

Avis Technique 20/16-367

*Isolation thermique par
projection pneumatique de
laines minérales avec liant*
*Thermal insulation based on
pneumatic projection of
mineral wool with binder*

Dossolan Thermique

Titulaire : Daussan SAS
29-33, route de Rombas
CS 60720
FR-57140 WOIPPY CEDEX
Tél : 00 33 (0)3 87 32 52 80
Fax : 00 33 (0)3 87 32 03 03
E-mail : daussan@daussan.com
Internet : www.daussan.com

Usine : Daussan SAS
29-33, route de Rombas
CS 60720
FR-57140 WOIPPY CEDEX

Distributeur : Daussan SAS
29-33, route de Rombas
CS 60720
FR-57140 WOIPPY CEDEX
tél. : 00 33 (0)3 87 32 52 80
Fax : 00 33 (0)3 87 32 03 03
E-mail : daussan@daussan.com
Internet : www.daussan.com

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

Publié le 20 avril 2016



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

(arrêté du 21 mars 2012)

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

Le Groupe spécialisé n°20 « Produits et procédés spéciaux d'isolation » de la Commission chargée de formuler les Avis Techniques et les Documents Techniques d'Application a examiné, le 26/01/2016, le procédé d'isolation thermique par projection pneumatique de laine minérale avec liant sur parois de structures avec le produit DOSSOLAN Thermique, présenté par la société DAUSSAN SAS. Il a formulé, sur ce procédé, l'Avis Technique 20/16-367 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 béton 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

Le produit DOSSOLAN THERMIQUE, fabriqué et distribué par DAUSSAN SAS, comporte une étiquette par emballage précisant :

- La désignation commerciale du produit,
- Le numéro de lot et date de fabrication,
- Le nom et référence du fabricant,
- La masse du sac,
- Le numéro de l'Avis Technique,
- Le numéro du certificat ACERMI.

2. AVIS

2.1 Domaine d'emploi accepté

Identique au domaine défini dans le Dossier Technique

2.2 Appréciation sur le procédé

2.21 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 :

- la projection peut être réalisée jusqu'à 200mm d'épaisseur
- les résultats d'essai ont démontré que l'isolation peut être mise en œuvre sans l'interposition d'armature intermédiaire de renfort à 120mm.

Sécurité incendie

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

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

Le classement de réaction au feu du produit DOSSOLAN THERMIQUE est précisé sur les étiquettes. Il fait l'objet d'un certificat ACERMI. Le produit nu est classé A1.

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

Sécurité en cas de séisme

Selon la nomenclature prévue par l'arrêté du 22octobre 2010 modifié, le procédé est applicable en toute zone de sismicité, pour toute classe de sol et toute catégorie d'importance de bâtiment.

Données environnementales

Il existe une fiche Déclaration Environnementale (DE) pour ce procédé mentionnée au paragraphe C1 du Dossier Technique. Il est rappelé que les DE n'entrent pas dans le champ d'examen d'aptitude à l'emploi du procédé.

Aspects sanitaires

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

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

Isolation thermique

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

La résistance thermique utile du produit DOSSOLAN THERMIQUE est donnée dans le certificat ACERMI N°16/209/1166.

Isolement et correction acoustique

Le procédé DOSSOLAN THERMIQUE 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.

2.22 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)

2.23 Fabrication et contrôle

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

2.24 Mise en œuvre

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

2.3 Cahier des prescriptions techniques particulières

Conditions de mise en œuvre

La mise en œuvre est conforme au dossier technique.

En plus des contrôles réalisés en usine, des contrôles sur chantier sont mis en place conformément au dossier technique et à la fiche chantier décrite en annexe n°7.

Les DPM précisent notamment :

- La vérification des supports en béton ou support maçonnés ainsi que le responsable de cette vérification (maître d'ouvrage ou maître 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 dilatation et parasismique,
- 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 200 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 :

Jusqu'au 30 avril 2019.

*Pour le Groupe Spécialisé n°20
Le Président*

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 200 mm d'épaisseur sans armature de renfort intermédiaire.

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

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

Le procédé n'est pas destiné à l'isolation thermique, acoustique ou incendie de sous face de toiture terrasse.

Le Rapporteur du Groupe Spécialisé n°20

Annexe

1. Rappel des exigences spécifiques de la réglementation thermique

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

Tableau 1 - Exigences réglementaires

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

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

Avec :

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

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

2. Rappel des règles de calcul applicables

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

$$R_T = R_U + R_c$$

Avec :

R_U : Résistance thermique utile du produit définie dans le certificat ACERMI.

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

e_c : épaisseur de la paroi m.

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

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

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

Où

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

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

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

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

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

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

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

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

Dossier Technique

établi par le demandeur

A. Description

1. Généralités

1.1 Objet

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, maçonneries, bois et dérivés du bois, acier, plâtre, fibres ciment, matériaux synthétiques, peintures.

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 au sens du DTU 27.1.

1.2 Domaine d'application

Le procédé DOSSOLAN THERMIQUE est applicable sur tout support visé par le DTU 27.1.

Sont également visés :

- Tout plancher à entrevous en béton ou terre cuite avec dalle coulée en œuvre,
- Tout plancher à bacs métalliques collaborants, réalisés avec du béton coulé sur les tôles nervurées galvanisées ou galvanisées prélaquées.
- Le procédé est également applicable sur supports enduits ou peints, ou revêtus de panneaux en matériaux synthétiques. »

Pour les épaisseurs jusqu'à 160 mm, le procédé peut être appliqué sur tous les supports visés par le présent dossier technique en climat de plaine ou de montagne.

Pour les épaisseurs de 160 mm à 200 mm, le procédé ne peut être appliqué qu'en climat de plaine, sous support maçonnerie ou béton. Cette application peut être réalisée sans armature de renfort intermédiaire.

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),
- En sous face d'un plancher de local froid,
- en sous face de toiture terrasse :
 - avec éléments porteurs relevant du DTU 43.4 : Toitures en éléments porteurs en bois et panneaux dérivés du bois avec revêtement d'étanchéité
 - avec éléments porteurs relevant du DTU 43.3 : Mise en œuvre des toitures en tôles d'acier nervurées avec revêtement d'étanchéité,
 - avec éléments porteurs relevant du NF DTU 20.12 : Gros œuvre en maçonnerie des toitures destinées à recevoir un revêtement d'étanchéité.
- en sous-face de plafonds suspendus,
- Et d'une manière générale, dans toutes les configurations pouvant présenter un risque de condensation.

1.3 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 DAUSSAN SAS La composition du produit fait l'objet d'une fiche technique confidentielle, qui a été transmise au CSTB.

2.11 Laine minérale

La laine minérale est une laine de laitier. Elle compose à hauteur d'au moins 85 % le mélange à projeter.

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

2.12 Liants

Liants minéraux hydrauliques

Ciments courants conformes à la norme NF EN 197-1

Type : CEM II

N° CAS : 65997-15-1

% maximal : 10 (+/-2) %

2.13 Adjuvants

Accélérateurs de prise, agents colloïdaux : 3.5 (+/-1) %

Agent anti-poussière : 1.5 (+/-0,2) %

Ces adjuvants sont conformes au règlement REACH.

2.2 Pièces et produits dédiés de pose

2.21 Primaire d'accrochage

Tous les supports (exceptés sur armature d'accrochage) recevront avant projection une application préalable d'un primaire d'accrochage :

- DOSSOPRIME : est une émulsion aqueuse de hauts polymères de caoutchouc synthétiques, combinée avec des adjuvants acryliques/polyuréthanes. Il convient à l'accrochage du produit DOSSOLAN THERMIQUE sur des supports décrits en paragraphe 4.4. La projection se fera après un temps de séchage pouvant aller de 1 à 4 heures suivant les conditions climatiques.
- DOSSAFIX : est une solution aqueuse de hauts polymères vinyliques à haut poids moléculaire et à haut degré de polymérisation. Il convient à l'accrochage du produit DOSSOLAN THERMIQUE sur des supports décrits en paragraphe 4.4. La projection se fera après un temps de séchage pouvant aller de 1 à 4 heures suivant les conditions climatiques.

2.22 Armature d'accrochage

Des armatures d'accrochage peuvent être nécessaires selon les cas (cf. paragraphe 4.4 et 4.5).

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.

2.23 Revêtement de finition

- Peinture ou enduit de décoration en pulvérisation : peinture acrylique avec charges inertes.
- Durcisseur de surface : T-9111 est une combinaison aqueuse de hauts polymères vinyliques à haut poids moléculaire, à haut degré de polymérisation et de charges minérales incombustibles à raison de 500 à 1000 g/m².

2.3 Caractéristiques du revêtement projeté

2.3.1 Caractéristiques du produit DOSSOLAN THERMIQUE

Le produit DOSSOLAN THERMIQUE est sous certification ACERMI.

Les caractéristiques ACERMI du produit DOSSOLAN THERMIQUE sont décrites dans le tableau suivant :

Tableau 1 - Caractéristiques ACERMI du produit DOSSOLAN THERMIQUE

Conductivité thermique	Cf. Certificat ACERMI n°16/209/1166
Résistance thermique	Cf. Certificat ACERMI n°16/209/1166
Masse volumique (kg/m ³)	120 à 150
Epaisseurs e (mm)	20 à 200 mm
Réaction au feu (Euroclasse)	A1

3. Fabrication, contrôles, marquage,

Le mélange à projeter DOSSOLAN THERMIQUE est fabriqué par DAUSSAN SAS dans son usine de WOIPPY (57).

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 primaires d'accrochage et le revêtement de finition sont distribués par DAUSSAN SAS.

L'armature d'accrochage et ses accessoires de pose sont issus du négoce.

Ces produits doivent être stockés à l'abri des intempéries.

3.2 Contrôles de fabrication

Les contrôles internes en usine sont conformes au règlement technique ACERMI. Voir Annexe 2 : Plan de contrôle du produit DOSSOLAN THERMIQUE.

3.2.1 Matières première : assurance qualité du fournisseur

- Fiches et certificats de conformité fournisseurs.
- Masse volumique apparente de la laine minérale en vrac
- Taux d'humidité de la laine minérale en vrac
- Perte au feu
- Taux d'infiltrés

3.2.2 Contrôle du processus en cours de fabrication

- Contrôle automatique massique du mélange laine – adjuvant
- Pesée de chaque sac en sortie de ligne et enregistrement informatique
- Contrôle du poids de la palette

3.2.3 Contrôles sur le produit fini

- Masse volumique apparente du mélange à projeter
- Masse volumique du produit projeté
- Conductivité et résistance thermique à l'état sec
- Taux d'humidité du produit dans le sac
- Adhésion /Cohésion
- Poids des sacs
- Perte au feu

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
- La référence produit
- le poids par sac
- Le numéro du Certificat ACERMI
- Le code fabricant, le lot de fabrication et la date de fabrication
- Etiquetage COV

3.3.2 Les produits et les pièces dédiées de pose

- Le nom du produit
- Le code fabricant, le lot de fabrication et la date de fabrication
- Etiquetage COV.

4. Mise en œuvre

4.1 Commercialisation et distribution

Le mélange à projeter DOSSOLAN THERMIQUE et les produits dédiés de pose (paragraphe 2.2) sont commercialisés et distribués par DAUSSAN SAS (WOIPPY 57), sauf l'armature d'accrochage et ses accessoires de pose qui sont issus du négoce et ne sont pas commercialisés par la société DAUSSAN SAS (WOIPPY).

4.2 Assistance technique

La société DAUSSAN SAS propose aux applicateurs une assistance technique sur la mise en œuvre du procédé. Sur demande, l'applicateur est informé sur les préconisations et les modes de

projection avec déplacement sur chantier si nécessaire. Un support technique est mis à disposition des applicateurs.

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,
- L'entreprise de mise en œuvre doit réceptionner son support en vérifiant ces points. .

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.
- 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 préparé conformément au DTU 27.1. Il doit être sain, rigide, propre, dépoussiéré (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 (voir paragraphe 2.21) ou par la pose d'une armature d'accrochage. L'armature d'accrochage est nécessaire lorsque le support ne peut pas être décapé.

4.4.1 Structure en maçonnerie ou en béton

4.4.1.1 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 DOSSAFIX à raison de 190 à 250 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.

4.4.1.2 Supports de type plâtre, enduit,

Le support doit être sondé afin de vérifier son état conformément au DTU 27.1. Le support doit être sain, rigide, propre, dépoussiéré et sec. Il convient de vérifier 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 DOSSAFIX à raison de 190 à 250 g/m².

Lorsque le support n'est pas apte à supporter la charge du revêtement, il est nécessaire :

- soit, de décaper et d'appliquer un primaire d'accrochage DOSSAFIX à raison de 190 à 250 g/m².
- soit, de mettre en place une armature d'accrochage au contact du support (voir paragraphe 4.5).

4.4.1.3 Supports de type peinture

Il est nécessaire de :

- soit, de décaper jusqu'au béton nu puis d'appliquer un primaire d'accrochage DOSSAFIX à raison de 190 à 250 g/m²
- soit, de mettre en place une armature d'accrochage au contact du support (voir paragraphe 4.5).

4.414 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 4.5)
- 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 DOSSAFIX à raison de 190 à 250 g/m² par couche, 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, il est nécessaire soit de les déposer, soit de mettre en place une armature d'accrochage (voir paragraphe 4.5)

En cas de manque d'information, il est nécessaire soit de les déposer, soit de mettre en place une armature d'accrochage.

4.42 Supports métalliques

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

Lorsque le support est en bon état, il est nécessaire de le nettoyer et d'appliquer le primaire d'accrochage DOSSOPRIME à raison de 190 à 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 peinture anticorrosion, puis le primaire d'accrochage DOSSOPRIME à raison de 190 à 250 g/m²
- soit, de mettre en place une armature d'accrochage au contact du support (voir annexe 3).

4.43 Structure en bois et panneaux à base de bois

En sous face de plancher, une armature d'accrochage telle que décrite au § 4.5 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.

4.5 Armatures d'accrochage

L'armature d'accrochage est décrite au paragraphe 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 166 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 3).

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

4.71 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 4).

4.72 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, 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 200 mm d'épaisseur sans armature de renfort intermédiaire
 - sous support maçonné ou béton en climat de montagne : à 160 mm 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 sans délai d'attente, le revêtement est aplani à l'aide d'un rouleau lisse ou de poil, qui permet d'obtenir une surface granitée.

Comprimé : après projection, le revêtement comprimé avec une taloche.

Revêtement de surface : après séchage du produit projeté, pendant une durée de séchage minimum de 28 jours, les produits de durcissement ou de coloration décorative peuvent être appliqués sans limite de temps, tant que le produit projeté reste sain. 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 T-9111 est mis en œuvre au pistolet à raison de 500 à 1000 g/m². La mise en œuvre est effectuée sur une projection à l'état sec ou un délai de 4 jours minimum 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 en respectant les prescriptions du fournisseur. La mise en œuvre est effectuée sur une projection à l'état sec ou après un délai de 28 jours minimum dans les conditions climatiques normales (supérieures à 10 °c et inférieures à 70 % HR).

4.103 Planchers dont la sous face est 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 est protégé sur son chant par une cornière fixée mécaniquement (voir annexe 5).

5. Vérifications sur chantier

5.1 Mesure de l'épaisseur

5.11 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 6).

5.12 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 6.

5.2 Détermination de la consommation

La détermination de la consommation est effectuée selon la procédure indiquée à l'annexe 7 partie 2, à partir de :

- la masse et le nombre de sacs utilisés ;
- 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 5. 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

- Nettoyage en fin de chantier de toute la zone de projection
- Les résidus de projection devront être récupérés et emmener dans une déchetterie appropriée.

• 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 8.

7. Consignes relatives à la protection des applicateurs

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

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

La fiche de données de sécurité FDS est disponible sur demande à la société DAUSSAN SAS (WOIPPY 57).

Concernant l'application et la manipulation du procédé, l'applicateur doit respecter l'ensemble des dispositions légales et réglementaires destinées à protéger l'hygiène et la sécurité au travail :

Règles générales de prévention des risques chimiques :

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

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

B. Résultats expérimentaux

Essais adhésion/cohésion en 200mm d'épaisseur : voir annexe 9.

- Rapport d'essais d'absorption et affaiblissement acoustique :
 - Du CSTB N°AC15-26055271 ainsi que le rapport d'étude AC15-26055271.
- Rapport d'essais de croissance fongique :
 - Du CSTB N°SC 16-002.
- Rapport d'évaluation des émissions de COV :
 - Du CSTB N°SC-16-007.
- Rapport d'essais de corrosion :
 - Du CSTB N°HO 15 E15-056.
- Rapport d'essais et classement de réaction au feu :
 - Du CSTB N° RA150174.
- Rapport d'essais adhésion/cohésion :
 - Du CSTB N°HO 16 A15-014.

C. Références

C1. Données Environnementales ⁽¹⁾

Le procédé DOSSOLAN THERMIQUE ne fait pas l'objet d'une Déclaration Environnementale (DE). Il ne peut donc revendiquer aucune performance environnementale particulière.

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

C2. Autres références

Les isolants projetés sont mis en œuvre en France depuis une quarantaine d'années. Ils ont été considérés comme technique traditionnelle depuis la création du 1^{er} DTU 27.1 (octobre 1989).

Le procédé DOSSOLAN THERMIQUE existe depuis 1983 et depuis 2004, environ 1600000 de m² ont été isolés.

80 % sur support maçonné ou béton nu

5 % sur support de type plâtre, enduit, staff

2 % sur support de type peinture

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

5 % sur supports métalliques (planchers collaborant)

3 % autres supports.

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

Annexe 1. Caractéristiques du produit projeté

Performances acoustiques du procédé DOSSOLAN THERMIQUE d'après le rapport d'essais N°AC15-26055271 et le rapport d'étude N°AC15-26055271

Mise en œuvre du DOSSOLAN THERMIQUE sous dalle béton d'épaisseur 140 mm avec armature d'accrochage avec revêtement papier.

Ci-dessous le tableau des performances acoustiques

Configuration en DOSSOLAN THERMIQUE	Indice d'affaiblissement acoustique R_w+C^* [dB]	Amélioration au bruit aérien $\Delta(R_w+C)_{\text{loud}}$ [dB]	Niveau de bruit de choc $L_{n,w}^*$ [dB]	Absorption acoustique a_w
40 mm	49	-2	74	0,90
60 mm	50	0	70	1,00
80 mm	52	2	66	1,00
100 mm	54	5	63	1,00
120 mm	56	7	60	1,00
140 mm	57	8	58	1,00
160 mm	59	10	56	1,00
			Classification d'après le norme NF EN ISO 11654 Annexe B	Classe A

* Sous dalle support d'épaisseur 140 mm

Note : Les résultats issus des simulations apportent des informations sur le comportement et les tendances engendrées par les variations paramétriques apportées aux systèmes étudiés. De même, les performances acoustiques annoncées sont estimées avec une incertitude de +/- 1 à 2 dB.

Annexe 2. Plan de Contrôle du produit DOSSOLAN THERMIQUE

TABLEAU DES ESSAIS DE CONTRÔLE
DES MATIERES PREMIERES ET PRODUITS FINIS

Paramètres	Méthodes	Documents associés	Fréquences
Matières Premières			
* Liant hydraulique	Fournisseur – Certificat de conformité et résultats autocontrôle fournisseur et contrôle visuel		Chaque livraison et contrôle sur chaque lot
* Agent anti-poussière	Fournisseur – Certificat de conformité et résultats autocontrôle fournisseur et contrôle visuel		Chaque livraison et contrôle sur chaque lot
* Laine - Volume soufflé - Taux d'infibrés - Humidité - Perte au feu - Certificat de conformité fournisseur	DAUSSAN	INS LAB/53	Chaque livraison et contrôle sur chaque lot
	DAUSSAN	INS LAB/69	
	DAUSSAN	INS LAB/80	
	DAUSSAN	INS LAB/79	
	FOURNISSEUR		Chaque livraison
PRODUIT FINI : DOSSOLAN THERMIQUE			
* Poids net des sacs	DAUSSAN	INS LAB/77	1 fois / heure
* Volume soufflé	DAUSSAN	INS LAB/53	1 fois / 5 heures
* Masse Volumique apparente du produit en vrac	DAUSSAN	INS LAB/75	1 fois / 5 heures
* Perte au feu	DAUSSAN	INS LAB/79	1 fois / 5 heures
* Taux d'humidité produit en sacs	DAUSSAN	INS LAB/80	1 fois / 5 heures
* Test de consommation - Masse volumique projetée	DAUSSAN	INS LAB/54	1 fois / semaine
* Masse Volumique du produit projeté stabilisé	DAUSSAN	INS LAB/81	1 fois / semaine
* Conductivité thermique du produit projeté stabilisé	DAUSSAN	INS LAB/78	1 fois / semaine
* Adhésion/cohésion du produit projeté	DAUSSAN	INS LAB/76 Méthode EGOLF	1 fois / mois
* Réaction au feu du produit projeté	CSTB	Norme EN 13501-1	1 fois / 2 ans

Annexe 3. Exemple de mise en œuvre d'une armature d'accrochage

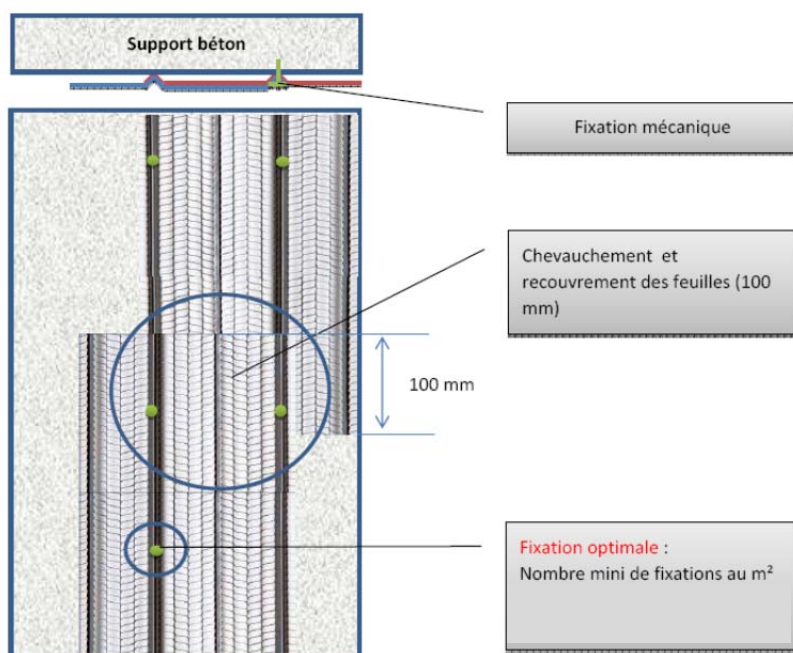


Figure 1 - Pose sous dalle béton. Pour la densité de fixation, se référer au §4.5

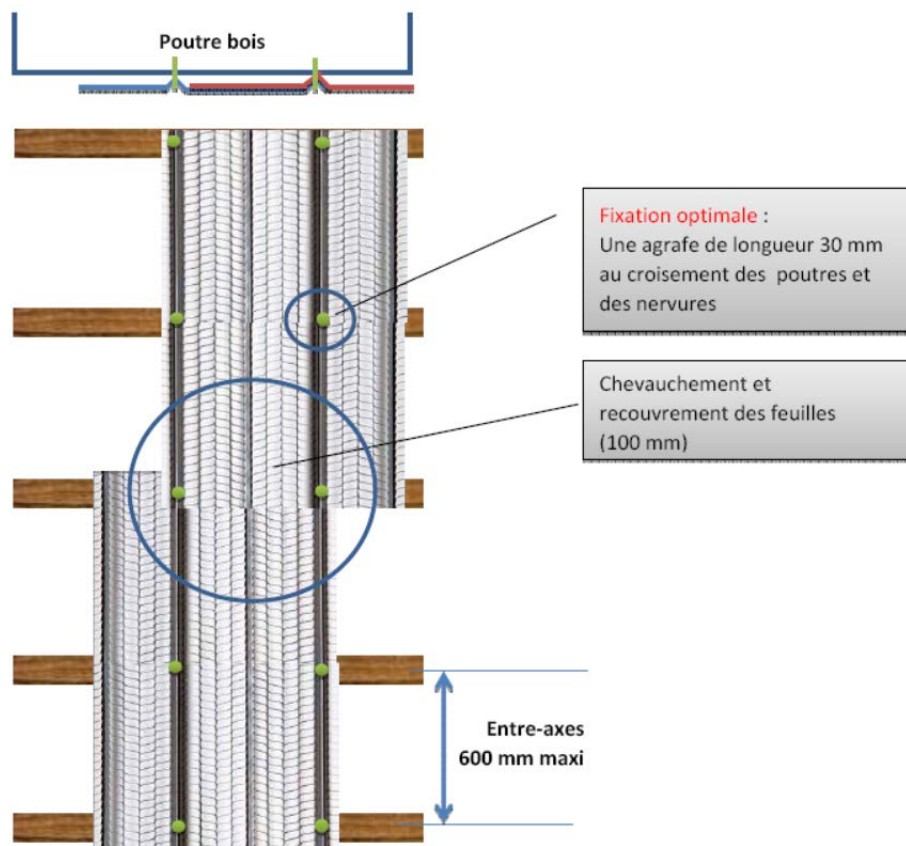
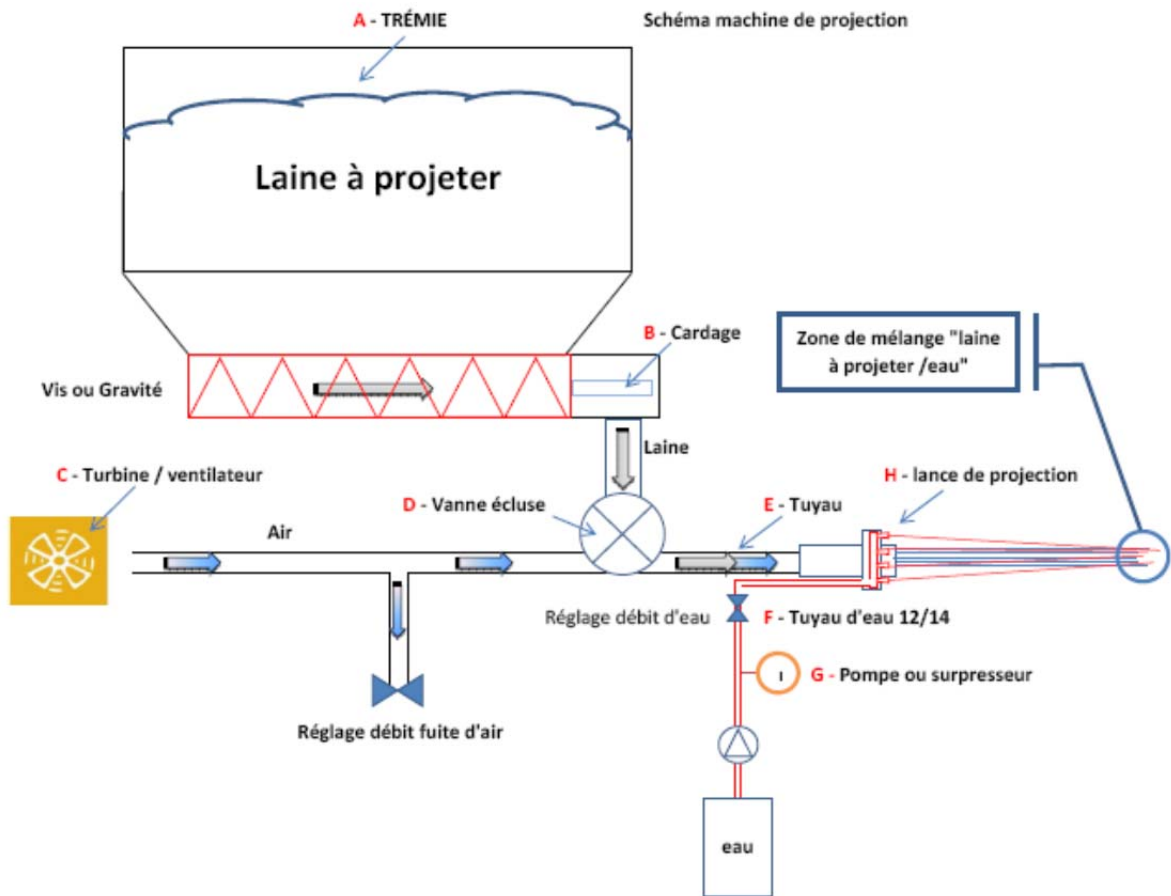


Figure 2 - Pose sous plancher bois

Annexe 4. Machine de projection



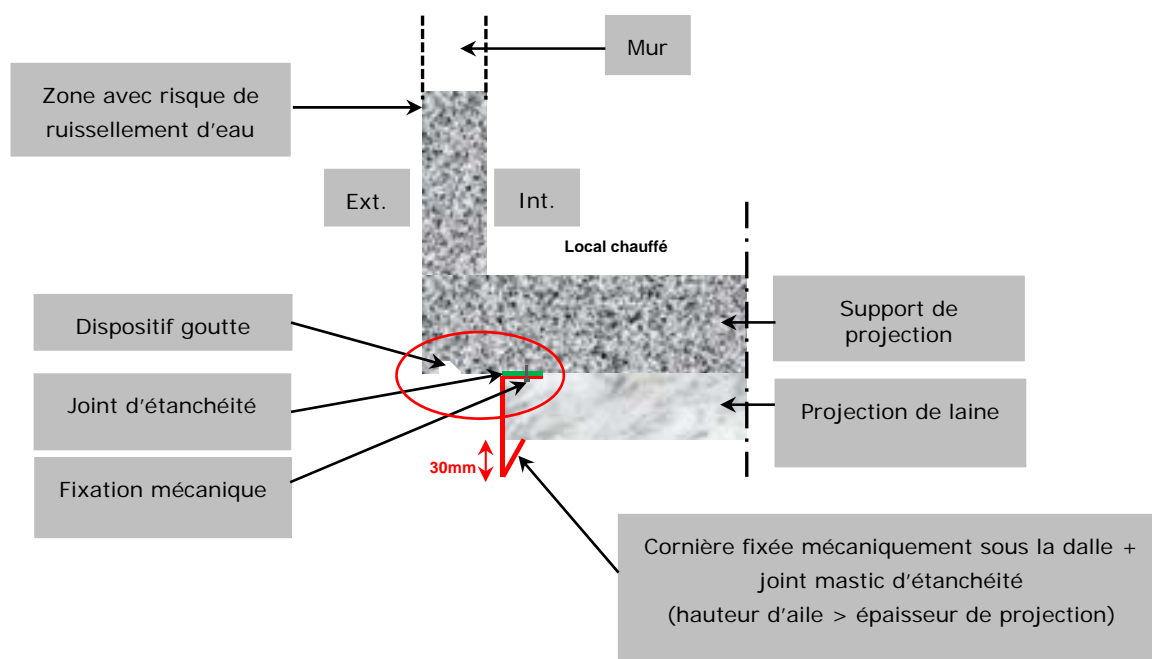
A	Une trémie d'alimentation du produit avec un système d'alimentation en continu, et dont le débit est réglable en fonction du produit et de l'épaisseur à projeter.
B	Un dispositif de cardage avec possibilité de réglages.
C	Un dispositif de propulsion d'air (ventilateur, turbine ou surpresseur) avec 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	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 ; Un coffret électrique ; Un dispositif de mise à la terre ; Un dispositif de commande déportée ; Anneaux de levage, roulettes, etc. permettant le transport et la manipulation de la machine.

Figure 3 - Schéma de la machine de projection

Annexe 5. Exemple de dispositif de protection des eaux de ruissellement

Figure 4 - Dalle béton avec dispositif goutte d'eau

Support de projection avec dispositif de goutte d'eau « LARMIER »
« coupe transversale »



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.

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

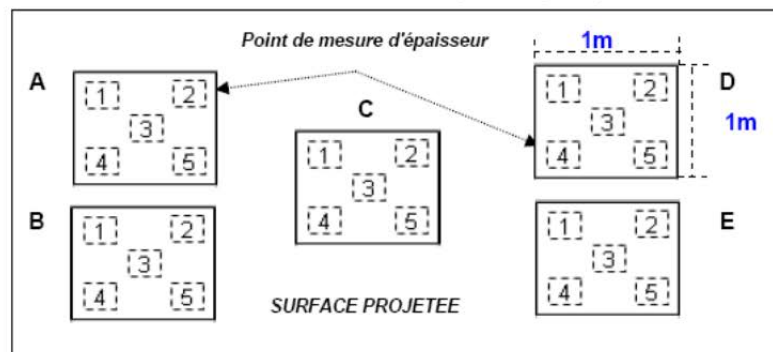
Consommation :

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

Annexe 8. 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.

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 carrée de 100 mm de côté

		Masse volumique projetée (kg/m ³)						
		120	125	130	135	140	145	150
Epaisseur appliquée (m)	0,08	0,83	0,86	0,90	0,93	0,97	1,00	1,04
	0,09	0,91	0,95	0,99	1,02	1,06	1,10	1,14
	0,10	0,99	1,04	1,08	1,12	1,16	1,20	1,24
	0,11	1,08	1,12	1,17	1,21	1,26	1,30	1,35
	0,12	1,16	1,21	1,26	1,30	1,35	1,40	1,45
	0,13	1,24	1,29	1,35	1,40	1,45	1,50	1,55
	0,14	1,32	1,38	1,44	1,49	1,55	1,60	1,66
	0,15	1,41	1,47	1,52	1,58	1,64	1,70	1,76
	0,16	1,49	1,55	1,61	1,68	1,74	1,80	1,86
	0,17	1,57	1,64	1,70	1,77	1,84	1,90	1,97
	0,18	1,66	1,73	1,79	1,86	1,93	2,00	2,07
	0,19	1,74	1,81	1,88	1,96	2,03	2,10	2,17
0,20	1,82	1,90	1,97	2,05	2,13	2,20	2,28	

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 circulaire de 100 mm de diamètre

		Masse volumique projetée (kg/m ³)						
		120	125	130	135	140	145	150
Épaisseur appliquée (m)	0,08	0,65	0,68	0,70	0,73	0,76	0,79	0,81
	0,09	0,71	0,74	0,77	0,80	0,83	0,86	0,89
	0,10	0,78	0,81	0,84	0,88	0,91	0,94	0,97
	0,11	0,84	0,88	0,92	0,95	0,99	1,02	1,06
	0,12	0,91	0,95	0,99	1,02	1,06	1,10	1,14
	0,13	0,97	1,02	1,06	1,10	1,14	1,18	1,22
	0,14	1,04	1,08	1,13	1,17	1,21	1,26	1,30
	0,15	1,10	1,15	1,20	1,24	1,29	1,34	1,38
	0,16	1,17	1,22	1,27	1,32	1,36	1,41	1,46
	0,17	1,23	1,29	1,34	1,39	1,44	1,49	1,54
	0,18	1,30	1,35	1,41	1,46	1,52	1,57	1,62
	0,19	1,36	1,42	1,48	1,54	1,59	1,65	1,71
	0,20	1,43	1,49	1,55	1,61	1,67	1,73	1,79