

Avis Technique 20/13-299

Annule et remplace l'Avis Technique 20/09-171

Procédé d'isolation thermique de remplissage par projection humide ou par insufflation en murs

Isolation thermique par insufflation/projection humide en parois verticales
Thermal insulation of walls by air injection/ damp spray
Wärmeschutz den Wand, CSO-einblasen, CSO-Sprayverfahren

Grey Snow - IGLOO France – Insufflation / Projection humide en murs

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

www.cstb.fr

rubrique :

Evaluations
Certification des produits et des services

Titulaire : IGLOO FRANCE CELLULOSE
BP 60088
FR - 85103 LES SABLES D'OLONNE
Tél.: 02 51 95 69 88
Fax : 02 51 95 75 56
E-mail : patricia@cellulose-igloo.com
Internet : www.cellulose-igloo.com

Usine : IGLOO France Cellulose
Z.I. Sud Est
85150 LA CHAPELLE ACHARD

Distributeur : IGLOO France Cellulose
BP 60088
FR - 85103 LES SABLES D'OLONNE

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 27 novembre 2013



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

Le Groupe Spécialisé n° 20 « Produits et procédés spéciaux d'isolation » de la Commission chargée de formuler les Avis Techniques et les Documents Techniques d'Application a examiné, le 17 septembre 2013, le procédé d'isolation thermique de murs Grey Snow - IGLOO France par projection humide ou par insufflation présenté par la société IGLOO France CELLULOSE. La Commission chargée de formuler les Avis Techniques (CCFAT) a formulé, sur ce procédé, l'Avis Technique N° 20/13-299 ci-après pour la France européenne.

1. Définition succincte

1.1 Description succincte

Procédé d'isolation thermique de murs et parois verticales par insufflation ou projection humide à l'eau, à l'aide d'une machine pneumatique, de fibres de cellulose adjuvantées.

1.2 Identification

Les produits mis sur le marché portent sur le sac les informations suivantes :

- désignation commerciale du produit,
- nom et référence du fabricant,
- numéro de l'Avis Technique,
- numéro du certificat ACERMI,
- masse du sac,
- le code de fabrication,
- masse volumique en œuvre en fonction du domaine d'utilisation.

2. AVIS

2.1 Domaine d'emploi accepté

Pour les deux techniques de mise en œuvre, le domaine d'emploi est conforme au paragraphe 2 du document « Isolation thermique de murs par l'intérieur : procédés d'isolation par insufflation d'isolant en vrac faisant l'objet d'un Avis Technique ou d'un Document Technique d'Application » (Cahier du CSTB 3723, Novembre 2012) :

- L'emploi du produit est limité à la réalisation de l'isolation par l'intérieur des locaux neufs ou existants à faible ou moyenne hygrométrie au sens des DTU 43.1 et DTU 20.1 P1, ainsi qu'aux locaux EB+ Locaux privés tels que définis dans le cahier du CSTB 3567, de mai 2006 « Classement des locaux en fonction de l'exposition à l'humidité des parois et nomenclature des supports pour revêtements muraux intérieurs ».
- La paroi extérieure doit être telle que le risque d'humidification de l'isolant soit nul ou négligeable, compte tenu de son exposition au vent et à la pluie. Les murs anciens doivent, en outre, être satisfaisants vis à vis de l'étanchéité à l'eau et fissuration, notamment tant en partie courante qu'aux liaisons avec les baies et le plancher.
- Les murs doivent respecter les prescriptions des DTU 20.1 (maçonnerie) et DTU 23.1 (béton banché) :
 - Les murs en béton banché : seuls les murs de types I et IV sont visés conformément au DTU 23.1,
 - Les murs maçonnés : seuls les murs de types I et IV sont visés conformément au DTU 20.1.
 - Murs de maison à ossature en bois, conformes au DTU 31.2.
- Les constructions à ossature métallique porteuse sont exclues.
- Les parois horizontales ou inclinées ne sont pas visées par cet Avis Technique.
- La pose d'un pare vapeur indépendant et continu est nécessaire côté intérieur.

2.2 Appréciation sur le procédé

2.2.1 Aptitude à l'emploi

Stabilité

La couche d'isolation ne participe, en aucun cas, à la stabilité des ouvrages isolés.

Sécurité incendie

Dispositions générales

Ce procédé n'est pas destiné à rester apparent.

Le procédé permet de satisfaire les exigences en vigueur. 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,

- respecter les prescriptions prévues au dossier technique et dans le CPT 3693 sur la distance minimale vis-à-vis des conduits de fumée.

Dispositions relatives aux bâtiments d'habitation

Les parements intérieurs doivent répondre aux critères du « Guide de l'isolation par l'intérieur des bâtiments d'habitation du point de vue des risques en cas d'incendie » (Cahier CSTB 3231) – paragraphe 5.2 notamment, et être posés conformément aux DTU et Avis Techniques en vigueur.

Dispositions applicables aux bâtiments relevant du code de travail

Dans le cas des bâtiments relevant du code du travail dont le plancher bas du dernier niveau est situé à plus de huit mètres du sol, se reporter aux dispositions prévues à l'article R4216-24 du code du travail (décret du 7 mars 2008). Il convient de se référer au cahier CSTB 3231. Les parements intérieurs doivent répondre aux critères du « Guide de l'isolation par l'intérieur des bâtiments d'habitation du point de vue des risques en cas d'incendie » (Cahier CSTB 3231).

Dispositions relatives aux établissements recevant du public

Dans le cas particulier des ERP, se reporter au guide d'emploi des isolants combustibles dans les ERP (annexe à l'arrêté publié au J.O. du 28 juillet 2007).

Données environnementales et sanitaires

Il n'existe pas de Fiche de Déclaration Environnementale et Sanitaire (FDES) pour ce procédé. Il est rappelé que les FDES n'entrent pas dans le champ d'examen d'aptitude à l'emploi du procédé.

Prévention des accidents et maîtrise des risques lors de la mise en œuvre et de l'entretien

Le procédé dispose d'une Fiche de Données de Sécurité (FDS). L'objet de la FDS est d'informer l'utilisateur de ce procédé sur les dangers liés à son utilisation et sur les mesures préventives à adopter pour les éviter, notamment par le port d'équipements de protection individuelle (EPI).

2.22 Isolation thermique

Le produit 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 Grey Snow - IGLOO France est donnée dans le certificat ACERMI N° 12/157/784.

2.23 Isolation acoustique

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

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

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

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

2.24 Prévention des accidents lors de la mise en œuvre

Elle peut être normalement assurée.

2.25 Etanchéité

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

2.26 Durabilité

Le respect des règles indiquées dans le Cahier des Prescriptions Techniques ci-après permet normalement de protéger le matériau des pénétrations d'eau liquide et de limiter les risques de condensation qui nuiraient à la bonne conservation des caractéristiques du produit.

Le matériau est hydrophile et hygroscopique. Le produit est susceptible d'absorber jusqu'à 15 % d'humidité par rapport à son poids. Cependant, les risques d'altération d'ordre fongique sont convenablement limités.

Le produit, une fois en place, est perméable à la vapeur d'eau.

Pour des applications en parois verticales, la masse volumique mise en œuvre pour l'insufflation doit être supérieure à 48 kg/m³ et inférieure à 58 kg/m³. En projection humide, la masse volumique doit être supérieure à 35 kg/m³ et inférieure à 45 kg/m³.

La durabilité du remplissage est conditionnée par la tenue mécanique des parois de la cavité.

Les murs ainsi isolés se trouvent placés dans des conditions de vieillissement très comparables à celles de murs identiques isolés par l'intérieur avec des solutions traditionnelles.

2.27 Fabrication et contrôle de qualité.

Le produit fait l'objet d'un contrôle interne en usine et d'un suivi par le CSTB dans le cadre de la certification ACERMI à raison de 2 visites par an.

2.3 Cahier des Prescriptions Techniques

2.31 Conditions de conception

La vérification de l'état des lieux avant mise en œuvre doit être réalisée par le maître d'ouvrage conformément au dossier technique (§. Mise en œuvre).

La paroi extérieure doit être conçue de façon à éviter tout risque de pénétration d'eau et à ne pas faire obstacle aux transferts de vapeur d'eau.

Le procédé nécessite un pare-vapeur. Ses caractéristiques sont choisies en fonction des perméances relatives des parois internes et externes et des conditions climatiques extérieures, conformément au Dossier Technique (paragraphe 6.2).

2.32 Conditions de mise en œuvre

Conduits de fumées

La Norme NF DTU 24.1 prévoit une protection de sécurité incendie qui dépend de la nature et du type du conduit de fumée ainsi que de sa classe en température. Il convient de respecter en tous points ces dispositions relatives à la distance de sécurité.

Canalisations électriques

Il faut s'assurer que les canalisations électriques posées dans les vides de construction sont placées sous conduit non propagateur de la flamme (P), ce qui interdit l'emploi des conduits ICD oranges et ICT.

2.33 Assistance technique

La Société IGLOO France CELLULOSE confie la mise en œuvre à des entreprises spécialisées dans ce domaine. Elle assure la formation des équipes d'application et met à leur disposition un service d'assistance technique permanent. Outre la compréhension du produit et l'apprentissage de mise en œuvre, la formation comprend un chapitre spécifique sur les risques incendie et les dispositions à prendre pour les éviter.

Conclusions

Appréciation globale

Validité

Jusqu'au 30 juin 2015.

Pour la CCFAT
Georges DEBIESSE

Annexe

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.

• Règles de calcul :

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

$$R_T = R_U + R_c$$

Avec :

- R_U : Résistance thermique du produit Grey Snow - IGLoo France. La valeur de cette résistance est donnée par le certificat ACERMI N° 12/157/784.

- R_c : Résistance thermique de la paroi support. Généralement :

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

e_c : épaisseur de la paroi m.

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

Le calcul des ponts thermiques de liaison s'effectue selon le fascicule 5/5 des Règles Th-U et additifs selon les configurations.

• Exigences réglementaires

Valeurs minimales réglementaires	Murs donnant sur l'extérieur	Murs donnant sur un volume non chauffé	Murs donnant sur un local à occupation discontinue
RT ex compensation (arrêté du 13 juin 2008)	$U_p \leq 0,45$	$U_p \leq 0,45/b$	$U_p \leq 0,45$
RT ex par éléments (arrêté du 3 mai 2007)	$R_T \geq 2,3$ ou $R_T \geq 2^*$	$R_T \geq 2$	$R_T \geq 2,3$ ou $R_T \geq 2^*$
RT2005 (arrêté du 24 mai 2006)	$U_p \leq 0,45$	$U_p \leq 0,45/b$	$U_p \leq 0,45$
RT2012 (arrêtés du 26 octobre 2010 et du 28 décembre 2012)	- **	- **	$U_p \leq 0,36$

Avec :

U_p : le coefficient de transmission thermique surfacique des planchers (en W/(m².K))

R_T : la résistance thermique totale du plancher après rénovation (en m².K/W)

b : coefficient de réduction de la température

* Cas d'adaptation selon l'Arrêté du 3 mai 2007.

** Il n'y a pas d'exigence d'isolation sur le mur. La RT 2012 impose une exigence sur la performance énergétique globale du bâti.

Dossier Technique

établi par le demandeur

A. Description

1. Principe

Procédé d'isolation thermique par insufflation ou projection humide à l'eau de fibres de cellulose traitées, obtenues à partir de papiers broyés.

Les deux techniques de mise en œuvre, insufflation et projection humide, consistent à remplir de ouate de cellulose des cavités à l'aide d'une machine pneumatique pour réaliser l'isolation thermique de parois.

Quelle que soit la technique de mise en œuvre (insufflation ou projection), le même produit isolant vrac est utilisé et le domaine d'application du procédé d'isolation thermique est identique.

En revanche, les caractéristiques techniques (telles que la masse volumique) de l'isolation thermique réalisée in-situ sont fonction de la technique de mise en œuvre utilisée.

2. Domaine d'application

Pour les deux techniques de mise en œuvre, le domaine d'emploi est conforme au paragraphe 2 du document « Isolation thermique de murs par l'intérieur : procédés d'isolation par insufflation d'isolant en vrac faisant l'objet d'un Avis Technique ou d'un Document Technique d'Application » (Cahier du CSTB 3723, Novembre 2012) :

- L'emploi du produit est limité à la réalisation de l'isolation par l'intérieur des locaux neufs ou existants à faible ou moyenne hygrométrie au sens des DTU 43.1 et DTU 20.1 P1, ainsi qu'aux locaux EB+ Locaux privatifs tels que définis dans le cahier du CSTB 3567, de mai 2006 « Classement des locaux en fonction de l'exposition à l'humidité des parois et nomenclature des supports pour revêtements muraux intérieurs ».
- La paroi extérieure doit être telle que le risque d'humidification de l'isolant soit nul ou négligeable, compte tenu de son exposition au vent et à la pluie. Les murs anciens doivent, en outre, être satisfaisants vis à vis de l'étanchéité à l'eau et fissuration, notamment tant en partie courante qu'aux liaisons avec les baies et le plancher.
- Les murs doivent respecter les prescriptions des DTU 20.1 (maçonnerie) et DTU 23.1 (béton banché) :
 - Les murs en béton banché : seuls les murs de types I et IV sont visés conformément au DTU 23.1,
 - Les murs maçonnés : seuls les murs de types I et IV sont visés conformément au DTU 20.1.
 - Murs de maison à ossature en bois, conformes au DTU 31.2.
- Les constructions à ossature métallique porteuse sont exclues.
- Les parois horizontales ou inclinées ne sont pas visées par cet Avis Technique.
- La pose d'un pare vapeur indépendant et continu est nécessaire côté intérieur.

3. Produit

3.1 Caractéristiques du produit

Le produit est issu du broyage de papiers sélectionnés ou de journaux invendus. Il se présente sous forme de particules fibreuses, généralement de couleur grise. Le produit est traité avec des adjuvants.

La composition du produit à température ambiante est :

- 89 (+1,5/-1,5) % massique de ouate de cellulose,
- 11 (+1,5/-1,5) % massique d'adjuvants dont :
 - Acide borique : 40 (+/-1) %
N° CAS 10043-35-3
 - Sulfate de magnésium heptahydraté : 60 (+/-1) %
N° CAS 10034-99-8

La composition des adjuvants (nature et teneur) est confidentielle, propriété de la société IGLOO France CELLULOSE, et fait l'objet d'une fiche technique remise au CSTB.

Le fabricant dispose d'une Fiche de Données de Sécurité conforme à l'Annexe 2 du règlement REACH.

Les caractéristiques techniques du produit sont définies en fonction de la technique utilisée, insufflation (§ 7) et projection humide (§ 8).

3.2 Caractéristiques techniques

3.2.1 En projection humide

- Masse volumique du produit mis en œuvre : 35 à 45 kg/m³
- Gamme d'épaisseur mise en œuvre : 30 à 200 mm
- Conductivité thermique utile : précisée dans le certificat ACERMI N°12/157/784.
- Résistance thermique utile: précisée dans le certificat ACERMI N°12/157/784.
- Résistance au développement fongique selon l'Annexe C du CUAP : « In-situ formed loose fill thermal insulation material and/or acoustic insulation material made of vegetable or animal fibres ».
- Réaction au feu : F

3.2.1 En insufflation

- Masse volumique du produit mis en œuvre : 48 à 58 kg/m³
- Epaisseur utile : épaisseur de la cavité
- Gamme d'épaisseur mise en œuvre : 45 à 450 mm
- Conductivité thermique utile : précisée dans le certificat ACERMI correspondant.
- Résistance thermique utile: précisée dans le certificat ACERMI correspondant.
- Résistance au développement fongique selon l'Annexe C du CUAP : « In-situ formed loose fill thermal insulation material and/or acoustic insulation material made of vegetable or animal fibres ».
- Réaction au feu : F.

3.3 Conditionnement

- Emballage : sac polyéthylène de 10,8 (0 ; +1) kg
- Conditionnement : par palettes filmées de 35 sacs
- Stockage : à l'abri des intempéries pendant 6 mois maximum
- Etiquetage :
 - sur le sac : indiquant la référence du produit, le nom du fabricant, la date de fabrication, le numéro de lot, le numéro ACERMI et le numéro d'Avis Technique.
- Dimensions palette : 1 000*1 200 mm
- Dimensions sacs : 560*410*350 mm

4. Fabrication et contrôles

Le produit Grey Snow - IGLOO France est fabriqué par la Société IGLOO France CELLULOSE dans son usine de La Chapelle Achard (85).

4.1 Description succincte

Le papier journal préalablement décompacté et trié, est traité par un produit ignifuge appliqué par pulvérisation.

Poussé dans une trémie, le papier passe dans un premier broyeur, il passe ensuite sous un aimant.

Arrivé dans un mélangeur ou le papier continu d'être broyé l'acide borique et le perborate de sodium sont introduits.

Le produit résultant est précompacté sous vide et est ensaché.

Les sacs sont acheminés par convoyeur sous un détecteur de métaux. Ils sont pesés, marqués, triés et palettisés automatiquement.

4.2 Contrôles

4.2.1 Contrôles matières premières

- Papier : absence de corps étrangers et de papiers impropres (papiers mouillés, glacés, etc...), contrôle du taux d'humidité.
- Adjuvants : certificats producteurs.

4.2.2 Contrôles produits finis

L'ensemble des contrôles effectués ainsi que leurs fréquences sont conformes aux exigences du référentiel ACERMI.

Les essais réalisés dans le laboratoire de l'usine sont présentés en annexe dans le tableau 1, ceux réalisés par un laboratoire extérieur sont indiqués dans le tableau 3.

4.23 Contrôles externes

Le produit fait l'objet d'un suivi par la certification ACERMI à raison de 2 visites par an.

5. Règles de l'art

La construction de l'ossature et des habillages des vides doivent respecter les normes et DTU en vigueur.

On peut citer entre autres :

- DTU 31.2 Maisons à ossatures bois ;
- DTU 23.1 Murs en béton banché ;
- DTU 20.1 Maçonnerie ;
- DTU 25.41 Plâtrerie ;
- NF C 15-100.

6. Opérations préalables à la mise en œuvre

6.1 Reconnaissance de l'état du chantier

La reconnaissance du chantier se fait conformément aux préconisations décrites dans le paragraphe 5.1 du document « Isolation thermique de murs par l'intérieur : procédés d'isolation par insufflation d'isolant en vrac faisant l'objet d'un Avis Technique ou d'un Document Technique d'Application » (Cahier du CSTB 3723, Novembre 2012).

En complément des dispositions générales prévues par les CPT des dispositions particulières sont prévues pour traiter les points suivants :

Traitement des éléments dégageant de la chaleur

- La ouate de cellulose ne doit pas être en contact direct avec des éléments pouvant dégager de la chaleur tel que les conduits de fumées ou hottes d'aspiration, les bobines, les transformateurs ou les moteurs.
- Tous ces éléments devront être coffrés avec des plaques de plâtre ou en bois et d'un écart entre l'élément chaud et la ouate de cellulose de 18 cm minimum. Cette distance de sécurité est compatible avec les exigences de la norme NF DTU 24.1.

Traitement des dispositifs électriques

- Il convient de respecter en travaux neufs les prescriptions du DTU 70-1 et 70-2 relatives aux installations électriques. En réhabilitation, on doit s'assurer du bon état de l'installation électrique et de sa conformité aux règles en vigueur.
- Les gaines électriques doivent être posées conformément à la norme NF C 15-100.

Constitution de la paroi

La mise en œuvre de la paroi à isoler est conforme aux normes et DTU en vigueur.

Dans tous les cas, compte tenu des caractéristiques du produit, la paroi externe doit être imperméable à la pluie.

Les espaces (volets roulants, baies, etc...) qui pourraient être en communication avec les lames d'air à traiter doivent être correctement fermés avant la mise en œuvre de l'isolant.

La paroi intérieure doit résister aux sollicitations mécaniques pendant l'insufflation.

La paroi est constituée d'une cavité ou d'un ensemble de cavités séparées qui ne communiquent pas entre elles.

Dans le cas des murs maçonnés et en béton banché, les cavités sont créées à l'aide d'une ossature bois rapportée (conforme au DTU 31.2).

Les parois intérieures et extérieures sont exemptes de traces d'humidité résultantes d'infiltrations ou de remontées capillaires. L'isolation de murs humides ne peut pas être réalisée avec ce produit.

Les cavités des murs à ossature bois fabriqués et isolés par insufflation de ouate de cellulose en atelier ont des parements rigides.

Dimensions des cavités

Les limites dimensionnelles des cavités dépendent de la technique de mise en œuvre, elles sont définies au §7. Mise en œuvre par insufflation et au §8. Mise en œuvre par projection humide.

La forme des cavités doit se rapprocher le plus possible d'un parallélepède rectangle.

L'applicateur doit repérer toutes les cavités à isoler et leurs délimitations. Les cavités d'épaisseur inférieure à 5 cm en cas d'insufflation ou 3 cm en cas de projection humide doivent être isolées en utilisant d'autres matériaux isolants.

Éléments en communication avec les cavités

Aucune communication ne doit exister entre les espaces (volets roulants, baies,...) et les cavités à isoler.

Éléments situés à l'intérieur des cavités

Toute conduite d'eau à l'intérieur de la couche isolante doit être protégée par fourreau. Il en est de même pour toutes les traversées de ventilation.

Les particularités présentes dans la cavité telles que les passages d'installations techniques, câblages électriques, tuyauteries, gaines, sont clairement repérées pour ne pas percer à ces endroits.

Les canalisations électriques, positionnées dans les vides de construction sont placées sous conduit non propagateur de flamme (P).

La norme NF DTU 24.1 P1 prévoit une protection de sécurité incendie qui dépend de la nature et du type de conduit de fumée ainsi que de sa classe de température. Il convient de respecter en tous points ces dispositions relatives à la distance de sécurité.

Selon les dispositions de la norme NF C 15-100, il n'est pas permis d'installer dans l'épaisseur de l'isolation à réaliser tout matériel électrique non protégé susceptible de créer une source de chaleur continue (spots, transformateurs).

6.2 Pare-vapeur

La pose d'un pare vapeur conforme à la norme NF EN 13 984, indépendant et continu est nécessaire.

Le type de pare-vapeur requis (perméance, matériau) dépend du principe constructif prévu. Il est choisi conformément au paragraphe 4.2 du document « Isolation thermique de murs par l'intérieur : procédés d'isolation par insufflation d'isolant en vrac faisant l'objet d'un Avis Technique ou d'un Document Technique d'Application » (Cahier du CSTB 3723, Novembre 2012).

Les lés sont jointoyés entre eux et sont raccordés aux éléments de construction et aux huisseries.

Caractéristiques mécaniques minimales du pare vapeur :

- Résistance à la traction (L et T) ≥ 160 N/5cm
- Allongement maximal en traction (L et T) ≤ 20 %
- Résistance à la déchirure au clou (L et T) ≥ 130 N

L = Longitudinale et T = Transversale

6.3 Préparation du chantier

Dès la consultation en phase de planification, l'applicateur vérifie que les conditions mentionnées ci-dessus sont réunies. Il contrôle notamment la taille des cavités et les détails techniques de la construction, ceci afin de déterminer la faisabilité du projet.

Dans le cas où il est nécessaire de réaliser un recoupement de l'isolant selon le guide d'emploi des isolants combustibles dans les ERP (annexe de l'arrêté publié au JO du 28 juillet 2007), celui-ci est réalisé par une pièce de bois massif de même épaisseur que l'isolant et de largeur minimale de 7 cm, fixée mécaniquement sur la structure. Cette pièce de bois ne peut être confondue avec les éléments de structure et n'a pas de fonction mécanique dans la construction.

Il doit ainsi déterminer la masse volumique selon la technique de mise en œuvre appliquée et la quantité de produit nécessaire.

L'applicateur doit être informé de tous les éléments pouvant se trouver à l'intérieur de la cavité, avec des indications concernant leur nature et leur taille.

Avant la projection humide, l'applicateur doit protéger les fenêtres, gaines et boîtiers électriques pour éviter leur humidification, par exemple au moyen d'un film plastique et d'un ruban adhésif.

L'applicateur doit aussi s'assurer qu'il travaille sur un sol propre.

6.4 Equipement

La mise en œuvre du produit est réalisée à l'aide d'une machine pneumatique réalisant l'insufflation et/ou la projection humide de la ouate de cellulose.

- Insufflation – machine transportable avec des griffes de décompactage permettant d'aérer la fibre, une ou 2 turbines de pulsion et un tuyau de transport. Les débits d'air et de matière sont réglables. Protections mécaniques (carter) et électriques (transformateur) en conformité avec les Normes en vigueur. Matériel généralement commandé à distance par télécommande.
- Projection – modèle de base de la machine à insuffler plus les accessoires nécessaires pour la projection humide (pompe à piston ou à membrane, tuyau à haute pression (30 bar), tête de projection 2,3 ou 4 buses. Brosse d'égalisation.

La longueur de tuyau est d'au moins 30m. La paroi interne des tuyaux est rugueuse. Les tuyaux transparents permettent d'observer le flux de fibres. Le cheminement du tuyau ne présente pas de pincement et sa section est régulière. Dans le cas de travaux en hauteur, une large boucle est réalisée tous les 10 m de dénivellation environ de telle sorte que la ouate de cellulose contenue dans le tuyau ne retombe et ne forme un bouchon lors de l'arrêt de la machine.

Les réglages de la machine, densité de flux d'air et densité de flux matière, sont effectués pour obtenir la masse volumique souhaitée tout en tenant compte de la configuration du chantier : longueur de

tuyau, hauteur de l'application, volume et configuration de la cavité, technique de pose employée...

La machine est pilotée généralement par une télécommande filaire ou radiofréquence permettant son démarrage et son arrêt ainsi que la propulsion ou non de la matière.

Pour obtenir une densité homogène du matériau, la tension d'alimentation de la machine doit être suffisante et régulière tout comme le débit d'eau dans le cas de la projection humide.

Nota : Les spécificités de la machine (buse de pulvérisation d'eau, rabot), nécessaires à la mise en œuvre par projection humide de la ouate de cellulose, sont mentionnées au § 8. Projection humide à l'eau – Description de la mise en œuvre.

7. Insufflation – Description de la mise en œuvre

La mise en œuvre est réalisée conformément aux préconisations décrites dans le paragraphe 5.2.3 du document « Isolation thermique de murs par l'intérieur : procédés d'isolation par insufflation d'isolant en vrac faisant l'objet d'un Avis Technique ou d'un Document Technique d'Application » (Cahier du CSTB 3723, Novembre 2012).

Le fabricant met à disposition des applicateurs spécialisés un fascicule rassemblant les consignes de mise en œuvre (disponible auprès du distributeur) et peut apporter une assistance technique sur demande de l'entreprise en charge de l'insufflation.

7.1 Principe

L'insufflation consiste à injecter sous pression et à sec la ouate de cellulose dans une cavité par l'intermédiaire d'un tuyau relié à une machine pneumatique.

L'insufflation est réalisée à travers des orifices percés dans le parement intérieur de la cavité.

Selon la nature du parement de la cavité, différentes techniques de remplissage sont envisageables :

- l'insufflation est réalisée derrière un parement souple, cas d'une membrane pare-vapeur, le remplissage de la cavité est effectué à l'aide d'un tuyau d'insufflation de la ouate de cellulose (cf. §7.2).
- l'insufflation est réalisée derrière un parement rigide, le remplissage de la cavité est effectué à l'aide d'une buse à décompression (cf. §7.31) ou d'une buse (cf. §7.32).

La masse volumique en œuvre ne doit pas être inférieure à la masse volumique minimale de 48 kg m³.

La machine utilisée et les réglages associés devront permettre le remplissage des cavités dans la plage de masse volumique définie.

Plus le débit de matière est faible par rapport au débit d'air, plus l'isolation est dense et compactée.

Plus le volume de la cavité sera important, plus le débit d'air devra être augmenté pour garantir l'homogénéité de la masse volumique du produit insufflé. Les éléments constituant les parois des cavités devront être stables et dimensionnés pour résister à la pression de remplissage.

7.2 Insufflation derrière un pare-vapeur

(Voir §D.3 Figure 2)

Les caractéristiques techniques du pare vapeur sont détaillées au § 6.2 « pare-vapeur ».

Le pare-vapeur, dont les lés sont posés horizontalement ou verticalement, forme le parement intérieur des cavités à isoler.

La pose de tasseaux ou de baguettes métalliques doit se faire horizontalement tous les 40 cm au maximum afin de reprendre les efforts.

Dans le cas où le recouvrement de lés n'est pas effectué à la hauteur d'un support rigide, un tasseau viendra recouvrir le jointolement continu des deux lés réalisé avec un adhésif compatible.

Nota : Afin d'éviter de déchirer le pare-vapeur au niveau de l'orifice d'insufflation, un adhésif est positionné préalablement à la réalisation du percement.

L'insufflation de la ouate de cellulose est réalisée dans des cavités dont les dimensions maximales sont les suivantes :

- Entraxe des montants : 80 à 850 mm
- Epaisseur : 45 à 450 mm
- Hauteur maximale : 3 m

Lorsque l'épaisseur de l'isolation insufflée est supérieure à 300mm, la hauteur maximale de la cavité est de 2,5 m.

Principe d'insufflation à l'aide d'un tuyau

Au préalable, une marque est placée sur le tuyau pour repérer la longueur de la cavité à remplir. Deux autres marques, à environ 30 cm et 10 cm de l'extrémité du tuyau, servent de signal lorsqu'on retire le tuyau.

Le diamètre du tuyau d'insufflation (50, 63 ou 75 mm) est adapté à l'épaisseur de la cavité.

Le tuyau est introduit dans la cavité par un orifice prévu à cet effet et placé le plus haut possible puis glissé vers le bas. Quand le tuyau est au fond, le remonter alors à environ 40 cm du sol et enclencher la turbine d'air. L'apport de la matière est mis en marche dès que le tuyau est vidé par l'air. Tourner lentement le tuyau pour que son extrémité courbée vise directement les coins.

Lorsque le flux de matière est bloqué dans le tuyau, remonter rapidement ce dernier (de 40 cm environ) pour garder une bonne homogénéité de répartition et de compactage.

Poursuivre ainsi jusqu'à ce que, de retrait en retrait, l'extrémité du tuyau soit parvenue au niveau de l'orifice de soufflage.

La cavité est remplie quand le flux d'air s'arrête.

Une fois l'ensemble des cavités remplies, recouvrir les orifices d'insufflation et les rendre étanches en appliquant un adhésif préconisé par le fabricant du pare-vapeur.

Tests préliminaires à la mise en œuvre

- Il convient d'effectuer un calcul des volumes à insuffler et de calculer le nombre de sacs à mettre en œuvre en fonction des prescriptions du tableau de compactage (tableau 4).
- La machine à insuffler doit être préalablement réglée en fonction de la masse volumique à obtenir. Le réglage de la machine se fait au moyen d'un caisson de densité et d'une balance (peson).
- S'assurer que le débit d'air est constant et suffisant pendant l'insufflation, au besoin, il est recommandé de baisser le débit matière.
- Le positionnement du tuyau doit permettre un remplissage homogène du volume.
- La cavité est considérée comme étant correctement remplie lorsque la machine à insuffler parvient à saturation de pression. Lors du remplissage de la première cavité, il convient de réaliser un premier carottage afin de contrôler la masse volumique obtenue. Le matériel nécessaire pour la vérification est fourni à l'utilisateur : un tube de carottage en inox, une balance de précision et un tableau de correspondance entre poids et densité par m³.
- Si la masse volumique est incorrecte, l'utilisateur modifie les paramètres de la machine. Il procède ensuite à une nouvelle insufflation et un nouveau carottage jusqu'à obtenir la densité souhaitée.
- Afin de s'assurer de l'homogénéité et de l'isolation de toutes les cavités, il convient de vérifier que le nombre de sacs effectivement insufflés correspond aux volumes et aux masses volumiques définies.

7.3 Insufflation derrière un panneau en bois ou dérivé du bois

(Voir §D.3 Figure 1)

La densité minimale de 48 kg/m³ doit être respectée.

7.31 Insufflation avec buse de décompression :

L'insufflation de la ouate de cellulose est réalisée dans des cavités dont les dimensions maximales sont les suivantes :

- Entraxe des montants : 80 à 850 mm
- Epaisseur : 45 à 450 mm
- Hauteur maximale : 3 m

Lorsque l'épaisseur de l'isolation insufflée est supérieure à 300mm, la hauteur maximale de la cavité est de 2,5 m.

L'épaisseur d'isolation insufflée des murs fabriqués et isolés en atelier ne dépasse pas 300 mm.

Un trou d'insufflation du même diamètre que la buse à décompression et centré sur l'axe vertical de la cavité est percé le plus haut possible de la paroi. Les découpes du panneau rigide seront conservées.

La buse à décompression est fixée à l'orifice. Le système de fixation de la buse permet de la maintenir en assurant l'étanchéité entre celle-ci et la cavité à remplir. Vérifier que la buse peut effectuer une rotation de 360° et fixer les sacs qui recueillent air et poussière.

Nota : une buse à décompression est utilisable si l'épaisseur de la cavité à remplir permet l'introduction du bec d'injection. En général, pour des épaisseurs d'isolation inférieures à 80 mm, le remplissage de la cavité ne peut être réalisé avec une buse de décompression. Celui-ci sera effectué directement avec une buse simple.

Une fois la machine réglée en air et en matière, remplir la cavité avec la masse volumique définie.

Les angles supérieurs et le haut de la cavité sont remplis par rotation de la buse.

Le remplissage complet est atteint lors de l'arrêt du flux de produit dans le tuyau.

Recommencer l'opération au trou suivant.

Après insufflation complète du mur, les orifices sont complétés manuellement afin de remplir la partie manquante correspondant à la tête de la buse. Les orifices sont bouchés par les morceaux de parement conservés, ou moyens similaires afin d'obtenir l'étanchéité de la paroi.

Précautions :

- La paroi intérieure doit résister aux sollicitations mécaniques pendant l'insufflation.
- Il convient de contrôler la masse volumique appliquée. Ce contrôle est effectué soit par calcul (nombre de sacs passés dans le volume considéré x poids d'un sac / volumes du ou des premières cavités remplies), soit il est procédé à un carottage dans la première cavité (carottage réalisé à environ 1/4 de la hauteur de la cavité à partir du bas de celui-ci). Pour ce faire, un tube de prélèvement en acier inoxydable, une balance de précision et un abaque spécifique permettent d'estimer la masse volumique de l'isolant insufflé dans la paroi.
- Dans le cas de la préfabrication des murs avec insufflation de la ouate de cellulose en atelier, la masse volumique moyenne de remplissage de chaque élément est à contrôler. Cela peut se faire par pesage de l'élément entier.

7.32 Insufflation avec buse

Pour isoler les cavités de faible épaisseur ne pouvant être isolée avec les techniques d'insufflation à la buse rotative à décompression ou au tuyau, on emploie une buse d'environ 36 mm de diamètre. Des réducteurs et des tuyaux de plus faible diamètre permettent le raccord à la buse.

Plusieurs trous d'insufflation sont percés. Le nombre de percements dépend de la hauteur de la cavité. Pour une hauteur sous plafond standard, 2 percements par cavité suffisent, à 40 cm des limites inférieures et supérieures. On procède au remplissage du bas vers le haut de la cavité en calfeutrant les ouvertures en attentes.

Mettre le soufflage en route puis augmenter petit à petit l'apport de matière jusqu'au réglage optimal. On doit pouvoir observer à travers le tuyau que le flux des flocons est rapide et régulier.

La buse est très peu introduite dans la cavité et son orifice est maintenu à distance de la face opposée de la cavité afin de ne pas entraver le flux des flocons.

Lorsque le flux d'air s'arrête, procéder au remplissage par le trou supérieur suivant.

Lors de l'insufflation par le dernier trou, la cavité est remplie lorsque le flux d'air s'arrête.

Les orifices percés sont rebouchés à l'aide d'un adhésif compatible afin d'obtenir l'étanchéité de la paroi.

Précautions :

- Le souffle de la machine est réglé de manière à éviter une pression trop forte sur le parement. Les cavités très étanches sont perforées en bordure pour permettre l'évacuation de l'air.
- Prévoir un maillage de trous d'insufflation plus serrés pour assurer une bonne répartition de l'isolant si, pour des raisons constructives, la cavité à remplir présente de nombreux rétrécissements.
- Si le flux de flocons semble s'être arrêté trop tôt, vérifier par un percement de contrôle que la cavité a été entièrement remplie avec l'isolant thermique.

8. Projection humide à l'eau – Description de la mise en œuvre

(Voir §D.3 Figure 3)

La projection de la ouate de cellulose est réalisée dans des cavités dont les dimensions maximales sont les suivantes :

- Entraxe des montants : < 900 mm
(la largeur du rouleau-brosse définit l'entraxe maximal des montants).
- Epaisseur : 30 à 200 mm
- Hauteur maximale : 3 m

8.1 Principe

La projection humide consiste à appliquer sous pression, à l'aide d'une machine pneumatique, la ouate de cellulose associée à une faible quantité d'eau.

Un rouleau-brosse d'égalisation est nécessaire pour araser l'excédent d'épaisseur de ouate de cellulose déposée entre les montants lors de la projection humide.

L'humidification de la ouate de cellulose permet d'activer le liant naturel des fibres et donc la cohésion du produit isolant. Celle-ci est obtenue par pulvérisation d'un brouillard d'eau généré en sortie du tuyau de transport de la matière par une tête de projection, équipée

de plusieurs buses de pulvérisation. L'eau est acheminée au niveau de la tête de projection via un tuyau relié à une pompe à haute pression.

Les réglages combinés de la machine (débits d'air et de matière) et de la pulvérisation d'eau (pression et débit d'eau) assurent une humidification homogène du produit.

8.2 Mise en œuvre

La tête de projection est maintenue à environ 70 à 90 cm du mur. La projection se fait avec un angle de 10 à 45° avec l'horizontale dirigée vers le bas de la paroi. L'angle de projection augmente en fonction de l'épaisseur de la couche isolante à former.

L'application est exécutée en mouvements de va-et-vient réguliers, d'un montant à l'autre, couche par couche, l'espace est ainsi rempli du bas vers le haut.

A environ 30 cm du haut de la cavité, la tête de projection est dirigée vers le haut, de manière à pouvoir remplir les coins supérieurs. Le reste est ensuite comblé par un jet horizontal. Les endroits ajourés de la surface sont également remplis par jet horizontal en mouvement de va et vient rapide.

A la suite de la projection, le surplus de produit est raclé au moyen d'un rouleau-brosse rotatif. Ce rouleau est positionné en appui sur les montants et appliqué de haut en bas de la paroi.

Le produit raclé doit être ramassé rapidement de façon à pouvoir réutiliser celui-ci pour la projection. L'apport de cette ouate doit être dosé pour assurer un bon mélange. Afin d'éviter une augmentation trop importante de l'humidité, le rapport de mélange (ouate récupérée / ouate nouvelle) ne doit pas excéder 30 % environ.

Avant de fermer la cavité ainsi remplie et de poser le pare vapeur, il y lieu de respecter la durée de séchage du produit isolant. Celle-ci dépend, de l'humidification de la ouate de cellulose générée lors de projection, de l'épaisseur d'isolation projetée, de la nature et du comportement hygroscopique de la paroi support et des conditions ambiantes après mise en œuvre (ventilation, température et humidité) pendant la phase de séchage.

Le tableau 3 ci-après renseigne sur la durée de séchage moyenne à titre indicatif. Toutefois, il convient de vérifier la siccité de la ouate notamment au moyen d'un humidimètre ou par un contrôle de masse volumique.

Tableau 3 : temps de séchage indicatif (en jours) en fonction de l'épaisseur projetée :

Epaisseur projetée	3-6 cm	6-12 cm	12-20 cm
jours	12 j	17 j	25 j

Ces délais de séchage sont applicables en présence d'une ventilation du local.

Quand l'isolation est sèche, mettre en place le pare-vapeur conformément aux instructions de pose de ce pare vapeur.

Précautions

- La machine doit être préalablement réglée en fonction de la masse volumique à obtenir.
- La pompe à eau doit être préalablement réglée en fonction des réglages de la souffeuse-cardeuse pour obtenir l'humidification optimale.
- Après séchage, il convient de réaliser un carottage afin de contrôler la masse volumique obtenue. Le matériel nécessaire pour la vérification est fourni à l'utilisateur : un tube de carottage en inox, une balance de précision et un tableau de correspondance entre masse, épaisseur et masse volumique.

9. Suivi chantier

Une fiche de chantier doit être utilisée par le poseur. Cette fiche type, doit être conforme aux exigences du CPT 3723, et rappeler les principes de mise en œuvre relatifs à la protection incendie (distance avec les conduits de fumée, séparation des spots de l'isolant). Un exemple est joint en annexe. Cette fiche est téléchargeable sur le site internet du fabricant (www.cellulose-igloo.fr).

Cette fiche de déclaration est réalisée en deux exemplaires :

Un exemplaire est conservé par l'entreprise ayant réalisé l'isolation.

Un exemplaire est adressé au Maître d'Ouvrage avec la facture.

En début de chantier un engagement signé par l'applicateur est remis au maître d'ouvrage précise le nombre minimal de sacs prévus.

10. Information intervenants ultérieurs

Une étiquette signalétique doit être appliquée sur les tableaux électriques, à destination des futurs corps de métiers intervenant dans le bâtiment où a été appliquée la ouate de cellulose.

Cette étiquette doit expliquer les risques d'incendies et les bons gestes concernant la pose d'éléments électriques ou dégageant de la chaleur. (Fiche disponible auprès du fournisseur ou par téléchargement sur le site internet du fabricant).

11. Assistance technique

La société IGLOO France CELLULOSE assure la commercialisation de ses produits. La société IGLOO France CELLULOSE apporte une assistance technique sur demande à l'entreprise de mise en œuvre et met à disposition des applicateurs, des distributeurs et du grand public, un guide de pose rassemblant les consignes de mise en œuvre et les règles de sécurité incendie (disponible auprès du fournisseur ou par téléchargement sur le site www.cellulose-igloo.fr). Elle organise par ailleurs pour les mêmes publics des modules de formations comprenant un chapitre spécifique sur les risques incendie et les dispositions à prendre pour les éviter.

12. Consignes relatives à la protection des applicateurs

Le fabricant dispose d'une fiche de données de sécurité (FDS) conforme à l'Annexe 2 du règlement Reach.

L'applicateur est tenu de respecter les dispositions de protection individuelle et collective figurant sur la fiche INRS FT 282 :

<http://www.inrs.fr/accueil/produits/bdd/recherche-fichetox-criteres.html>

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

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.

Arrêtes des 8 et 9 octobre 1987 (JO du 22 oct. 1987) et du 24 déc. 1993 (JO du 29 déc. 1993) relatifs aux contrôles des installations.

B. Résultats expérimentaux

- Les essais de détermination des performances thermiques et de tassement ont été réalisés par l'ACERMI.
- Développement fongique : rapport d'analyse INTERTEK n° CHL-R13-0806 datant du 02/09/2013.
- Evaluation des émissions de Composés Organiques Volatiles : rapport d'essai de EUROFINs n° 392-201300045801 datant du 13/09/2013.

C. Références

C1. Données Environnementales et Sanitaires ¹

Le produit ne fait pas l'objet d'une Fiche de Déclaration Environnementale et Sanitaire (FDES).

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

L'entreprise IGLOO France CELLULOSE produit des isolants de ouate de cellulose au Canada depuis 1977 (+ de 50 millions de m²).

Insufflation et projection : Plus de 15 000 m² posés en France depuis 2009.

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

D. Annexe

D2. Figures du Dossier Technique

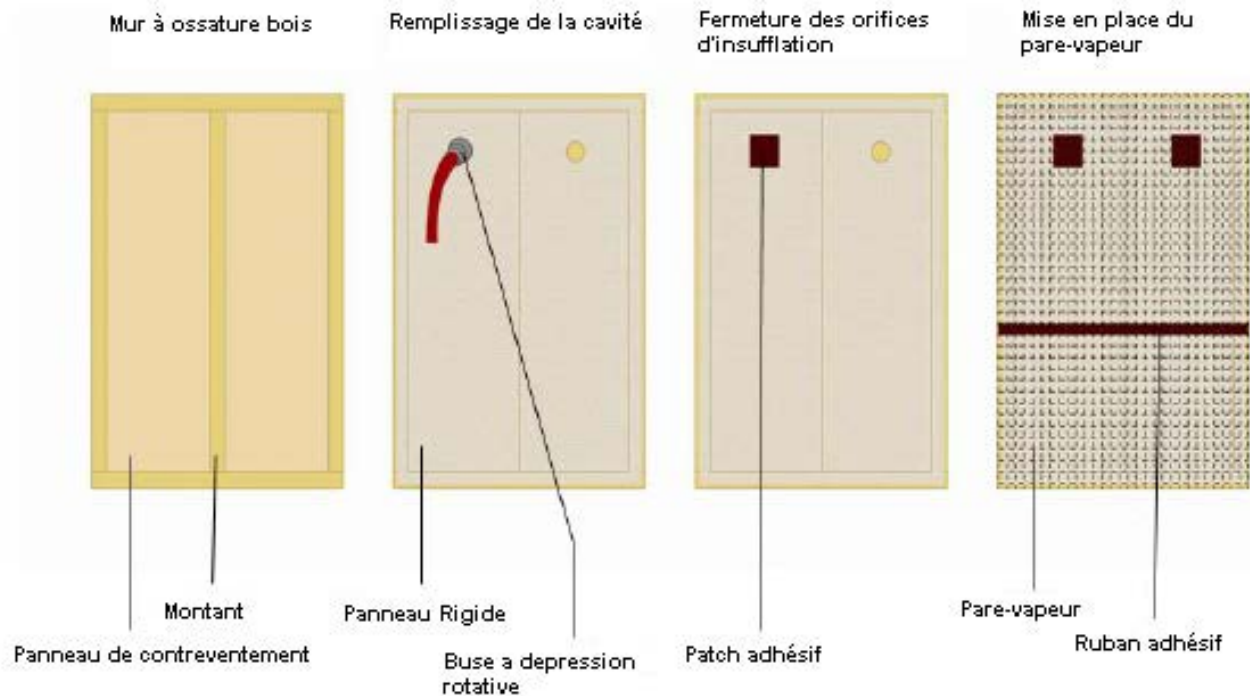


Figure 1 : Igloo France Insufflé derrière un parement rigide

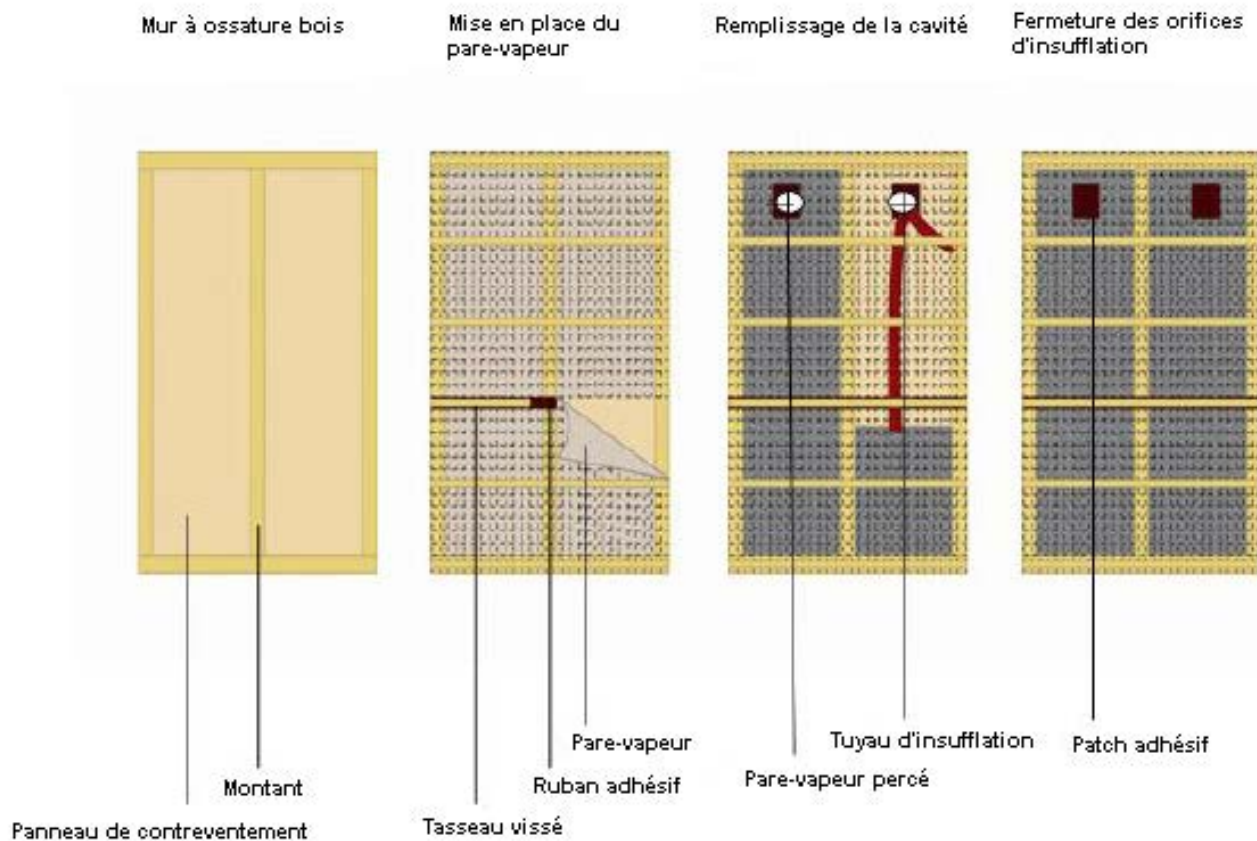


Figure 2 : Igloo France Insufflé derrière un pare-vapeur

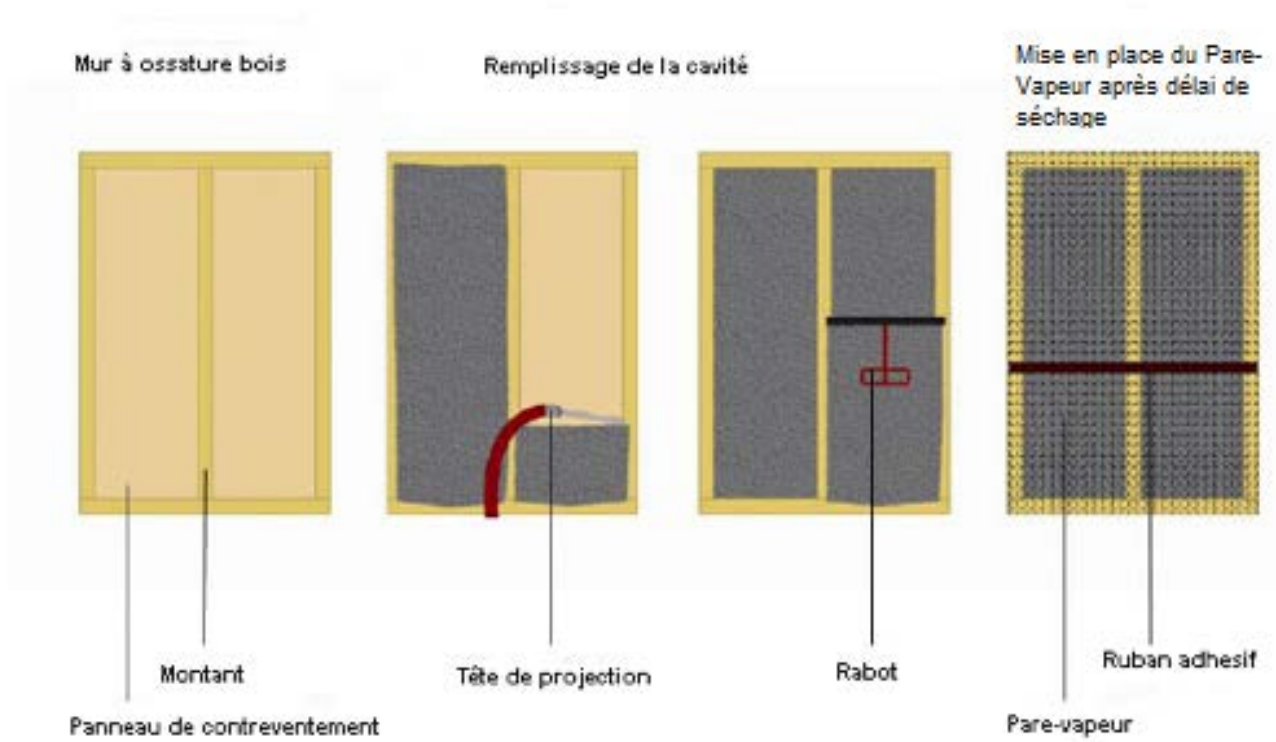


Figure 3 : Igloo France projeté par voie humide

Tableau 1 : Nomenclature des contrôles

Controles		
Caractéristique contrôlée	Méthode de contrôle	Fréquence
Matières premières :		
Qualité du papier	Visuel (absence de corps étrangers et papiers impropres)	à chaque livraison
Taux d'humidité du papier	Sonde hygrométrique	à chaque livraison
Adjuvants	Visuel et Certificats producteurs	à chaque livraison
En cours de fabrication :		
Taux d'adjuvants	Un ensemble doseur automatique alimente les adjuvants en fonction du taux de matière	
Produit Fini :		
Pesée des sacs	Pesée automatique de tous les sacs	En continu
Taux d'humidité	Séchage en étuve à 70 °C (méthode directe)	2 fois / jour
Masse volumique en oeuvre	Mesure de la masse et du volume apparent du produit soufflé	1 fois / jour
Réaction au feu	EN11925-2 : Détermination de l'allumabilité par incidence directe d'une petite flamme sur le produit (essai direct)	1 fois / jour
Tassement mécanique	Mesure de la variation d'épaisseur après vibrations mécaniques du produit soufflé	1 fois / semaine
Conductivité thermique	EN 12667 : Mesure à l'état sec à la température moyenne de 10 °C	2 fois / semaine
Résistance au développement fongique	cahier 3713 + évaluations dans la masse	1 fois / 3 ans

Tableau 3: Grandeurs relatives à la diffusion de vapeur d'eau établies à partir de la valeur du coefficient de résistance à la diffusion de vapeur d'eau par défaut (μ égal à 1)

Epaisseur (mm)	50	100	150	200	250	300	350	400	450
Z (m ² .h.mmHg/g)	0,56	1,11	1,67	2,22	2,78	3,33	3,89	4,44	5,00
Sd (m)	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45

FICHE DE CHANTIER

Produit : Grey Snow - IGLOO France

Sac de 10,8 kg

Avis Technique en cours :

Date de fabrication (date et heure sur le sac) :

Lambda :

Date de pose :

Entreprise de pose :

Nom de l'apporteur :

Nom du client :

Adresse de pose :

Surface isolée :

Technique de pose (rayer les mentions inutiles) : SOUFFLAGE - INSUFFLATION - FLOCAGE

Nombre de sacs prévus :

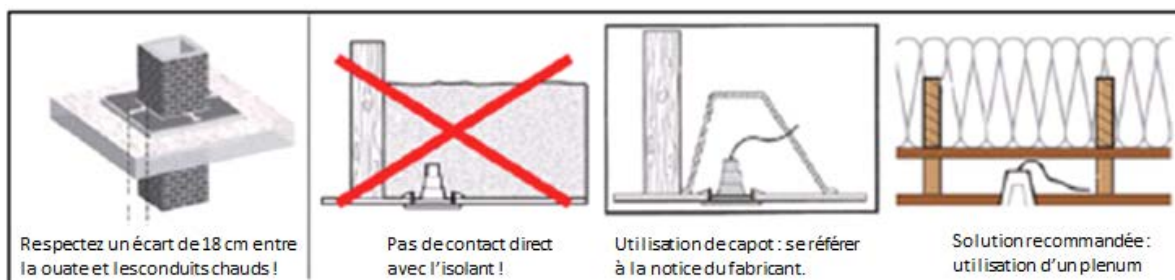
Nombre de sacs appliqués :

Epaisseur appliquée avant tassement :

Epaisseur appliquée après tassement de 20 % :

SIGNATURE CLIENT

SIGNATURE APPLICATEUR



ISOLATION • INSULATION