{ m}^2$ ou $4 \leq L < 10 \text{ m}$	3
Par tranche de 20 m^2 supplémentaire ou par longueur de 10 m supplémentaire	+ 1

2. Détermination de l'épaisseur moyenne

2.1 Pour chaque série

Aucun des points de mesure de la série ne peut avoir d'épaisseur inférieure à 5 mm ni supérieure à 10 mm par rapport à l'épaisseur prescrite.

Si tel est le cas, il est nécessaire de déterminer une nouvelle série sur une autre zone. Cette procédure n'est applicable qu'une seule fois.

L'épaisseur moyenne est égale à la somme des épaisseurs mesurées divisée par le nombre de mesures.

2.2 Epaisseur moyenne totale

L'épaisseur moyenne totale est égale à la somme des épaisseurs moyennes des séries divisée par le nombre de séries.

Référence chantier :

PARTIE 2 : DETAILS DU TEST REGLAGES MACHINE

MARQUE DE LA MACHINE :

N° DE SERIE DE LA MACHINE :

MARQUE COMMERCIALE DE L'ISOLANT :

REFERENCE DU PRODUIT :

NOM DU FABRIQUANT :

POIDS DES SACS : kg

	N° DE LOT
Sac n°1	
Sac n°2	
Sac n°3	
Sac n°4	
Sac n°5	
Sac n°6	
Sac n°7	
Sac n°8	
Sac n°9	
Sac n°10	

SURFACE PROJETEE POUR 10 SACS : m²

NOMBRE DE MESURES D'ÉPAISSEUR :

RELEVÉ DE MESURE
D'ÉPAISSEUR TEST
REGLAGES MACHINE

mm	1	2	3	4	5	TOTAL
A
B
C
D
E
TOTAL					

ÉPAISSEUR MOYENNE MESURÉE APRES FINITION = TOTAL / 25 mm

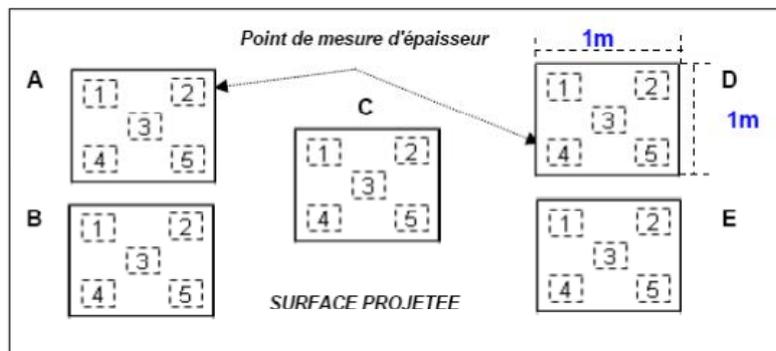
Consommation :

Calcul du nombre de sacs pour 100 m² = 1000 / surface projetée pour 10 sacs :

L'épaisseur moyenne mesurée et la consommation doivent correspondre aux valeurs qui figurent sur l'étiquette ACERMI.
A défaut, reprendre la procédure.

METHODE MESURE D'ÉPAISSEUR (surface plane)

NOMBRE DE MESURES
NECESSAIRE POUR 10
SACS PROJETES : 25
= 5 sections de 5 mesures



UN EXEMPLAIRE A CONSERVER PAR L'APPLICATEUR PROJETEUR ET UN EXEMPLAIRE A CONSERVER PAR LE DONNEUR D'ORDRE

Figure 7 - Modèle de fiche de chantier - Partie 2

Annexe 7. Contrôle d'adhérence et de 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 :

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

où :

$\beta H6$ = 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 = 9,81 (accélération approchée due à la gravité) (m/s²)

Φ_{\max} = masse volumique majorée de % (kg/m³)

d_{\max} = épaisseur maximale du produit (m)

δ_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)												
		120	125	130	135	140	145	150	155	160	165	170	175	180
Epaisseur appliquée (m)	0,08	0,83	0,86	0,90	0,93	0,97	1,00	1,04	1,07	1,10	1,14	1,17	1,21	1,24
	0,09	0,91	0,95	0,99	1,02	1,06	1,10	1,14	1,18	1,21	1,25	1,29	1,33	1,37
	0,10	0,99	1,04	1,08	1,12	1,16	1,20	1,24	1,28	1,32	1,37	1,41	1,45	1,49
	0,11	1,08	1,12	1,17	1,21	1,26	1,30	1,35	1,39	1,44	1,48	1,52	1,57	1,61
	0,12	1,16	1,21	1,26	1,30	1,35	1,40	1,45	1,50	1,55	1,59	1,64	1,69	1,74
	0,13	1,24	1,29	1,35	1,40	1,45	1,50	1,55	1,60	1,66	1,71	1,76	1,81	1,86
	0,14	1,32	1,38	1,44	1,49	1,55	1,60	1,66	1,71	1,77	1,82	1,88	1,93	1,99
	0,15	1,41	1,47	1,52	1,58	1,64	1,70	1,76	1,82	1,88	1,94	1,99	2,05	2,11
	0,16	1,49	1,55	1,61	1,68	1,74	1,80	1,86	1,93	1,99	2,05	2,11	2,17	2,24
	0,17	1,57	1,64	1,70	1,77	1,84	1,90	1,97	2,03	2,10	2,16	2,23	2,29	2,36
	0,18	1,66	1,73	1,79	1,86	1,93	2,00	2,07	2,14	2,21	2,28	2,35	2,42	2,48
	0,19	1,74	1,81	1,88	1,96	2,03	2,10	2,17	2,25	2,32	2,39	2,46	2,54	2,61
	0,20	1,82	1,90	1,97	2,05	2,13	2,20	2,28	2,35	2,43	2,50	2,58	2,66	2,73
	0,21	1,90	1,98	2,06	2,14	2,22	2,30	2,38	2,46	2,54	2,62	2,70	2,78	2,86
	0,22	1,99	2,07	2,15	2,24	2,32	2,40	2,48	2,57	2,65	2,73	2,82	2,90	2,98
	0,23	2,07	2,16	2,24	2,33	2,42	2,50	2,59	2,67	2,76	2,85	2,93	3,02	3,11
0,24	2,15	2,24	2,33	2,42	2,51	2,60	2,69	2,78	2,87	2,96	3,05	3,14	3,23	

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)												
		120	125	130	135	140	145	150	155	160	165	170	175	180
Epaisseur appliquée (m)	0,08	0,65	0,68	0,70	0,73	0,76	0,79	0,81	0,84	0,87	0,89	0,92	0,95	0,98
	0,09	0,72	0,75	0,77	0,80	0,83	0,86	0,89	0,92	0,95	0,98	1,01	1,04	1,07
	0,10	0,78	0,81	0,85	0,88	0,91	0,94	0,98	1,01	1,04	1,07	1,11	1,14	1,17
	0,11	0,85	0,88	0,92	0,95	0,99	1,02	1,06	1,09	1,13	1,16	1,20	1,23	1,27
	0,12	0,91	0,95	0,99	1,02	1,06	1,10	1,14	1,18	1,21	1,25	1,29	1,33	1,37
	0,13	0,98	1,02	1,06	1,10	1,14	1,18	1,22	1,26	1,30	1,34	1,38	1,42	1,46
	0,14	1,04	1,08	1,13	1,17	1,21	1,26	1,30	1,34	1,39	1,43	1,47	1,52	1,56
	0,15	1,11	1,15	1,20	1,24	1,29	1,34	1,38	1,43	1,47	1,52	1,57	1,61	1,66
	0,16	1,17	1,22	1,27	1,32	1,37	1,41	1,46	1,51	1,56	1,61	1,66	1,71	1,76
	0,17	1,24	1,29	1,34	1,39	1,44	1,49	1,54	1,60	1,65	1,70	1,75	1,80	1,85
	0,18	1,30	1,35	1,41	1,46	1,52	1,57	1,63	1,68	1,73	1,79	1,84	1,90	1,95
	0,19	1,37	1,42	1,48	1,54	1,59	1,65	1,71	1,76	1,82	1,88	1,93	1,99	2,05
	0,20	1,43	1,49	1,55	1,61	1,67	1,73	1,79	1,85	1,91	1,97	2,03	2,09	2,15
	0,21	1,50	1,56	1,62	1,68	1,74	1,81	1,87	1,93	1,99	2,06	2,12	2,18	2,24
	0,22	1,56	1,63	1,69	1,76	1,82	1,89	1,95	2,02	2,08	2,15	2,21	2,28	2,34
	0,23	1,63	1,69	1,76	1,83	1,90	1,96	2,03	2,10	2,17	2,24	2,30	2,37	2,44
0,24	1,69	1,76	1,83	1,90	1,97	2,04	2,11	2,18	2,25	2,32	2,40	2,47	2,54	