

Avis Technique 20/09-172

Procédé d'isolation thermique par soufflage en planchers de combles

*Isolation thermique de
planchers de combles perdus
Thermal insulation Heat
insulation of floors of lost roof
Wärmeschutz von Böden
verlorenen daches*

Igloo cellulose soufflage en plancher de comble

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 : igloocellulose@orange.fr
Internet : www.cellulose-igloo.com

Usine : IGLOO
1485 Transcanada
Dorval (Quebec)
CANADA H9P 2V3

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

Commission chargée de formuler des Avis Techniques
(arrêté du 2 décembre 1969)

Groupe Spécialisé n° 20
Produits et Procédés Spéciaux d'Isolation

Vu pour enregistrement le 5 mars 2010



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 - Fax : 01 60 05 70 37 - Internet : www.cstb.fr

Le Groupe spécialisé n° 20 « Produits et procédés spéciaux d'isolation » de la Commission chargée de formuler les Avis Techniques a examiné, le 26 novembre 2009, la demande d'Avis Technique relative au procédé d'isolation thermique « Igloo cellulose soufflage en plancher de comble » présenté par la Société IGLOO FRANCE CELLULOSE. Le présent document, auquel est annexé le dossier technique établi par le demandeur, transcrit l'avis formulé par le Groupe Spécialisé n° 20 sur les dispositions de mise en œuvre proposées pour l'utilisation du procédé dans le domaine d'emploi visé et dans « les conditions de la France Européenne ».

1. Définition succincte

1.1 Description succincte

Procédé d'isolation thermique de planchers de combles perdus non aménagés ou difficilement accessibles par soufflage de fibres de cellulose adjuvantées.

Le produit est uniquement installé par soufflage pneumatique

1.2 Identification

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

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

2. Avis

2.1 Domaine d'emploi accepté

Isolation de planchers étanches à l'air au-dessus de locaux d'hygrométrie faible ou moyenne de bâtiments d'habitation ou non résidentiel dont la constitution est conforme aux règles générales visées au Cahier des Prescriptions Techniques.

2.2 Appréciation sur le procédé

2.2.1 Aptitudes à l'emploi

Stabilité

- Le procédé ne participe, en aucun cas, à la stabilité des ouvrages isolés.

Sécurité feu

- Ce procédé n'est pas destiné à rester apparent.
- 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. En plafond, se référer au paragraphe 4.5 du guide : les parements en plaque de plâtre doivent être de type plaque spéciale feu avec une épaisseur minimale de 12,5 mm dans le cas de 1^{ère} et 2^{ème} famille et de 15 mm pour toutes autres familles.
- Le procédé doit satisfaire les prescriptions en vigueur. Cependant, il y a lieu de vérifier la conformité des installations électriques, et respecter les dispositions d'écart au feu, entre le conduit de cheminée et l'élément combustible le plus proche, des DTU 24.2.1, 24.2.2 et 24.2.3.
- Dans le cas d'emploi en ERP (établissements recevant du public) ces parements doivent répondre au Guide d'emploi des isolants combustibles dans les ERP (annexe à l'arrêté publié au J.O. du 28 juillet 2007).

Isolation thermique

La résistance thermique R_u du remplissage est donnée selon la décision du Comité Thermique de l'Avis Technique n° 111 formulée le 19 janvier 2010 dans le tableau 1 en annexe à cet Avis sur la base de la valeur de la conductivité thermique utile de 0,042 W/ (m.K).

Une fois définie la résistance thermique utile de l'isolation thermique en partie courante R_u , le coefficient U_p du plancher s'obtient ci-après en tenant compte des coefficients de déperdition linéique et ponctuelle :

$$U_p = \frac{1}{R_{si} + R_u + R_{c2} + R_{se}} + \frac{\sum \psi_i L_i}{A}$$

Où

U_p = Coefficient de transmission surfacique global de la paroi isolée, en W/ (m².K).

R_{si} et R_{se} = résistances superficielles, en m².K/W.

R_u = Résistance thermique utile de l'isolation rapportée en partie courante, en m².K/W.

R_{c2} = Résistance thermique des autres éléments de paroi en partie courante (maçonnerie, parements, ...), en m².K/W.

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

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

A = Surface du mur considérée pour le calcul, en m².

Etanchéité

- A l'air : Le produit n'est pas destiné à assurer seul 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.

2.2.2 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 Igloo cellulose est capillaire, hydrophile et hygroscopique. Le produit est susceptible d'absorber jusqu'à 15% d'humidité par rapport à son poids. Les risques d'altération d'ordre fongique sont convenablement limités. Le produit, une fois en place, est très perméable à la vapeur d'eau.

Moyennant les précautions d'emploi prescrites à proximité des orifices de ventilation, la nature fibreuse du produit isolant diminue convenablement les risques de déplacement dus au mouvement de l'air ou aux variations de pression d'air dans le comble.

L'utilisation du produit en soufflage sur plancher de combles est caractérisée par un tassement dans le temps de 20% environ de l'épaisseur initiale après soufflage (voir tableau ci-après), valeur dont il a été tenu compte pour la détermination des performances d'isolation thermique.

Lorsque aucune surface de circulation n'est prévue au-dessus de l'isolation d'un comble accessible, les risques de déplacement du produit isolant en cas d'intervention ultérieure dans le comble sont du même ordre que pour les systèmes traditionnels utilisant des isolants en vrac.

2.23 Fabrication et contrôle.

Le produit Igloo cellulose fait l'objet d'un contrôle interne et d'un suivi.

L'usine est certifiée ISO 9001 : 2008

Des visites de suivi sont réalisées par le CSTB : deux fois par an avec prélèvement dans le cadre d'un suivi CTAT.

2.3 Cahier des Prescriptions Techniques

La conception et l'exécution des travaux doivent être conformes au document « Règles générales de mise en œuvre des procédés et produits d'isolation thermiques rapportée sur planchers de greniers et combles perdus faisant l'objet d'un Avis Technique » (Cahier du CSTB 3647, novembre 2008), notamment du point de vue des risques de condensation, des caractéristiques des pare-vapeurs éventuels, des écarts de feu autour des conduits de fumée et de la conformité des installations électriques qui seront incorporées dans l'isolation.

La mise en œuvre doit satisfaire les règles relatives au climat de montagne lorsque l'ouvrage se trouve dans cette zone notamment le Cahier du CSTB n°2267-1. Le pare vapeur doit être posé en continu.

La mise en œuvre sera effectuée selon le Dossier Technique, notamment du point de vue du respect de :

- la masse volumique minimale du produit soufflé (cf. Dossier technique).
- L'épaisseur minimale uniformément obtenue, mesurée suivant les « Règles générales » ci-dessus mentionnées.
- La résistance thermique utile.

Il y a lieu de ne pas mettre le matériau en contact avec des conduits de fumée et de vérifier la conformité des installations électriques. Il convient de respecter la distance de sécurité selon le DTU 24-1.

En cas d'orifices de ventilation placés à proximité du matériau, la vaporisation d'un nuage d'eau en surface doit être effectuée.

Conduits de fumées

La Norme NF DTU 24.2 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 « l'écart feu ».

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.

2.31 Assistance technique

La Société IGLOO FRANCE CELLULOSE confie la mise en œuvre à des entreprises spécialisées qui sont formées par ses soins ou par des personnes habilitées à le faire. Elle met un service d'assistance technique permanent.

Conclusions

Appréciation globale

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

Validité 3 ans

Jusqu'au 30 novembre 2012.

Pour le Groupe Spécialisé n° 20
Le Président
François MICHEL

3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

Les valeurs thermiques tiennent compte d'un tassement de 20% et d'un taux d'humidité de 7 %.

Le produit Igloo Cellulose contient des adjuvants antifongiques et ignifugeants. Il convient de vérifier le respect de la teneur de ces adjuvants conformément aux Directives et Réglementations en vigueur.

Le Rapporteur du Groupe Spécialisé n°20
Bernard ABRAHAM

Épaisseur d'application en mm	Épaisseur utile (après tassement de 20 %) en mm	Résistance thermique utile R_u en $m^2.K/W$	Pouvoir couvrant minimal en kg/m^2 pour une masse volumique minimale de $24 kg/m^3$	Nombre minimal de sacs pour $100 m^2$ pour une masse volumique minimale de $24 kg/m^3$
50	40	0,95	1,20	12
70	56	1,30	1,70	16
100	80	1,90	2,40	23
110	88	2,05	2,70	25
120	96	2,25	2,90	27
130	104	2,45	3,20	30
140	112	2,65	3,40	32
150	120	2,85	3,60	34
160	128	3,00	3,90	37
170	136	3,20	4,10	38
180	144	3,40	4,40	41
190	152	3,60	4,60	43
200	160	3,80	4,80	45
210	168	4,00	5,10	48
220	176	4,15	5,30	50
230	184	4,35	5,60	52
240	192	4,55	5,80	54
250	200	4,75	6,00	56
260	208	4,95	6,30	59
270	216	5,10	6,50	61
280	224	5,30	6,80	63
290	232	5,50	7,00	65
300	240	5,70	7,20	67
310	248	5,90	7,40	69
320	256	6,05	7,65	71
330	264	6,25	7,90	74
340	272	6,45	8,15	76
350	280	6,65	8,40	78

Tableau 1 : Résistance thermique en fonction de l'épaisseur d'application après tassement de l'isolant (exemple de soufflage sur un plancher sans ossature apparente)

Dossier Technique

établi par le demandeur

A - DESCRIPTION

1. Principe

Procédé d'isolation thermique des planchers de combles non aménageables ou perdus par soufflage de fibres de cellulose traitées, obtenues à partir de papier journal de recyclage broyés.

2. Domaine d'application

Tous types de combles non aménagés ou difficilement accessibles des bâtiments à usage d'habitations ou non résidentiels, à faible ou moyenne hygrométrie. Le plancher support destiné à recevoir l'isolation doit être étanche à l'air.

L'épandage manuel n'est pas visé par ce Dossier Technique.

Le produit ne doit pas être mis en œuvre au-dessus de locaux à forte hygrométrie.

3. Description du produit IGLOO

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

Composition en masse sèche conformément à la Fiche de Données de Sécurité (FDS) : Cellulose (89%) – Acide borique (4%) – Perborate de sodium (7%).

3.1 Caractéristiques

Épaisseur maximale : 350 mm

Masse volumique en œuvre dans les combles : 24 à 28 kg/m³

Conductivité thermique utile selon décision n° 111 du CTAT: 0,042 W/(m.K)

Tassement: 20 %

Taux d'humidité: 7 %

Réaction au feu: EUROCLASSE Type C-S2, d0

Comportement fongique (NF EN ISO 846): F

3.2 Conditionnement

Emballage : sac polyéthylène de 10,8 kg (-0, +10%)

Stockage : à l'abri des intempéries

Étiquetage : mentionnant les références du produit, la date et l'heure de fabrication et le numéro d'Avis Technique.

4. Fabrication et contrôles

Le produit Igloo cellulose est fabriqué pour le compte d'IGLOO FRANCE CELLULOSE par la société IGLOO, dans l'usine de Dorval situé au 1485 TransCanada Québec, Canada.

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 continue 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 Contrôle usine

4.21 Contrôle matière première

Le papier est sélectionné à l'achat et ne doit pas contenir de corps étranger (plastique et polluants divers) ni de papier impropre (papiers mouillés).

Adjuvants : Certificats et fiches techniques fournisseurs.

4.22 Contrôle produit fini

L'usine IGLOO est ISO 9001 version 2008.

La production est contrôlée en continu.

L'empoussièrement est vérifié quotidiennement.

Pesée automatique de tous les sacs en continu et vérification manuelle tous les 50 sacs.

Toutes les heures, un test de combustion superficielle, un test d'inflammabilité et un test de masse volumique sont effectués.

Test de masse volumique après soufflage : 1 fois par mois

Tassement humide : 2 fois par mois

Taux d'humidité : 2 fois par mois

La conductivité thermique est déterminée une fois par semaine.

Des audits de suivi sont réalisés par le CSTB 2 fois par an

5. Mise en œuvre

5.1 Assistance technique

La société IGLOO FRANCE CELLULOSE peut apporter une assistance technique sur demande de l'entreprise de soufflage. Elle met à disposition des applicateurs des formations et un guide de pose rassemblant les consignes de mise en œuvre (disponible auprès du fournisseur).

5.2 Description de la technique utilisée

La ouate de cellulose est uniquement installée par soufflage pneumatique.

L'épandage manuel n'est pas visé.

5.3 Reconnaissance préalable à l'application de l'isolant et préparation des combles

En préalable à la mise en œuvre du produit, il est indispensable d'effectuer les contrôles suivants :

- Le plancher est en bon état et peut supporter le poids de l'isolant.
- Le plancher est suffisamment étanche à l'air, en particulier il ne présente pas de trous ou de fentes ouvertes entre éléments susceptibles de nuire à l'isolation ou d'augmenter la perméance à la vapeur d'eau du plancher ; à défaut, le plancher est rendu convenablement étanche à l'air par un moyen approprié.
- Le plancher est exempt de toute trace d'humidité résultant d'infiltration ou de défauts d'étanchéité.
- Le plancher ne comporte pas de parties creuses ventilées sur l'extérieur et susceptibles de nuire à l'efficacité de l'isolation, si une ventilation basse de la couverture existe des déflecteurs doivent être posés pour éviter des mouvements d'air dans la ouate.
- L'espace du comble est correctement ventilé suivant les règles en vigueur.

Conduits de fumées

La Norme NF DTU 24.2 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 « l'écart feu ».

Trappe d'accès (Cf. Figure 1)

- Un cadre est réalisé à la périphérie de la trappe. La hauteur du cadre sera équivalente à celle de l'isolant majorée de 20%.
- La trappe est isolée avec un isolant manufacturé d'une résistance au moins égale à celle de la ouate soufflée.

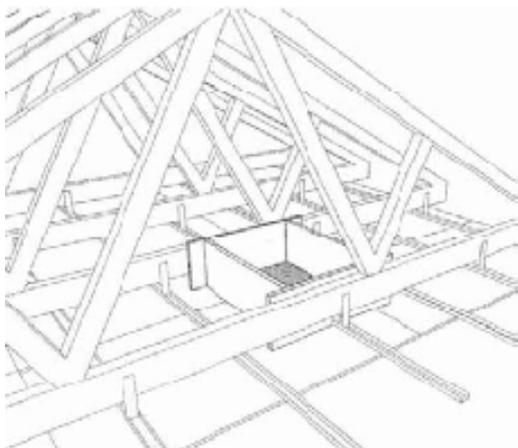


Figure 1

Traitement des parties non isolées

- Lorsque le comble communique avec le garage, il y a lieu de prévoir un arrêtoir rigide afin que la ouate ne retombe pas. Sa hauteur sera de 20% supérieure à celle de l'isolant soufflé.

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 boîtes de dérivation doivent être fixées hors du volume destiné à recevoir l'isolant et sur un élément de charpente.
- Pour être conforme à la norme NF C15-100, les gaines électriques doivent être posées entre le plafond et les éléments de charpente.
- Le transformateur des spots d'éclairage en basse tension doit être fixé hors du volume destiné à recevoir l'isolant et à un élément de charpente.
- Les protections des spots en 220 V et basse tension doivent être mises en place avant la pose de l'isolant.
- Les gaines d'antenne de télévision auront été passées et suspendues roulées à la fermette ou repérées avec un pictogramme.
- Si une boîte de dérivation est dans la ouate, elle doit être repérée sur la charpente ou repérée avec un pictogramme.

Traitement de la ventilation

- Le groupe de ventilation doit être hors du volume destiné à recevoir l'isolant et à une hauteur suffisante afin de ne pas aspirer celui-ci.
- La technique d'isolation par soufflage ne peut se substituer au calorifugeage des gaines de ventilation conformément à la réglementation.

Protection contre les incendies dans les établissements recevant du public (ERP)

- Dans le cas d'emploi en ERP, vérifier que les solutions constructives correspondent aux prescriptions du guide d'emploi des isolants combustibles dans les ERP, annexé à l'arrêté publié au J.O. du 28 juillet 2007)

Pare vapeur

- Il convient de se référer au e-cahier CSTB 3647 de novembre 2008 et au DTU Série 40.

Volets roulants traditionnels

- Un coffrage sera réalisé à l'aide d'isolant rigide afin d'éviter à la ouate de cellulose de tomber dans les mécanismes.

Dispositions particulières (Figure 2)

- Les étréssillons d'about de mur doivent être positionnés au nu intérieur du mur afin de ne pas créer un obstacle au soufflage.
- De même, un espace de 60 mm entre la sous face de la fermette et le support (plafond-plancher) sera respecté pour permettre à la ouate de cellulose lors du soufflage de se glisser dans cet espace et avoir ainsi une isolation continue.
- Avant la mise en place de l'isolation du plancher, s'assurer qu'il n'y a pas de câbles électriques et canalisations susceptibles de geler.

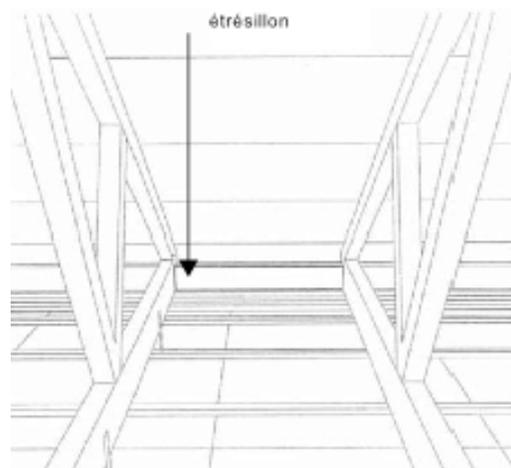


Figure 2

5.4 Accès au chantier

Différents types d'accès sont possibles :

- Par la trappe intérieure
- Par la toiture

5.5 Machine à souffler

Une machine de type cardeuse munie de pales de décompactage et d'une soufflerie électrique sera utilisée.

Afin de continuer le décompactage lors du transport de la ouate entre la machine et le lieu d'application, un minimum de 30 mètres de boyau flexible d'un diamètre de 75 mm est recommandé.

Le matériel employé sera conforme aux normes en vigueur et sera estampillé CE.

5.6 Mise en œuvre (Figure 3 et photo 1)

La ouate de cellulose sera projetée par la cardeuse en commençant par le point le plus éloigné de l'accès.

Le produit sera soufflé en basse pression afin de limiter au maximum la poussière et sera appliqué le plus uniformément possible.

L'épaisseur d'application doit tenir compte du tassement ultérieur de la ouate de cellulose, voir tableau 1 : Résistance thermique en fonction de l'épaisseur d'application.

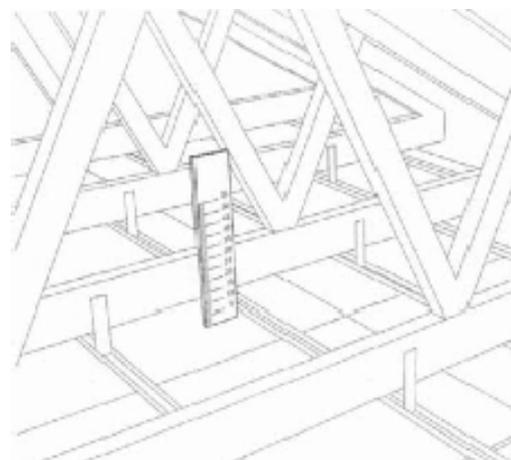


Figure 3

Un contrôle à l'aide d'une pige notamment en cas de litige permettra d'appliquer l'épaisseur désirée.

Les repérages et la pose des pictogrammes se feront à fur et à mesure de l'avancement de l'application.

Une fois l'installation terminée, il est recommandé de ne pas marcher sur l'isolant soufflé, un cheminement spécifique sera réalisé, si nécessaire.



Photo 1

5.7 Masse volumique mise en œuvre

Le calcul de la masse volumique réelle mise en œuvre est effectué à partir :

- De la masse des sacs utilisés
- De la surface réelle du comble
- De la déduction du volume occupé par les fermettes ou solives
- De l'épaisseur de ouate posée

5.7.1 Volume de bois occupé par les fermettes ou solives

Il s'agit de calculer l'incidence du volume de charpente sur le pouvoir couvrant afin de déterminer la résistance thermique installée. Trois cas peuvent se présenter :

Cas 1

L'isolant recouvre totalement les fermettes.

- Calcul n°1

Volume apparent soufflé = surface totale du comble x épaisseur installée

- Calcul n°2

Volume occupé par les fermettes = (largeur fermette x hauteur fermette) x longueur fermette x nombre de fermettes.

Calcul du volume réel de ouate : volume apparent – volume occupé par les fermettes

Cas 2

L'isolant ne couvre pas les fermettes

- Calcul n°1

Volume apparent soufflé = surface totale du comble x épaisseur installée

- Calcul n°2

Volume occupé par les fermettes = (largeur fermette x hauteur réelle de la fermette couverte par l'isolant) x longueur fermette x nombre de fermettes.

Calcul du volume réel de ouate : volume apparent – volume occupé par les fermettes

Cas 3

L'isolant passe complètement en dessous des fermettes

Le volume apparent = volume réel = (largeur x longueur du comble) x épaisseur isolant mesurée.

5.8 Fiche relative au chantier

L'applicateur conserve la totalité des étiquettes de l'ensemble des sacs qui sont utilisés pour réaliser l'isolation du comble. Il agrafe ces étiquettes dans le comble.

Modèle de fiche de déclaration de la réalisation de l'isolation

- Entreprise réalisant l'isolation :
 - Nom et adresse de la société
 - Nom de l'agent applicateur

- Produit isolant :
 - Marque :
 - Code de fabrication
 - Type de produit
 - Référence commerciale du produit
 - Numéro d'Avis Technique
 - Masse du sac
- Site de mise en œuvre :
 - Adresse
 - Type de construction
- Mise en œuvre :
 - Résistance thermique prévue
 - Epaisseur d'isolant prévue
 - Nombre de sacs prévus
 - Surface isolée
 - Epaisseur d'isolant après mise en œuvre
 - Volume équipée par les fermettes
 - Volume réel d'isolant
 - Epaisseur réelle d'isolant
 - Résistance thermique installée
 - Nombre de sacs utilisés
 - Pouvoir couvrant installé
 - Type de machine de soufflage
 - Réglage de machine
 - Date d'exécution du chantier
 - Signature de l'applicateur.

Cette fiche de déclaration est réalisée en trois exemplaires.

Un exemplaire accompagné des étiquettes des sacs est agrafé dans le comble à un endroit facile d'accès pour lecture.

Un exemplaire est conservé par l'entreprise qui a réalisé les travaux. Un exemplaire est adressé au client avec la facture.

Le client est tenu de garder ces pièces justificatives qui feront foi en cas d'expertise.

5.9 Consignes relatives à la protection des applicateurs

Les documentations du fabricant de ouate de cellulose comportent les consignes écrites

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 – RESULTATS EXPERIMENTAUX

Les différents essais ont été réalisés en France :

- Caractéristiques : Masse volumique et résistance thermique :
 - Essais réalisés au CSTB : Rapport HO 09-08052
- Réaction au feu EUROCLASSE
 - Essais réalisés au CSTB: Rapport RA 10-0049
- Comportement fongique :
 - Essais réalisés au CSTB : Rapport SB 09-098

C - REFERENCES

- Au Canada, USA, Amérique Centrale depuis 1977 (50 millions de m²).
- En France depuis 2008 (70 000 m²)