

# Avis Technique 20/16-372

*Isolation thermique de  
combles*  
*Thermal insulation of roof*

## ISOBILLES / ECOBILLES Application en comble

**Titulaire :** INJECT-STYRENE DIFFUSION  
ZI l'habitarelle  
30 110 LES SALLES DU GARDON  
  
Tél. : 04 66 25 87 62  
Mail : [contact@inject-styrene.com](mailto:contact@inject-styrene.com)  
Site Internet : [www.inject-styrene.com](http://www.inject-styrene.com)

**Distributeur :** INJECT-STYRENE DIFFUSION  
ZI l'habitarelle  
30 110 LES SALLES DU GARDON

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

Publié le 25 janvier 2017



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

(arrêté du 21 mars 2012)

Secrétariat de la commission des Avis Techniques et des Documents Techniques d'Application  
CSTB, 84 avenue Jean Jaurès, Champs sur Marne, FR-77447 Marne la Vallée Cedex 2  
Tél. : 01 64 68 82 82 - Internet : [www.ccfat.fr](http://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 5 avril et le 08 novembre 2016, le procédé d'isolation thermique de parois verticales ECOBILLES / ISOBILLES Application en comble, présenté par la société INJECT-STYRENE DIFFUSION. Il a formulé, sur ce procédé, l'Avis Technique 20/16-372. Cet Avis a été formulé pour les utilisations en France européenne.**

## 1. Définition succincte

### 1.1 Description succincte

Procédé d'isolation thermique par l'intérieur des combles par injection de billes de polystyrène expansé avec liant, dans des cavités horizontales, à l'aide de machine pneumatique.

Le produit se nomme ISOBILLES avec les billes de PSE blanc et ECOBILLES avec les billes de PSE graphité.

### 1.2 Identification

Les produits mis sur le marché portent sur le sac les informations décrites dans le §0 du Dossier Technique.

## 2. AVIS

### 2.1 Domaine d'emploi accepté

Le procédé ISOBILLES / ECOBILLES Application en comble est destiné à l'isolation des bâtiments à usage d'habitation, en neuf ou en existant :

- maisons individuelles unifamiliales isolées,
- maisons jumelées ou en bande,
- bâtiments d'habitations collectives,

Les bâtiments à usage de bureaux, scolaires, hospitaliers, hôteliers, et autres établissements recevant du public (ERP) ne sont pas visés.

Les bâtiments agricoles, industriels, agro-alimentaires ne sont pas visés.

Le procédé est destiné aux bâtiments à faible ou moyenne hygrométrie au sens des DTU N° 43.1 ( $W/n \leq 5 \text{ g/m}^3$ ) normalement chauffés et ventilés. Les locaux de type EA, EB, EB+ 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 nomenclatures des supports pour revêtements muraux intérieurs » sont visés.

Ce procédé est mis en œuvre dans des cavités de plancher haut donnant sur un comble perdu.

Le procédé est associé aux planchers bois ou dérivés de bois.

Le procédé n'est pas destiné à l'isolation thermique ou acoustique de parois horizontales donnant sur l'extérieur. Il ne peut pas être appliqué en sous face de toiture terrasse.

L'isolation des parois inclinées n'est pas visée dans le présent Avis.

Le procédé est mis en œuvre en une seule application : entre solives (plancher bois) ou sur plafonds suspendus.

Les plafonds et planchers présentant des traces d'humidité ou d'infiltration ne peuvent pas être isolés avec ce procédé.

Le procédé n'est pas destiné à rester apparent ;

Lorsqu'un pare-vapeur est requis, le procédé ne pourra être mis en œuvre.

Le procédé ne peut être associé à un autre isolant posé au préalable.

Le procédé s'applique uniquement en climat de plaine (altitude < 900 m).

### 2.2 Appréciation sur le procédé

#### 2.2.1 Aptitude à l'emploi

##### Stabilité

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

En œuvre, le produit ne doit être soumis à aucune charge, ni sollicitations.

##### Sécurité en cas d'incendie

###### Dispositions générales

Ce procédé n'est pas destiné à rester apparent.

Le procédé permet de satisfaire les exigences en vigueur. En particulier, il y a lieu pour l'entreprise de pose de s'assurer de la

conformité des installations électriques avant la mise en œuvre du procédé, et de respecter les prescriptions prévues par le DTU 24.1 en matière de distance de sécurité vis-à-vis des conduits de fumée.

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.

##### Pose en zones sismiques

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

##### Données environnementales

Le procédé ISOBILLES / ECOBILLES Application en comble ne dispose d'aucune déclaration environnementale (DE) et ne peut donc revendiquer aucune performance environnementale particulière.

Il est rappelé que les DE n'entrent pas dans le champ d'examen d'aptitude à l'emploi du procédé.

##### 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.

##### Prévention des accidents lors de la mise en œuvre

Les deux produits en billes de PSE blanc et graphité du procédé ISOBILLES et ECOBILLES Application en comble disposent d'une Fiche de Données de Sécurité (FDS). L'objet de la FDS est d'informer l'utilisateur de ce produit sur les dangers liés à son utilisation et sur les mesures préventives à adopter pour les éviter, notamment par le port d'équipements de protection individuelle (EPI).

##### Isolation thermique

Le respect des exigences règlementaires doit être vérifié au cas par cas au regard des différentes réglementations applicables au bâtiment (Cf. Annexe du présent Avis).

La conductivité et la résistance thermique utile du procédé ECOBILLES/ISOBILLES Application en comble sont définies par :

- pour les billes en PSE graphité (Ecobilles) : Cf. Certificat ACERMI,
- pour les billes en PSE blanc (Isobilles) :
  - $\lambda_{\text{utile}} = 0,048 \text{ W/(m.K)}$ ,
  - $R_{\text{utile}}$  selon le tableau suivant:

Epaisseur (mm)	40	50	60	70	80	90	100	110
R utile (m².K/W) ISOBILLES (PSE blanc)	0,80	1,00	1,25	1,45	1,65	1,85	2,05	2,25

Epaisseur (mm)	120	130	140	150	160	170	180	190	200
R utile (m².K/W) ISOBILLES (PSE blanc)	2,50	2,70	2,90	3,10	3,30	3,50	3,75	3,95	4,15

## Isolation acoustique

Le procédé ISOBILLES / ECOBILLES Application en comble n'a pas fait l'objet de mesures de valeurs d'indices d'affaiblissement acoustique.

La réglementation acoustique (arrêtés du 30 juin 1999 et du 25 avril 2003) impose pour les bâtiments d'habitation, un isolement minimal vis-à-vis du bruit extérieur ( $D_{nT,A,tr} \geq 30$  dB). La conformité à celle-ci est à vérifier en fonction de la performance de chacun des éléments de l'enveloppe ( $R_{A,tr}$  ou  $D_{ne,w} + C_{tr}$  en dB) ainsi que du volume de la pièce de réception.

### Étanchéité

- 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.

## 2.22 Durabilité - Entretien

Le respect des règles indiquées dans les Prescriptions Techniques ci-après permet 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 produit est hydrophobe et perméable à la vapeur d'eau.

La masse volumique en œuvre du procédé doit respecter les spécifications du fabricant afin de s'assurer de la durabilité du remplissage de la paroi et de la performance thermique. La durabilité du remplissage est conditionnée par la tenue mécanique des parois de la cavité.

La spécification nominale pour la masse volumique est de :

- 14 – 17 kg/m<sup>3</sup> pour le produit ISOBILLES,
- 18,5 – 21,5 kg/m<sup>3</sup> pour le produit ECOBILLES.

Cette spécification doit être vérifiée à l'échelle de la paroi (masse totale de l'isolant dans la paroi divisé par le volume isolé).

Le remplissage doit être homogène sur toute la paroi pour éviter toute possibilité de présence de vide et de tassement.

## 2.23 Fabrication et contrôle.

Les produits ECOBILLES / ISOBILLES font l'objet de contrôles internes sur le liant et de vérification de fiche de conformité des matières premières à chaque livraison.

Le produit à base de bille de PSE Graphité fait l'objet de contrôles dans le cadre de la certification ACERMI

## 2.3 Prescriptions Techniques

### 2.31 Conditions de conception

- La vérification de l'état des lieux avant mise en œuvre doit être réalisée par l'entreprise conformément au chapitre 5.1 du Dossier Technique établi par le Demandeur.
- La conception et l'exécution des travaux doivent être conformes au dossier technique notamment du point de vue :
  - Des distances de sécurité autour des conduits de fumée,
  - De la conformité des installations électriques qui seront incorporées dans l'isolation.

### 2.32 Conditions de mise en œuvre

#### Généralités

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

- Le plan de calepinage doit respecter les prescriptions du dossier technique.
- La masse volumique minimale et la masse volumique maximale, selon l'intervalle défini dans le dossier technique.

## Spécifications techniques

### Conduits de fumées

La Norme NF DTU 24.1 prévoit une protection de sécurité incendie qui dépend de la nature et du type de 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

L'applicateur doit s'assurer que les canalisations électriques posées dans les vides de construction sont placées sous conduit non propagateur de la flamme (P).

Se référer à la norme NF C 15 100 (installations à basse tension et équipements).

Les boîtes de dérivation et les autres boîtiers électriques doivent être étanches afin d'éviter la pénétration des billes.

### Spots encastrés et sources ponctuelles de chaleur

La présence de spots encastrés non protégés et donc en contact avec l'isolant peut induire un risque d'échauffement local non maîtrisé.

Les capots de protection n'étant pas prévus dans le DTED, les spots encastrés sont exclus.

Une étiquette avertit l'utilisateur sur les risques d'incendie et rappelle l'interdiction d'installer des spots encastrés.

## 2.33 Assistance technique

La Société INJECT-STYRENE DIFFUSION met en œuvre et distribue son procédé 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.

D'autres corps de métiers sont susceptibles d'intervenir après la mise en œuvre du procédé. Lorsque ce sont les combles qui ont été isolés, le dossier technique prévoit une information de ces autres corps de métiers grâce à une étiquette à mettre en place sur le tableau électrique.

## Conclusions

### Appréciation globale

L'utilisation du procédé ISOBILLES / ECOBILLES Application en comble dans le domaine d'emploi proposé est appréciée favorablement.

### Validité

Jusqu'au 28 février 2020.

*Pour le Groupe Spécialisé n° 20  
Le Président*

---

## 3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

---

- Il s'agit d'une nouvelle demande.
- Les boîtes de dérivation et les autres boîtiers électriques présents dans l'espace à isoler doivent être étanches.
- Le plan de calepinage doit respecter les prescriptions du dossier technique.

*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	Plancher bas donnant sur extérieur ou parking collectif	Plancher bas donnant sur vide sanitaire ou local non chauffé	Plancher bas sur terre-plein
RT ex compensation (arrêté du 8 juin 2008)	$U_p \leq 0,36$	$U_p \leq 0,40$	$R_i \geq 1,7$
RT ex par éléments (arrêté du 3 mai 2007)	$R_T \geq 2,3$ ou $R_T \geq 2^*$	$R_T \geq 2,0$ ou $R_T \geq 1,25^*$	-
RT 2005 (arrêté du 24 mai 2006)	$U_p \leq 0,36$	$U_p \leq 0,40$	$R_i \geq 1,7$
RT 2012 (arrêtés du 26 octobre 2010 et du 28 décembre 2012)	-**	-**	-**

\* Voir modalités de la dérogation dans l'Arrêté du 3 mai 2007.

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

Avec :

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

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

$R_i$  : la résistance thermique totale des isolants thermiques intégrés au plancher (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 procédé définie dans le présent avis.
- $R_c$  : Résistance thermique de la paroi support.

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

- $e_c$  : épaisseur de la paroi m,
- $\lambda_c$  : 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 :

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

Avec :

- $U_p$  = 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  $m^2.K/W$ .
- $\psi_i$  = 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.
- $\chi_j$  = 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. Principe

Procédé d'isolation thermique par l'intérieur des combles par injection de billes de polystyrène expansé avec liant, dans des cavités horizontales, à l'aide de machine pneumatique.

Le produit se nomme ISOBILLES avec les billes de PSE blanc et ECOBILLES avec les billes de PSE graphité.

### 2. Domaine d'application

Le procédé ISOBILLES / ECOBILLES Application en comble est destiné à l'isolation des bâtiments à usage d'habitation, en neuf ou en existant :

- maisons individuelles unifamiliales isolées,
- maisons jumelées ou en bande,
- bâtiments d'habitations collectives,

Les bâtiments à usage de bureaux, scolaires, hospitaliers, hôteliers, et autres établissements recevant du public (ERP) ne sont pas visés.

Les bâtiments agricoles, industriels, agro-alimentaires ne sont pas visés.

Le procédé est destiné aux bâtiments à faible ou moyenne hygrométrie au sens des DTU N° 43.1 ( $W/n \leq 5 \text{ g/m}^3$ ) normalement chauffés et ventilés. Les locaux de type EA, EB, EB+ 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 nomenclatures des supports pour revêtements muraux intérieurs » sont visés.

Ce procédé est mis en œuvre dans des cavités de plancher haut donnant sur un comble perdu.

Le procédé est associé aux planchers bois ou dérivés de bois.

Le procédé n'est pas destiné à l'isolation thermique ou acoustique de parois horizontales donnant sur l'extérieur. Il ne peut pas être appliqué en sous face de toiture terrasse.

L'isolation des parois inclinées (rampants) n'est pas visée.

Le procédé est mis en œuvre en une seule application : entre solives (plancher bois) ou plafonds suspendus ;

Les plafonds et planchers présentant des traces d'humidité ou d'infiltration ne peuvent pas être isolés avec ce procédé.

Le procédé n'est pas destiné à rester apparent ;

Lorsqu'un pare-vapeur est requis, le procédé ne pourra être mis en œuvre.

Le procédé ne peut être associé à un autre isolant posé au préalable ; Le procédé s'applique uniquement en climat de plaine (altitude < 900 m).

### 3. Produit

#### 3.1 Caractéristiques du produit

Le produit est composé de billes de polystyrène et d'un liant acrylique.

Deux types de bille sont utilisés :

- soit billes de PSE blanc (produit ISOBILLES)
- soit des billes de PSE graphité (produit ECOBILLES).

Le procédé de mise en œuvre est identique pour les deux types de billes.

La masse volumique et la conductivité thermique du produit mis en œuvre diffèrent selon le type de bille choisi.

Quel que soit le type de bille utilisé, la composition du produit, PSE blanc ou graphité, à température ambiante est la suivante :

- 99,45 (+/- 0,05) % en volume de bille,
- 0,55 (+/- 0,05) % en volume de liant.

Les billes de polystyrène sont livrées par un fournisseur extérieur, lié par contrat avec la société INJECT-STYRENE DIFFUSION.

Le contrat liant les deux parties établit les caractéristiques suivantes :

- Nom du fabricant,
- Usine(s) de fabrication des billes,

- Caractéristiques techniques des billes (type, granulométrie de 1 à 2,5 mm de diamètre pour les billes graphités et granulométrie de 1,5 à 2,5 mm de diamètre pour les billes blanches, caractéristique d'expansion, ...).

La société INJECT-STYRENE DIFFUSION établit elle-même le dosage du liant utilisé dans ce procédé. La composition de ce liant fait l'objet d'une fiche technique remise au CSTB.

Le fabricant dispose d'une Fiche Données Sécurité (FDS) conformément à l'Annexe 2 du règlement Reach. Ce document est disponible sur le site internet du fabricant à l'adresse [www.inject-styrene.com](http://www.inject-styrene.com).

#### 3.2 Caractéristiques techniques

Le procédé n'est pas Marqué CE.

Les caractéristiques techniques du procédé sont mentionnées dans le tableau ci-dessous, en fonction du type de billes utilisé:

	ISOBILLES (blanc)	ECOBILLES (graphité)
Gamme d'épaisseur (mm)	40 à 300	
Plage de masse volumique (Kg/m <sup>3</sup> )	14 - 17	18,5 – 21,5
Conductivité thermique utile (W/m.K)	0,048	Cf. Certificat ACERMI
Réaction au feu	NPD	

**Tableau 1 : Caractéristiques techniques des produits ISOBILLES et ECOBILLES**

Le produit ISOBILLES n'est pas certifié alors que le produit ECOBILLE est certifié ACERMI.

#### 3.3 Marquage du produit

Le procédé est constitué d'un lot comprenant les billes de PSE et le liant. Ces 2 constituants (billes et liant) ne peuvent pas être vendus séparément.

- Les billes de PSE portent sur leur sac les informations suivantes :
  - Numéro d'ordre de fabrication.
  - Volume du sac.
- Le liant est vendu avec les informations suivantes :
  - Numéro de lot.
  - Poids de vente.
  - Date d'expiration (date à laquelle il n'est plus conseillé d'utiliser le liant).

De plus, les DPM rappellent :

- Le nom du procédé.
- Le numéro d'Avis Technique.
- La classe d'émissions de polluants volatils.

#### 3.4 Conditionnement

- Les billes :
  - Emballage : sac polyéthylène de 500 litres.
  - Dimensions sacs : diamètre 107 cm x h 150 cm.
  - Stockage : à l'abri des intempéries, des UV et des sources de chaleur.
- Le liant :
  - Emballage : bidons translucides 20 litres.
  - Stockage : à l'abri du gel.

## 4. Fabrication et contrôles

### 4.1 Fabrication

L'unité de production se compose de deux entités :

- Le fournisseur de billes avec cinq sites de productions,
- La société INJECT-STYRENE DIFFUSION avec une unité de production du liant à partir de mélange de différents constituants.
- L'unité de production est auditée dans le cadre de la certification ACERMI.

## 4.2 Contrôles en usine chez la société INJECT STYRENE DIFFUSION

### Contrôles sur les billes à réception

Les caractéristiques des billes utilisées par la société INJECT-STYRENE DIFFUSION pour le procédé ISOBILLES / ECOBILLES Application en comble font l'objet d'un contrat entre le titulaire de l'Avis Technique (INJECT-STYRENE DIFFUSION) et le fabricant des billes. Une copie du contrat est conservée au CSTB.

Les sacs de billes doivent être étiquetés par le fournisseur. Ces étiquettes doivent mentionner :

- Nom et adresse de l'usine de fabrication,
- Numéro de lot des billes,
- Nom du produit (ISOBILLES / ECOBILLES),
- Numéro du présent Avis Technique,
- Affichage sanitaire sur les émissions de Composés Organiques Volatils (COV).

En outre, les billes délivrées à la société INJECT-STYRENE DIFFUSION font l'objet d'un certificat fournisseur sur les caractéristiques suivantes :

- Nom du fabricant,
- Usine de fabrication,
- Type de billes,
- Granulométrie,
- Masse volumique des billes,
- Poids des big-bags de billes.

Une copie des certificats délivrés par les fournisseurs est conservée par la société INJECT-STYRENE DIFFUSION dans ses registres.

### Contrôles sur le liant

Le liant du procédé ISOBILLES / ECOBILLES Application en comble est fabriqué dans l'usine de la société INJECT-STYRENE DIFFUSION aux SALLES DU GARDON (30).

Les contrôles effectués sur le liant à chaque lot de fabrication sont les suivants :

- Test de viscosité (méthode interne),
- Test d'adhésivité (méthode interne).

### Contrôles externe

- Le produit ECOBILLES graphité fait l'objet d'un contrôle et suivi par l'ACERMI.

## 4.3 Contrôles lors de la mise en œuvre du procédé

Avant la mise en œuvre du procédé ISOBILLES / ECOBILLES Application en comble, les contrôles suivants sont effectués :

- Réglage du débit du liant (5L de liant pour 1 000 L de billes),
- Réglage du débit des billes.
- Avant injection dans la paroi, un contrôle est effectué dans un caisson prévu à cet effet :
  - vérifier la masse volumique du produit.
  - vérifier visuellement l'aspect du produit.
- Après injection dans la paroi, un bilan est effectué par vérification de la masse volumique globale : calcul de de la quantité prévue de billes et de liant utilisé dans l'ouvrage.

## 5. Opérations préalables à la mise en œuvre

Le procédé ne doit pas être mis en œuvre lorsque la température ambiante est inférieure à 0°C ou supérieure à 45°C.

Lorsqu'un pare-vapeur est requis selon le *cahier du CSTB n°3647*, le procédé ne pourra être mis en œuvre.

Avant acceptation du chantier, il convient de vérifier que les parements et l'épaisseur de la cavité à isoler sont conformes au tableau D1 en annexe. Toute autre configuration est exclue.

### 5.1 Reconnaissance et préparation du chantier

La reconnaissance et la préparation du chantier se font conformément aux préconisations décrites ci-dessous :

#### Constitution de la paroi

- La couverture est en bon état.
- La mise en œuvre de la paroi à isoler est conforme aux DTU en vigueur. Elle est constituée d'une seule cavité fermée ou d'un ensemble de cavités séparées et fermées (exemple : cavités séparées par des solives).

- La paroi inférieure (plafond) doit être continue, sans trous ni fentes. De plus, elle doit pouvoir supporter les charges supplémentaires dues à l'isolation.
- Les parois des cavités sont exemptes de traces d'humidité résultant d'infiltrations ou de remontées capillaires.
- La plaque de plâtre horizontale doit arriver jusqu'au gros œuvre.

#### Dimension des cavités

La multiplicité des cavités, source de ponts thermiques, est à prendre en compte pour la détermination de la performance globale de la paroi.

#### Éléments en communication avec les cavités

- Les pourtours des cavités à isoler ne doivent pas présenter d'ouvertures supérieures à 3 mm: taille des billes de polystyrène.
- Il est impératif de s'assurer que les billes de polystyrène ne puissent pas pénétrer dans le système de ventilation. Dans le cas contraire, le système de ventilation devra être étanché.

#### Éléments situés à l'intérieur des cavités

- 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. Lors de la visite technique avec caméra optique, il convient d'identifier et repérer les passages des gaines techniques (électricité, sanitaire, chauffage ...). Lors de la préparation de l'injection, ce repérage permet de ne pas sectionner les gaines techniques lors du perçage des parois
- Les canalisations électriques posées dans les vides de construction sont placées sous conduit non propagateur de flamme (P).
- La norme NF DTU 24.1 prévoit une protection de sécurité incendie qui dépend de la nature et du type de conduit de fumée ainsi que de sa classe en température. Il convient de respecter en tout point ces dispositions relatives à la distance de sécurité.
- Selon les dispositions de la norme NFC 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).

Le cas échéant, des caissons ignifugés sont à créer conformément aux exigences induites par les caractéristiques des appareils. Cela peut nécessiter la dépose locale du plafond.

#### Inspection de la cavité à isoler

Avant chaque mise en œuvre, une inspection de la cavité à isoler est systématiquement réalisée à l'aide d'une caméra optique. Cette inspection permet de déterminer l'épaisseur de la paroi et les éventuels objets se trouvant à l'intérieur (gaines électriques, tuyauteries, autres).

#### Plan de calepinage des trous d'injection

Avant mise en œuvre du procédé ISOBILLES / ECOBILLES Application en comble, la paroi à isoler doit être percée selon les indications données en annexe D2 du présent Dossier Technique.

#### Traitement des éléments dégageant de la chaleur

Le procédé ne doit pas être en contact direct avec des éléments pouvant dégager de la chaleur tels que les conduits de fumées ou hottes d'aspiration, les bobines, les transformateurs, les moteurs.

Pour les cheminées, la distance de sécurité entre l'élément chaud et l'isolant doit respecter les exigences du DTU 24.1. Cela peut nécessiter la dépose locale du plafond.

#### Traitement des dispositifs d'éclairage encastrés

La société INJECT STYRENE DIFFUSION interdit la mise en œuvre de son procédé avec des spots encastrés, même lorsqu'ils sont protégés par des capots.

#### Traitement des dispositifs électriques

- En travaux neufs, il convient de respecter les prescriptions du DTU 70-1 relatives aux installations électriques.
- En réhabilitation, on doit s'assurer du bon état de l'installation électrique et de sa conformité à la norme NF C 15-100.

Les gaines électriques doivent être posées conformément à la norme NF C 15-100.

## 5.2 Equipement

La mise en œuvre du procédé est réalisée à l'aide d'une machine pneumatique permettant l'application du produit selon la technique d'injection, avec approvisionnement indépendant des billes PSE et du liant.

La machine est développée et vendue aux applicateurs par la société INJECT-STYRENE DIFFUSION. Aucune autre machine ne peut être utilisée.

Les réglages du débit de liant et de bille sont manuels et doivent faire l'objet d'une vérification avant usage.

### 5.3 Plafond

Le plafond doit être mis en œuvre conformément au DTU 25.41 ou à son Avis Technique associé le cas échéant.

Il a lieu de vérifier que les charges supplémentaires de l'isolant aient été prises en compte.

---

## 6. Mise en œuvre

---

### 6.1 Principe

Le procédé d'isolation thermique ISOBILLES / ECOBILLES Application en comble est utilisé pour le remplissage par injection, à l'aide d'une machine pneumatique, de billes de avec liant agglomérées in situ.

Le principe consiste à injecter des billes de polystyrène (PSE blanc ou PSE gris) avec liant, en une seule application, à l'aide d'une machine pneumatique, à travers des orifices percés dans la paroi à isoler. Le plan de calepinage des trous d'injection est décrit en Annexe D2.

La réalisation de l'isolation est effectuée en sous face de plancher, à travers le plafond. Pour les planchers bois, il est possible d'injecter par le dessus du plancher.

Des trous d'injection de diamètre 22 mm sont réalisés dans la paroi où est injecté le procédé.

L'opérateur utilise un pistolet avec 2 circuits distincts : l'un pour les billes de PSE et l'autre pour le liant, qui est pulvérisé sur les billes avant qu'elles ne pénètrent dans la cavité à remplir.

L'injection s'arrête dès que la pression d'injection à l'intérieur de la paroi atteint 0,2 bar.

L'agglomérat ainsi formé met entre 2 et 8 jours à durcir (fonction de l'épaisseur, du taux d'humidité dans l'air et de la température intérieure et extérieure).

### 6.2 Caractéristiques de l'isolation

#### Epaisseur

La détermination de l'épaisseur d'isolant à injecter est déterminée en début de chantier. Elle doit être conforme à la gamme d'utilisation du procédé, soit entre 40 et 300 mm.

#### Résistance thermique

La résistance thermique est déterminée en fonction de l'épaisseur de produit posé et de la conductivité thermique utile.

### 6.3 Configurations de mise en œuvre

L'isolation peut être réalisée par le dessus en perçant le plancher bois ou par-dessous en perçant le plafond.

L'isolation au-dessus du plancher n'est pas prévue (nécessité de créer des plénums).

Le procédé ne peut être associé à un autre isolant posé au préalable au-dessus du plancher.

L'isolation est faite entre le plafond suspendu et le plancher ou entre les solives.

L'épaisseur minimale à injecter dépend du type des parois (voir tableau en annexe).

### 6.4 Rebouchage des trous d'injection

Les trous seront bouchés avec le matériau adapté :

- Enduit de bouchage pour les parois en plâtre, plaque de plâtre.
- Bouchon en liège ou bois collé pour les parois en bois et dérivé.

### 6.5 Vérifications sur chantier après injection

#### Vérification de la masse volumique

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

- De la consommation de produit ;
- Du volume isolé.

#### Vérification de l'homogénéité de l'isolant

L'homogénéité de l'isolation est assurée par le respect du plan de calepinage décrit dans l'Annexe D2.

---

## 7. Suivi chantier

---

Une fiche de chantier doit être utilisée par le poseur. Cette fiche type rappelle 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.

---

## 8. Information intervenants ultérieurs

---

Une étiquette signalétique doit être appliquée sur les tableaux électriques à destination des futurs corps de métiers intervenant dans le bâtiment et des occupants des locaux où a été appliqué le procédé.

Cette étiquette doit expliquer les risques d'incendies et les bons gestes concernant la pose d'éléments électriques ou dégagant de la chaleur (ex : interdiction d'installer des spots encastrés).

---

## 9. Assistance technique

---

La Société INJECT-STYRENE DIFFUSION met en œuvre et distribue son procédé à des entreprises spécialisées dans ce domaine.

La Société INJECT-STYRENE DIFFUSION 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.

D'autres corps de métiers sont susceptibles d'intervenir après la mise en œuvre du procédé. Lorsque ce sont les combles qui ont été isolés, le dossier technique prévoit une information de ces autres corps de métiers grâce à une étiquette à mettre en place sur le tableau électrique.

---

## 10. 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 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

- Conductivité thermique : rapport d'essai CSTB N°EMI 14-26051974 daté du 07/07/2014.
- Capacité à développer la corrosion : rapport d'essai CSTB de corrosion selon la norme NF EN 15101-1 Annexe E.
- Rapport Carnot CSTB sur la répartition de la masse volumique dans des parois creuses : rapport d'essai N°14-61 daté du 17/02/2015.
- Emission de Composés Organiques Volatils (COV) : Rapport Bureau Véritas d'Analyse N°D-071114-10807 effectué le 15/12/2014.

## C. Références

### - C1. Données Environnementales et Sanitaires <sup>1</sup>

Le procédé ISOBILLES / ECOBILLES Application en comble 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

L'expérience acquise depuis 2009 est basée sur la mise en œuvre de plus de 50 000 m<sup>2</sup>.

---

<sup>1</sup> Non examiné par le Groupe Spécialisé dans le cadre de cet AVIS.



## D. Annexes

### D1. Tableau de l'épaisseur minimale à injecter en fonction du type des parois – planchers hauts uniquement

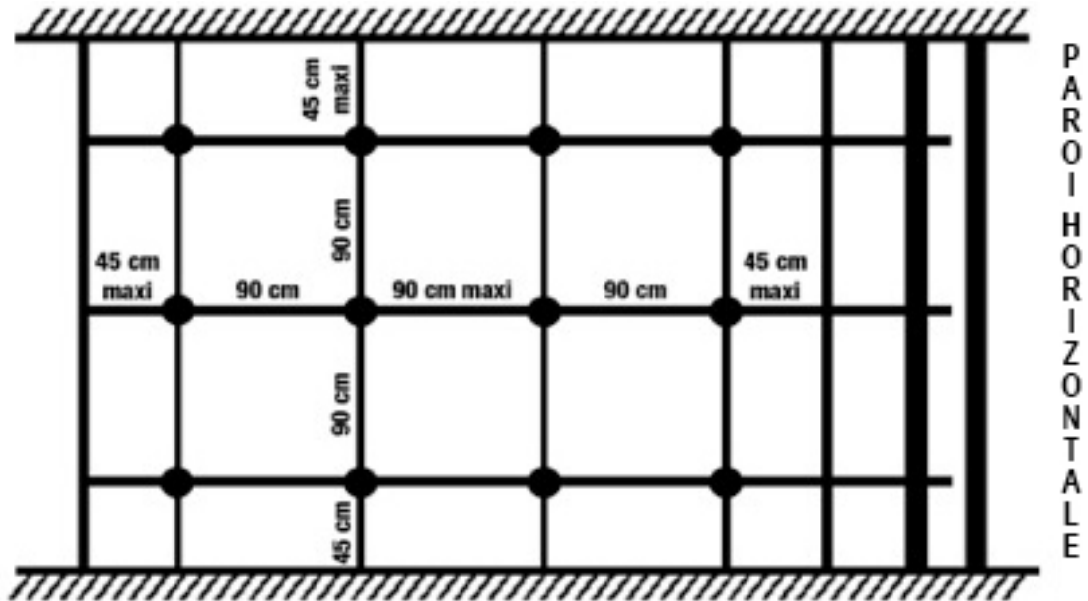
Type de paroi supérieure de la cavité à injecter	Type de paroi inférieure de la cavité à injecter	Epaisseur minimale de produit à injecter
Panneaux de bois (hors feuillus) ou dérivés de bois de type OSB ou panneaux de particules épaisseur 15 mm	Plaques de plâtre cartonnées d'épaisseur minimale de 12,5 mm	150 mm
	Panneaux de particules ligno-cellulosiques agglomérées de masse volumique supérieure ou égale à 600 kg/m <sup>3</sup> et ignifugés dans la masse, classés M1 ou M2 d'épaisseur minimale de 10 mm	40 mm
	Panneaux de particules ligno-cellulosiques agglomérées de masse volumique supérieure ou égale à 600 kg/m <sup>3</sup> , classés M3 ou M4 d'épaisseur minimale de 12 mm	40 mm
	Panneaux contreplaqués, ignifugés dans la masse, classés M1 ou M2 d'épaisseur minimale de 12 mm	40 mm
	Panneaux contreplaqués, classés M3 ou M4 d'épaisseur minimale de 14 mm	40 mm
Panneaux de bois (hors feuillus) ou dérivés de bois de type OSB ou panneaux de particules épaisseur 22 mm	Plaques de plâtre cartonnées d'épaisseur minimale de 12,5 mm	220 mm
	Panneaux de particules ligno-cellulosiques agglomérées de masse volumique supérieure ou égale à 600 kg/m <sup>3</sup> et ignifugés dans la masse, classés M1 ou M2 d'épaisseur minimale de 10 mm	80 mm
	Panneaux de particules ligno-cellulosiques agglomérées de masse volumique supérieure ou égale à 600 kg/m <sup>3</sup> , classés M3 ou M4 d'épaisseur minimale de 12 mm	80 mm
	Panneaux contreplaqués, ignifugés dans la masse, classés M1 ou M2 d'épaisseur minimale de 12 mm	40 mm
	Panneaux contreplaqués, classés M3 ou M4 d'épaisseur minimale de 14 mm	40 mm
Plancher bois feuillus ou panneaux contreplaqués	Panneaux contreplaqués, ignifugés dans la masse, classés M1 ou M2 d'épaisseur minimale de 12 mm et d'épaisseur supérieure ou égale à la paroi supérieure	40 mm
	Panneaux contreplaqués, classés M3 ou M4 d'épaisseur minimale de 14 mm et d'épaisseur supérieure ou égale à la paroi supérieure	40 mm
	Autre type de paroi inférieure	Exclus
Plancher béton ou maçonnés	-	Exclus

A l'exclusion de toute autre configuration.

Les revêtements doivent être conformes au Guide de l'isolation thermique par l'intérieur des bâtiments d'habitation du point de vue des risques en cas d'incendie (Cahiers du CSTB, Cahier 3231, juin 2000).

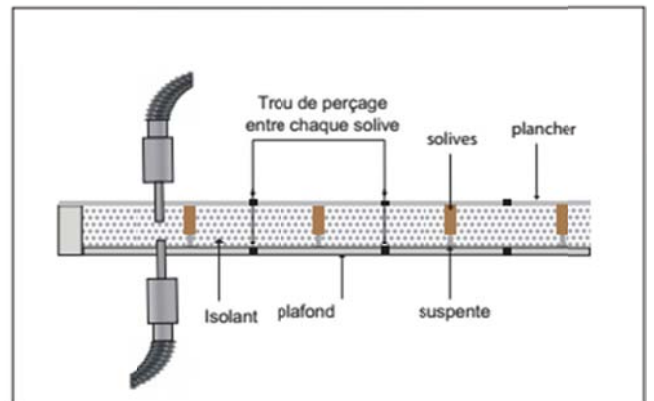
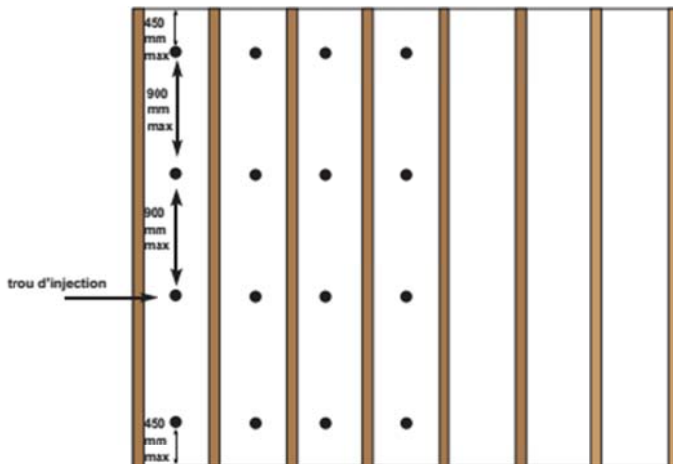
## D2. Schémas de percement des trous d'injection

A titre d'exemple.

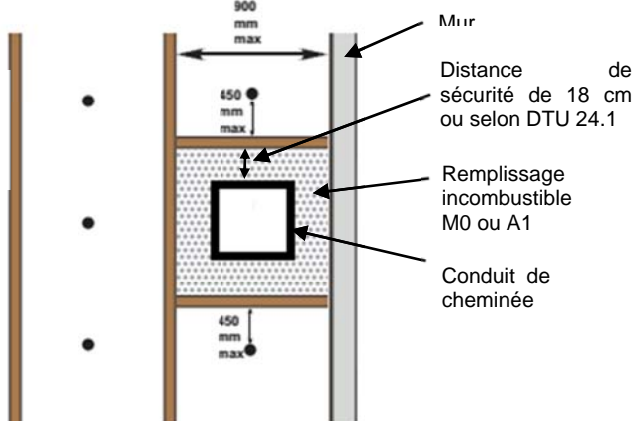


CALEPINAGE DE TROUS POUR INJECTION  
DANS PLANCHER

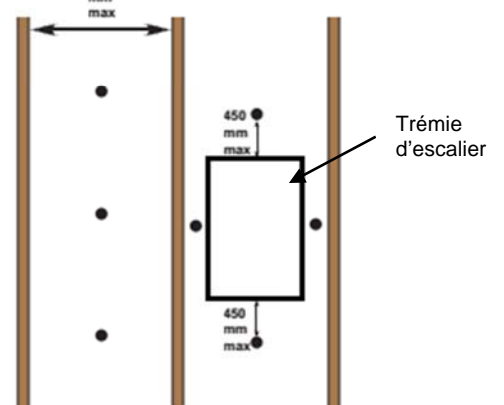
INJECTION PAR DESSUS  
OU  
INJECTION PAR DESSOUS



Injection en cas  
de traversée de  
cheminée



Injection en cas de traversée de  
trémie d'escalier



### D3. Fiche de chantier

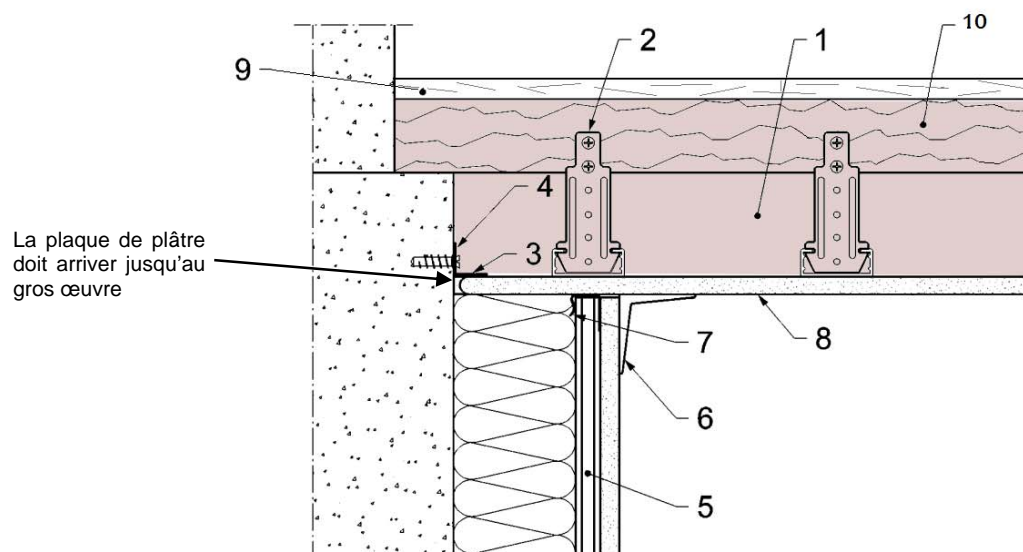


### FICHE DEVISITE CHANTIER

ÉPAISSEUR MINIMALE : 4 CM

DATE :		NOM DU CLIENT :					
TECHNICIEN :		ADRESSE DE POSE :		TEL : E-MAIL :			
TYPE DE MAISON		ANNEE CONSTRUCTION :		ISOLATION EXISTANTE			
PLAIN PIED		TYPE DE PAROI <input type="checkbox"/> plancher haut	NON <input type="checkbox"/>				
R+1							
R+2							
HABITÉE							
ENTRAVAUX							
TYPE DE PLAFOND →		BRIQUE PLATRIÈRE ... <input type="checkbox"/>	MONTAGE ENTRE AXES →	<b>AUX GAINES TECHNIQUES ÉLECTRIQUES</b> <b>NE PAS FAIRE SI SPOTS ENCASTRES</b>			
		PLAQUES DE PLATRE <input type="checkbox"/>				90	
		LAMBRIS ..... <input type="checkbox"/>				60	
		AUTRES ..... <input type="checkbox"/>				40 OU .....	
ESTIMATION VIDE DANS LE DOUBLAGE		.....CM					
POSSIBILITÉS D'INJECTIONS : PAROI HORIZONTALE  HORIZONTALE		SURFACE TOTALE			GRILLE D'AÉRATION OUI NON		
		PAROI HORIZONTALE OU INCLINÉE	LARGEUR	HAUT./LONG	TOTAL	ACCESSIBILITÉ CHANTIER	
		1				PARKING	DEVANT
		2					À ..... MÈTRES
		3				ACCES CAMION	DEVANT
		4					À ..... MÈTRES
		5				N° lot de liant	
6				N° lot de bille			
TOTAL				ESTIMATIF CONSOMMATION			
PRIX	CET ATEC NE VISE QUE LES PAROIS HORIZONTALES				Isobille ..... M3 Écobille ..... M3 Liant ..... Litres		
Signature Client		Signature Applicateur					

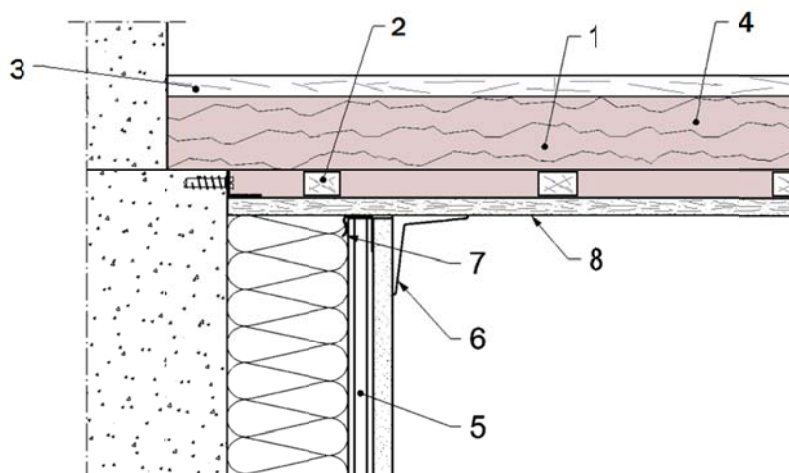
#### D4. Injection en plancher bois (du dessus ou du dessous)



#### Légende

- |   |   |    |                     |
|---|---|----|---------------------|
| 1 | Procédé d'isolation ISOBILLES / ECOBILLES | 6  | Traitement de joint |
| 2 | Suspente                                  | 7  | Rail de fourrure    |
| 3 | Mastic ou bourrage                        | 8  | Plaque de plâtre    |
| 4 | Cornière                                  | 9  | Plancher bois       |
| 5 | Fourrure                                  | 10 | Solive              |

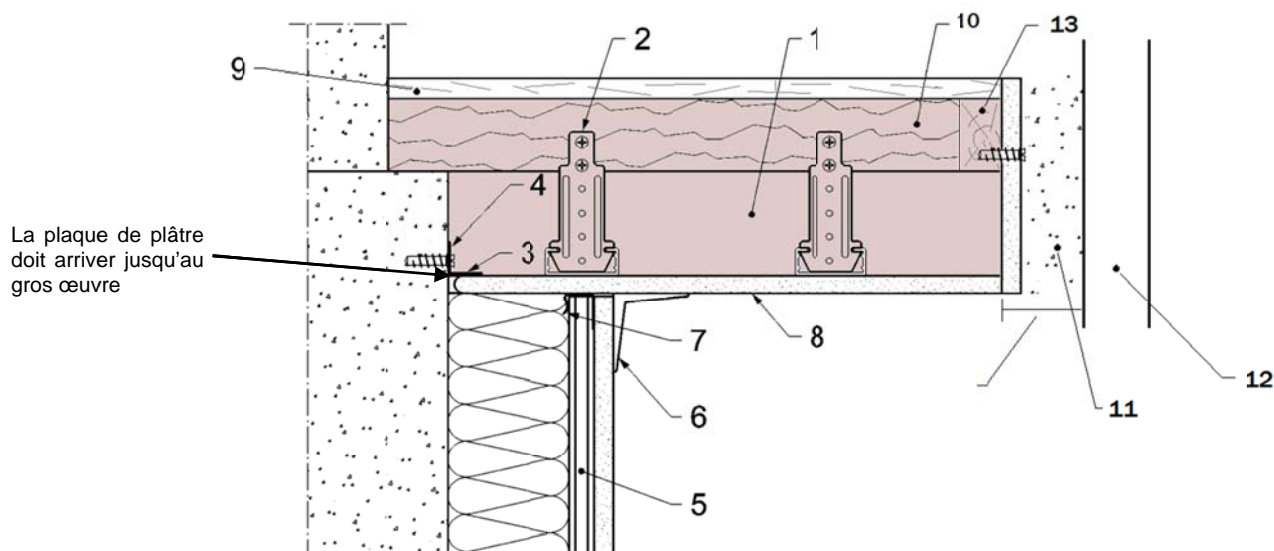
### D5. Exemple avec plafond panneaux de particules



#### Légende

- |   |                                 |
|---|---------------------------------|
| 1 Procédé d'isolation ISOBILLES / ECOBILLES | 6 Traitement de joint           |
| 2 Tasseau bois                              | 7 Rail de fourrure              |
| 3 Plancher bois                             | 8 Plafond panneau de particules |
| 4 Solive                                    |                                 |
| 5 Fourrure                                  |                                 |

### D6. Exemple avec traversée de cheminée



#### Légende

- |   |                       |  |
|---|-----------------------|--|
| 1 Procédé d'isolation ISOBILLES / ECOBILLES | 6 Traitement de joint | 11 Remplissage matériau incombustible M0 ou A1 |
| 2 Suspente                                  | 7 Rail de fourrure    | 12 Cheminée                                    |
| 3 Mastic ou bourrage                        | 8 Plaque de plâtre    | 13 Chevêtre                                    |
| 4 Cornière                                  | 9 Plancher bois       |  |
| 5 Fourrure                                  | 10 Soive              |  |