

Sur le procédé

## **ECOBILLES – Application en parois verticales**

**Titulaire :** Société INJECT-STYRENE DIFFUSION  
Internet : [www.inject-styrene.com](http://www.inject-styrene.com)

**Distributeur :** Société INJECT-STYRENE DIFFUSION  
Internet : [www.inject-styrene.com](http://www.inject-styrene.com)

**Descripteur :**

« ECOBILLES - Application en parois verticales » est un procédé d'isolation thermique de remplissage de cavités verticales par injection de billes de polystyrène graphité expansé avec liant.

La gamme d'épaisseur est de 40 à 200 mm.

Le procédé est uniquement installé à l'aide d'une machine pneumatique spécifique définie au § 2.9.3 du Dossier Technique. Il peut être mis en œuvre soit côté intérieur soit côté extérieur.

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

**Famille de produit/Procédé :** Isolation thermique de mur par projection in situ de polystyrène

## AVANT-PROPOS

Les Avis Techniques et les Documents Techniques d'Application sont destinés à mettre à disposition des acteurs de la construction des éléments d'appréciation sur la façon de concevoir et de construire des ouvrages au moyen de produits ou procédés de construction dont la constitution ou l'emploi ne relèvent pas des savoir-faire et pratiques traditionnels.

Au terme d'une évaluation collective, l'avis technique de la commission se prononce sur l'aptitude à l'emploi des produits ou procédés relativement aux exigences réglementaires et d'usage auxquelles l'ouvrage à construire doit normalement satisfaire.

## Versions du document

Version	Description	Rapporteur	Président
V2	Cette version intègre les modifications suivantes : - Séparation des produits ISOBILLES et ECOBILLES dans 2 Avis Techniques distincts	Hafiane CHERKAOUI	Yves SPAETH ELWART

## Table des matières

1.	Avis du Groupe Spécialisé .....	5
1.1.	Définition succincte .....	5
1.1.1.	Description succincte .....	5
1.1.2.	Identification .....	5
1.2.	AVIS.....	5
1.2.1.	Domaine d'emploi accepté .....	5
1.2.2.	Appréciation sur le procédé .....	6
1.2.3.	Prescriptions Techniques .....	7
1.3.	Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé .....	8
1.4.	Annexes de l'Avis du Groupe Spécialisé.....	9
1.4.1.	Rappel des exigences spécifiques de la réglementation thermique .....	9
1.4.2.	Rappel des règles de calcul applicables .....	9
2.	Dossier Technique.....	10
2.1.	Données commerciales .....	10
2.1.1.	Coordonnées .....	10
2.2.	Description .....	10
2.3.	Domaine d'emploi .....	10
2.3.1.	Type de bâtiments.....	10
2.3.2.	Type de locaux.....	10
2.3.3.	Type de murs .....	10
2.3.4.	Type de parement .....	11
2.4.	Éléments et matériaux.....	11
2.4.1.	Caractéristiques du produit.....	11
2.4.2.	Caractéristiques techniques .....	11
2.5.	Fabrication .....	11
2.6.	Contrôles de fabrication .....	11
2.6.1.	Contrôles en usine chez la Société INJECT-STYRENE DIFFUSION .....	11
2.6.2.	Contrôles lors de la mise en œuvre.....	12
2.7.	Identification du produit.....	12
2.7.1.	Conditionnement .....	12
2.7.2.	Marquage .....	12
2.8.	Fourniture et assistance technique .....	13
2.9.	Opérations préalables à la mise en œuvre .....	13
2.9.1.	Reconnaissance et préparation du chantier .....	13
2.9.2.	Pare-vapeur.....	13
2.9.3.	Équipement .....	13
2.10.	Mise en œuvre .....	13
2.10.1.	Principe.....	13
2.10.2.	Caractéristiques de l'isolation .....	14
2.11.	Suivi de chantier .....	14
2.12.	Information intervenants ultérieurs .....	14
2.13.	Résultats expérimentaux.....	14
2.14.	Références .....	15
2.14.1.	Données Environnementales .....	15
2.14.2.	Autres références .....	15
2.15.	Annexes du Dossier Technique.....	16

2.15.1.	Annexe 1 : Figures du Dossier Technique .....	16
2.15.2.	Annexe 2 : Fiche de chantier.....	18
2.15.3.	Annexe 3 : Étiquette signalétique du tableau électrique.....	18

# 1. Avis du Groupe Spécialisé

Le Groupe Spécialisé n° 20 - Produits et procédés spéciaux d'isolation de la Commission chargée de formuler les Avis Techniques a examiné, le 26 janvier 2021, le procédé **ECOBILLES - Application en parois verticales**, présenté par la Société INJECT-STYRENE DIFFUSION. Il a formulé, sur ce procédé, l'Avis Technique ci-après. L'avis a été formulé pour les utilisations en France métropolitaine.

---

## 1.1. Définition succincte

### 1.1.1. Description succincte

« ECOBILLES - Application en parois verticales » est un procédé d'isolation thermique de remplissage de cavités verticales par injection de billes de polystyrène graphité expansé avec liant.

La gamme d'épaisseur est de 40 à 200 mm.

Le procédé est uniquement installé à l'aide d'une machine pneumatique spécifique définie au § 2.9.3 du Dossier Technique. Il peut être mis en œuvre soit côté intérieur soit côté extérieur.

Le procédé « ECOBILLES - Application en parois verticales » ne peut être commercialisé et mis en œuvre que par un applicateur dûment autorisé à cet effet par la Société INJECT-STYRENE DIFFUSION.

### 1.1.2. Identification

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.

---

## 1.2. AVIS

### 1.2.1. Domaine d'emploi accepté

#### 1.2.1.1. Type de Bâtiments

Le procédé « ECOBILLES - Application en parois verticales » est destiné à l'isolation, en neuf ou en existant, des bâtiments d'habitation individuelle ou collective.

Les constructions à ossature bois, les façades à ossature bois, les Etablissements Recevant du Public (ERP) et les locaux industriels ne sont pas visés par cet Avis Technique.

Le procédé s'applique uniquement en climat de plaine.

#### 1.2.1.2. Type de locaux

Le procédé est mis en œuvre dans des locaux à faible ou moyenne hygrométrie au sens de la norme NF DTU 20.1, ainsi que dans des locaux classés au plus EB+ privatif 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 ».

#### 1.2.1.3. Type de murs

Ce procédé est mis en œuvre dans des murs creux ou cavités constitués de :

- Parois extérieures en murs maçonnes conformes à la norme NF DTU 20.1 ou en béton banché conformes au DTU 23.1.
- Parements intérieurs en contre-cloison :
  - maçonnerie (NF DTU 20.13) ou carreaux de plâtre (NF DTU 25.31) ;
  - en plaque de plâtre sur ossature (NF DTU 25.41).

Le mur ainsi isolé constitue une paroi de type IIa au sens de la norme NF DTU 20.1 et une paroi de type II au sens du DTU 23.1.

L'injection du produit ECOBILLES dans des cavités nouvellement créées sur mur support existant ou neuf est réalisée conformément au *Cahier du CSTB 3723* de novembre 2012.

L'injection du produit ECOBILLES dans des cavités existantes est réalisée conformément au *Bulletin Avis Techniques 272-2* de septembre 1986.

La mise en œuvre par l'extérieur, en rénovation, n'est visée qu'en association avec des travaux de ravalement incluant la mise en œuvre d'un revêtement d'imperméabilité conforme à la norme NF DTU 42.1. Ceci exclue donc la mise en œuvre sur maçonnerie non enduite.

Les murs présentant des traces d'humidité ou de remontées d'humidité par capillarité ne peuvent pas être isolés avec ce procédé.

#### 1.2.1.4. Type de parement

Les parements intérieurs utilisés doivent répondre aux critères du Guide Technique « Guide de l'isolation par l'intérieur des bâtiments d'habitation du point de vue des risques en cas d'incendie » de janvier 2016.

### 1.2.2. Appréciation sur le procédé

#### 1.2.2.1. Satisfaction aux lois et règlements en vigueur et autres qualités d'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

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 auprès du Maître d'Ouvrage de la conformité des installations électriques avant la pose de l'isolant, et de respecter les prescriptions des normes NF DTU 24.1 et NF DTU 24.2 et de l'*e-cahier du CSTB 3816* relatives à la distance minimale vis-à-vis des conduits de fumée.

La conception de l'ouvrage intégrant le procédé doit respecter les exigences de la réglementation incendie relatif aux bâtiments d'habitations (Guide de l'isolation par l'intérieur des bâtiments d'habitation du point de vue des risques en cas d'incendie de Janvier 2016).

Le produit ECOBILLES ne dispose pas d'une Euroclasse de réaction au feu : il est considéré NPD.

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

Le produit ECOBILLES dispose 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).

##### 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.

##### Isolation thermique

La conductivité et la résistance thermique utile du procédé « ECOBILLES - Application en parois verticales » sont définies par le Certificat ACERMI n° 16/210/1178.

##### Acoustique

Les performances acoustiques du procédé « ECOBILLES – Application en parois verticales » n'ont pas été évaluées.

##### 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.

##### Données environnementales

Le produit ECOBILLES ne dispose d'aucune déclaration environnementale (DE) et ne peuvent 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 produits pouvant contenir des 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.

#### 1.2.2.2. Durabilité - Entretien

Le respect des règles indiquées dans le § 1.2.3 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 de l'Avis Technique 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 18,5 – 21,5 kg/m<sup>3</sup>.

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

Dès lors que la cavité a été inspectée et a une épaisseur minimale de 4 cm, le mode de mise en œuvre permet un remplissage homogène et permet d'éviter les vides et le tassement du produit.

### 1.2.2.3. Fabrication et contrôle

Le produit ECOBILLES fait l'objet de contrôles internes sur le liant et de vérification de certificat de conformité des matières premières à chaque livraison.

Le produit fait également l'objet de contrôles dans le cadre de la certification ACERMI.

### 1.2.2.4. Mise en œuvre

Elle ne présente pas de difficulté particulière. Elle nécessite du soin notamment pour le positionnement précis de l'ensemble des constituants et le traitement des points singuliers.

### 1.2.2.5. 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.4412-1 à R.4412-160 du Code du travail ;
- Fiche pratique de sécurité FT129 de l'Institut National de Recherche et Sécurité (INRS).Aération et assainissement des locaux :
  - Art R.4222-1 à R.4222-26 du Code de travail,
  - Circulaire du ministre du travail du 9 mai 1985,
  - Arrêtés des 8 et 9 octobre 1987 (JO du 22 octobre 1987) et du 24 décembre 1993 (JO du 29 décembre.1993) relatifs aux contrôles des installations.

## 1.2.3. Prescriptions Techniques

### 1.2.3.1. Conditions de conception

La vérification de l'état des lieux avant mise en œuvre doit être réalisée par l'entreprise conformément au :

- Chapitre 4 du *Bulletin Avis Techniques* 272-2 « Isolation thermique par remplissage de murs à double paroi » pour les bâtiments existants ;
- Paragraphe 5.1 *Opérations préalables à la mise en œuvre* du *Cahier du CSTB* 3723 de novembre 2012 « Isolation thermique de murs par l'intérieur : procédé d'isolation par insufflation d'isolant en vrac ».

La paroi extérieure doit être conçue de façon à éviter tout risque de pénétration d'eau.

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,
- Des installations électriques qui seront incorporées dans l'isolation.
- De la nécessité, en rénovation par l'extérieur, d'associer la mise en œuvre du procédé à des travaux de ravalement incluant la mise en œuvre d'un revêtement d'imperméabilité conforme à la norme NF DTU 42.1.

### 1.2.3.2. 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 ou protégés d'un capot de protection, n'est pas autorisée en contact de l'isolant.

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

### 1.2.3.3. 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. Une liste des applicateurs formés à cette technique d'isolation est tenue à jour par la société INJECT-STYRENE DIFFUSION.

Contact :

- Tél : 04 66 25 87 62 ;
- Mail : contact@inject-styrene.com.

D'autres corps de métiers sont susceptibles d'intervenir après la mise en œuvre du procédé. Le dossier technique prévoit une information de ces autres corps de métiers grâce à une étiquette à mettre en place sur le tableau électrique (cf. Annexe 3 du Dossier Technique).

#### *Appréciation globale*

L'utilisation du procédé dans le domaine d'emploi accepté (cf. paragraphe 1.2.1) est appréciée favorablement.

---

### **1.3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé**

---

Il s'agit de la 2<sup>ème</sup> révision.

L'examen de la mise en œuvre du procédé « ECOBILLES – Application en parois verticales » dans des parois creuses conçues au CSTB a démontré l'homogénéité de la masse volumique des billes en tout point des parois.

Le rebouchage des trous d'injection doit être effectué avec soin afin que le parement reconstitué ait une épaisseur homogène sur toute sa surface.

La mise en œuvre par l'extérieur, en rénovation, n'est visée qu'en association avec des travaux de ravalement incluant la mise en œuvre d'un revêtement d'imperméabilité conforme à la norme NF DTU 42.1.

Les murs anciens doivent être étanches à l'eau, sans fissurations, tant en partie courante qu'à la liaison avec les baies et le plancher.

Une attention particulière sera apportée à la jonction entre le mur et la toiture afin de ne pas bloquer la ventilation en sous-face de couverture.



## 1.4. Annexes de l'Avis du Groupe Spécialisé

### 1.4.1. Rappel des exigences spécifiques de la réglementation thermique

Les exigences spécifiques concernant le procédé visé par le présent Avis Technique sont détaillées ci-après :

**Tableau 1 - Exigences réglementaires**

Valeurs minimales réglementaires	Murs en contact avec l'extérieur ou un volume non chauffé
RT ex globale (arrêté du 13 juin 2008)	$U_p \leq 0,45$
RT ex par éléments (arrêté du 22 mars 2017) Avant le 1 <sup>er</sup> janvier 2023	$R_{Tot} \geq 2,9$ (murs en contact avec l'extérieur en zone H1A, H1B, H1C) $R_{Tot} \geq 2,9$ (Murs en contact avec l'extérieur en zone H2A, H2B, H2C, H2D, et zone H3, à une altitude supérieure à 800 mètres) $R_{Tot} \geq 2,2$ (murs en contact avec l'extérieur, en zone H3 et à une altitude inférieure à 800 mètres) $R_T \geq 2$ (murs donnant sur un local non chauffé)
RT ex par éléments (arrêté du 22 mars 2017) A partir du 1 <sup>er</sup> janvier 2023	$R_{Tot} \geq 3,2$ (murs en contact avec l'extérieur en zone H1A, H1B, H1C) $R_{Tot} \geq 3,2$ (Murs en contact avec l'extérieur en zone H2A, H2B, H2C, H2D, et zone H3, à une altitude supérieure à 800 mètres) $R_{Tot} \geq 2,2$ (murs en contact avec l'extérieur, en zone H3 et à une altitude inférieure à 800 mètres) $R_{Tot} \geq 2,5$ (murs donnant sur un local non chauffé)
RT 2012 (arrêtés du 26 octobre 2010 et du 28 décembre 2012)	-*

\* La RT 2012 impose une exigence sur la performance globale du bâti.

Avec :

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

$R_{Tot}$  : la résistance thermique totale de la paroi après rénovation (en  $m^2.K/W$ ),  $R_{Tot} = R_U + R_c$ .

### 1.4.2. Rappel des règles de calcul applicables

La résistance thermique de la paroi ( $R_{Tot}$ ) s'effectue comme suit :

$$R_{Tot} = R_U + R_c$$

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  $m^2$ .

## 2. Dossier Technique

Issu du dossier établi par le titulaire

---

### 2.1. Données commerciales

---

#### 2.1.1. Coordonnées

Titulaire : Société INJECT-STYRENE DIFFUSION  
 7 Rue de la Provence  
 30100 ALES  
 Tél. : 04 66 25 87 62  
 Email : contact@inject-styrene.com  
 Internet : www.inject-styrene.com.

Distributeur : Société INJECT-STYRENE DIFFUSION  
 7 Rue de la Provence  
 30100 ALES

---

### 2.2. Description

---

« ECOBILLES - Application en parois verticales » est un procédé d'isolation thermique de remplissage de cavités verticales par injection de billes de polystyrène graphité expansé avec liant.

La gamme d'épaisseur est de 40 à 200 mm.

Le procédé est uniquement installé à l'aide d'une machine pneumatique spécifique définie au § 2.9.3 du Dossier Technique. Il peut être mis en œuvre soit côté intérieur soit côté extérieur.

Le procédé « ECOBILLES - Application en parois verticales » ne peut être commercialisé et mis en œuvre que par un applicateur dûment autorisé à cet effet par la Société INJECT-STYRENE DIFFUSION.

---

### 2.3. Domaine d'emploi

---

#### 2.3.1. Type de bâtiments

Le procédé « ECOBILLES - Application en parois verticales » est destiné à l'isolation, en neuf ou en existant, des bâtiments d'habitation individuelle ou collective.

Les constructions à ossature bois, les façades à ossature bois, les Etablissements Recevant du Public (ERP) et les locaux industriels ne sont pas visés par cet Avis Technique.

Le procédé s'applique uniquement en climat de plaine.

#### 2.3.2. Type de locaux

Le procédé est mis en œuvre dans des locaux à faible ou moyenne hygrométrie au sens de la norme NF DTU 20.1, ainsi que dans des locaux classés au plus EB+ privatif 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 ».

#### 2.3.3. Type de murs

Ce procédé est mis en œuvre dans des murs creux ou cavités constitués de :

- Parois extérieures en murs maçonnés conformes à la norme NF DTU 20.1 ou en béton banché conformes au DTU 23.1.
- Parements intérieurs en contre-cloison :
  - maçonnée (NF DTU 20.13) ou carreaux de plâtre (NF DTU 25.31) ;
  - en plaque de plâtre sur ossature (NF DTU 25.41).

Le mur ainsi isolé constitue une paroi de type IIa au sens de la norme NF DTU 20.1 et une paroi de type II au sens du DTU 23.1.

L'injection du procédé ECOBILLES dans des cavités nouvellement créées sur mur support existant ou neuf est réalisée conformément au *Cahier du CSTB 3723* de novembre 2012.

L'injection du procédé ECOBILLES dans des cavités existantes est réalisée conformément au *Bulletin Avis Techniques 272-2* de septembre 1986.

La mise en œuvre par l'extérieur, en rénovation, n'est visée qu'en association avec des travaux de ravalement incluant la mise en œuvre d'un revêtement d'imperméabilité conforme à la norme NF DTU 42.1. Ceci exclue donc la mise en œuvre sur maçonnerie non enduite.

Les murs présentant des traces d'humidité ou de remontées d'humidité par capillarité ne peuvent pas être isolés avec ce procédé.

### 2.3.4. Type de parement

Les parements intérieurs utilisés doivent répondre aux critères du Guide Technique « Guide de l'isolation par l'intérieur des bâtiments d'habitation du point de vue des risques en cas d'incendie » de janvier 2016.

---

## 2.4. Eléments et matériaux

---

### 2.4.1. Caractéristiques du produit

Le procédé est composé de billes de polystyrène graphité injectées avec un liant acrylique.

La composition du procédé 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 fournies par une société extérieure, liée 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, caractéristique d'expansion, ...).

La société INJECT-STYRENE DIFFUSION fabrique elle-même le 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).

### 2.4.2. Caractéristiques techniques

Le procédé n'est pas Marqué CE. Il ne fait donc pas l'objet d'une Déclaration de Performance au sens du Règlement Produit de Construction (RPC).

Les caractéristiques techniques du procédé sont mentionnées dans le tableau ci-dessous :

**Tableau 1 : Caractéristiques techniques du produit ECOBILLES**

Gamme d'épaisseur (mm)	40 à 200
Plage de masse volumique (kg/m <sup>3</sup> )	18,5 – 21,5
Conductivité thermique utile (W/m.K)	Cf. Certificat ACERMI n° 16/210/1178
Réaction au feu	NDP
Perméance à la vapeur d'eau $\mu$	2,76

**Tableau 2 : – Épaisseur d'air équivalente pour la diffusion de vapeur  $s_d$  en fonction de l'épaisseur**

Épaisseur (mm)	40	100	150	200	250	300
Épaisseur d'air équivalent $s_d$ (m)	0,11	0,28	0,41	0,55	0,69	0,83

---

## 2.5. Fabrication

---

L'unité de production comprend deux entités :

- Le fournisseur de billes avec quatre sites de productions ;
- La société INJECT-STYRENE DIFFUSION avec une unité de production du liant à partir du mélange de différents constituants.

L'unité de production est audité dans le cadre de la certification ACERMI.

---

## 2.6. Contrôles de fabrication

---

### 2.6.1. Contrôles en usine chez la Société INJECT-STYRENE DIFFUSION

#### 2.6.1.1. Contrôles sur les billes à réception

Les caractéristiques des billes utilisées par la société INJECT-STYRENE DIFFUSION pour le produit ECOBILLES 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 ;
- 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 bille ;
- 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.

#### 2.6.1.2. Contrôle sur le liant

Le liant du procédé ECOBILLES 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).

#### 2.6.1.3. Contrôles externes

Le produit ECOBILLES fait l'objet d'un contrôle et suivi par l'ACERMI à raison de deux audits par an.

### 2.6.2. Contrôles lors de la mise en œuvre

Avant la mise en œuvre du procédé ECOBILLES, les contrôles suivants sont effectués:

- Réglage du débit du liant (6L de liant pour 15 000L de billes),
- Réglage du débit des billes.
- Avant injection dans la paroi, un dernier contrôle est effectué dans un caisson prévu à cet effet :
  - vérifier la masse volumique du produit,
  - vérifier visuellement l'aspect du produit.
- Après injection, un calcul de la masse volumique est effectué pour vérifier la quantité de billes et de liant utilisé dans l'ouvrage.

---

## 2.7. Identification du produit

Le procédé mis sur le marché est constitué d'un lot comprenant les billes de PSE et le liant. Ces 2 éléments ne peuvent pas être vendus séparément.

### 2.7.1. Conditionnement

- Les billes de PSE :
  - Emballage : sac polyéthylène de 500 litres
  - Dimensions sacs : diamètre 107 cm × 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.

### 2.7.2. Marquage

- 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.

---

## 2.8. Fourniture et 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. Une liste des applicateurs formés à cette technique d'isolation est tenue à jour par la société INJECT-STYRENE DIFFUSION. 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.

Contact :

- Tél : 04 66 25 87 62 ;
- Mail : contact@inject-styrene.com.

D'autres corps de métiers sont susceptibles d'intervenir après la mise en œuvre du procédé. Le dossier technique prévoit une information de ces autres corps de métiers grâce à une étiquette à mettre en place sur le tableau électrique.

---

## 2.9. 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.

### 2.9.1. Reconnaissance et préparation du chantier

La reconnaissance et la préparation du chantier se font conformément aux préconisations décrites au :

- Chapitre 4 du *Bulletin Avis Techniques 272-2* « Isolation thermique par remplissage de murs à double paroi » pour les bâtiments existants,
- Paragraphe 5.1 *Opérations préalables à la mise en œuvre* du *Cahier du CSTB 3723* de novembre 2012 « Isolation thermique de murs par l'intérieur : procédé d'isolation par insufflation d'isolant en vrac ».

En complément des dispositions génériques prévues par ces 2 référentiels, des dispositions particulières sont applicables pour traiter les points suivants.

#### 2.9.1.1. 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).

#### 2.9.1.2. 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.

La distance de sécurité entre l'élément chaud et l'isolant doit respecter les exigences de la norme NF DTU 24.1 et de *l'e-cahier du CSTB 3816*.

#### 2.9.1.3. 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.

#### 2.9.1.4. Traitement des dispositifs électriques

- En travaux neufs, il convient de respecter les prescriptions de la norme NF C 15-100 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.

### 2.9.2. Pare-vapeur

Au regard du domaine d'application du procédé et conformément au § 3.4 *Constitution des murs en fonction du risque de condensation* du *Bulletin Avis Techniques 272-2* « Isolation thermique par remplissage de murs à double paroi », la pose d'un ouvrage pare-vapeur n'est pas obligatoire.

Si un ouvrage pare-vapeur est mis en œuvre dans la paroi, le produit ECOBILLES ne doit pas être utilisé.

### 2.9.3. 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 (cf. § 2.15.1 Figure 1).

La machine est développée et vendue aux applicateurs par la société INJECT-STYRENE DIFFUSION. Toute autre machine utilisée devra faire l'objet d'une validation auprès de la société INJECT-STYRENE DIFFUSION.

Les réglages du débit de liant et de bille sont manuels et doivent faire l'objet d'une vérification avant usage (cf. § 2.6.2.).

---

## 2.10. Mise en œuvre

### 2.10.1. Principe

Le procédé d'isolation thermique « ECOBILLES - Application en parois verticales » est utilisé pour le remplissage de parois verticales par injection, à l'aide d'une machine pneumatique et de billes avec liant agglomérées in situ.

Le principe consiste à injecter des billes de polystyrène avec liant à l'aide d'une machine pneumatique, à travers des orifices percés dans la paroi à isoler. La répartition des trous d'injection est décrite à la Figure 2 du § 2.15.1.

La réalisation de l'isolation peut être effectuée soit côté intérieur soit côté extérieur. L'injection se fait de gauche à droite ou inversement, toujours du bas de la paroi vers le haut.

- En application par l'extérieur du bâtiment, des trous d'injection de 35 mm de diamètre sont réalisés à l'aide d'une cloche trépan jusque dans le vide à injecter. Il est nécessaire au préalable de mesurer l'épaisseur totale de la paroi (mur structurel et enduit de façade), et de régler la butée de perçage à la bonne dimension. Un repère est ensuite posé sur la rallonge de la buse d'injection du pistolet afin que celle-ci se trouve bien dans le vide à injecter (cf. § 2.15.1 Figure 3). Les trous sont ensuite rebouchés, en tenant compte du type de support, afin de rendre à la paroi sa performance initiale. Dans tous les cas, l'épaisseur de l'enduit de bouchage doit être de 20 mm au minimum afin d'empêcher toute pénétration d'eau. L'injection par l'extérieur doit être associée à des travaux de ravalement incluant la mise en œuvre d'un revêtement d'imperméabilité conforme à la norme NF DTU 42.1.
- L'injection par l'extérieur s'effectue lorsque l'intérieur est refait à neuf et qu'une reprise de façade est prévue.
- En application par l'intérieur du bâtiment, le processus de réalisation de l'isolation est identique, avec des trous d'injection de diamètre 25 mm qui sont réalisés dans la paroi où est injecté le procédé. Les trous sont ensuite bouchés à l'aide d'un enduit de rebouchage par intérieur (par exemple map).

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 rentrent 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).

## 2.10.2. Caractéristiques de l'isolation

### 2.10.2.1. Densité des trous d'injection

Avant mise en œuvre du procédé ECOBILLES, la paroi à isoler doit être percée conformément aux prescriptions décrites au § 2.15 Annexes du Dossier Technique.

### 2.10.2.2. Epaisseur

La détermination de l'épaisseur d'isolant à injecter est déterminée en début de chantier par des mesures à la pige, celle-ci étant introduite à travers les trous d'injection. L'épaisseur doit être conforme à la gamme d'utilisation du procédé, soit entre 40 et 200 mm.

### 2.10.2.3. Résistance thermique

La résistance thermique est déduite de l'épaisseur de produit posé et de la conductivité thermique utile.

### 2.10.2.4. Masse volumique en œuvre

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

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

---

## 2.11. Suivi de chantier

Une fiche de chantier doit être utilisée par le poseur. En outre, elle 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 (cf. § 2.15.2).

Une étiquette d'avertissement sur les conditions d'interventions de toutes actions concernant le réseau électrique et les conduits de fumée sera apposé à proximité du compteur électrique. Un exemple est joint en annexe.

---

## 2.12. 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 appliqué le procédé (cf. § 2.15.3.).

Cette étiquette doit expliquer les risques d'incendies et les bons gestes concernant la pose d'éléments électriques ou dégageant de la chaleur.

---

## 2.13. Résultats expérimentaux

- Conductivité thermique : rapport d'essai du CSTB n° EMI 14-26051974 daté du 07 juillet 2014 ;
- Perméance à la vapeur d'eau : rapport d'essai du LNE n° N050564 du 5 septembre 2012 ;
- Capacité à développer la corrosion : rapport d'essai de corrosion du CSTB selon la norme NF EN 15101-1 Annexe E ;
- Rapport Carnot sur la répartition de la masse volumique dans des parois creuses : rapport d'essai du CSTB n° 14-61 du 17 février 2015 ;
- Émissions de Composés Organiques Volatils (COV) : Rapport d'Analyses de Bureau Veritas Laboratories n° D-071114-10807 du 15 décembre 2014.

---

## **2.14. Références**

---

### **2.14.1. Données Environnementales**

Le produit ECOBILLES 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.

### **2.14.2. Autres références**

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

## 2.15. Annexes du Dossier Technique

### 2.15.1. Annexe 1 : Figures du Dossier Technique

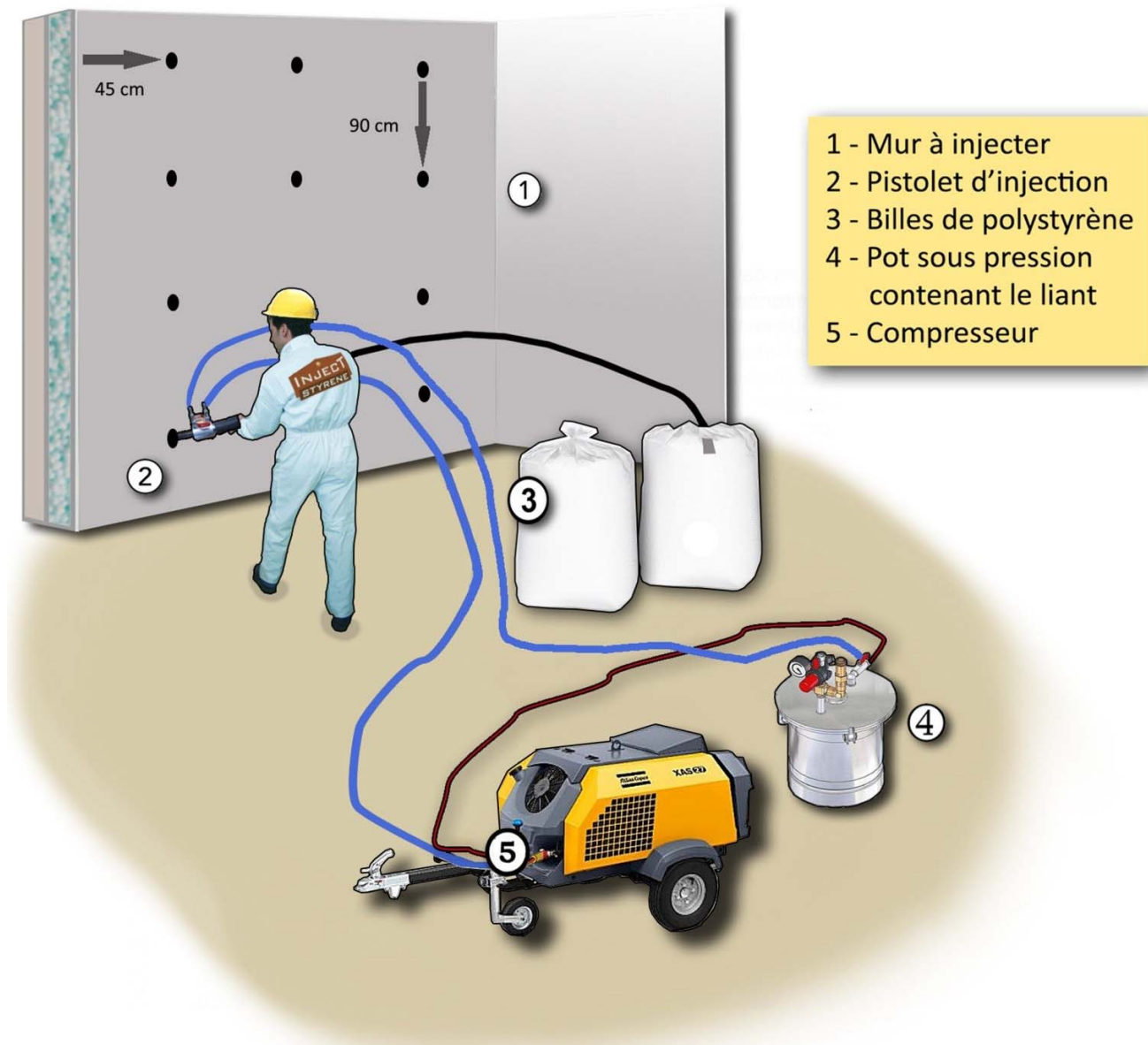


Figure 1 : Principe d'injection



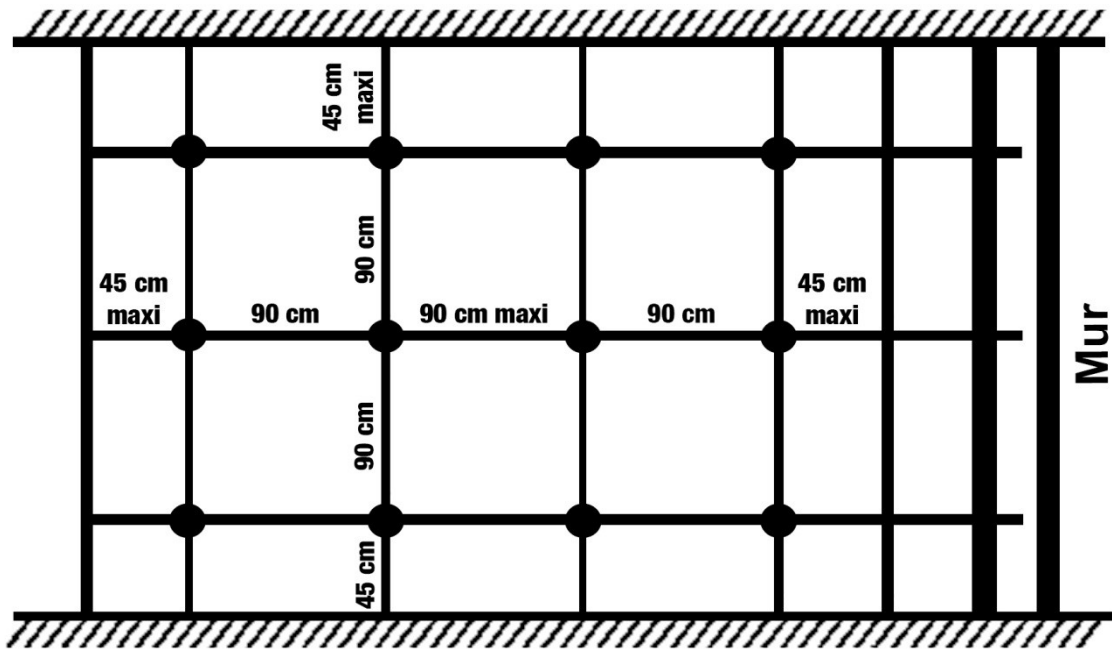


Figure 2 : Schémas de percement des trous d'injection

### Rallonge pistolet injection

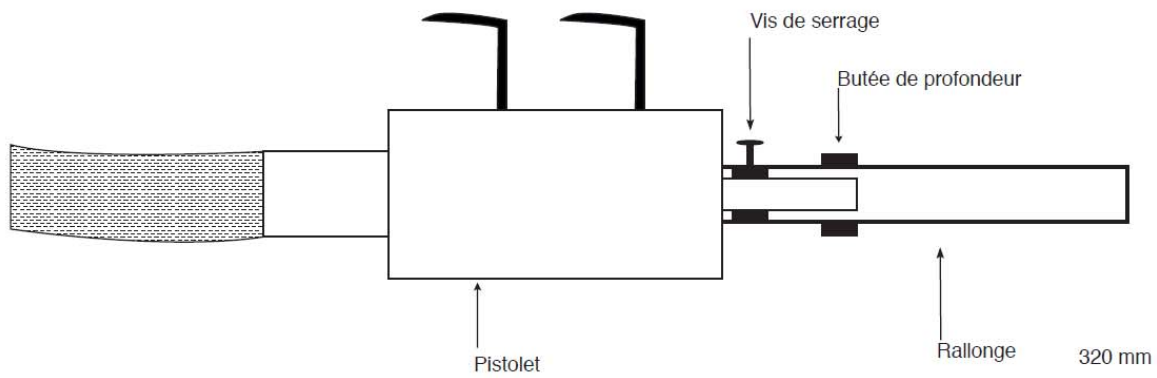


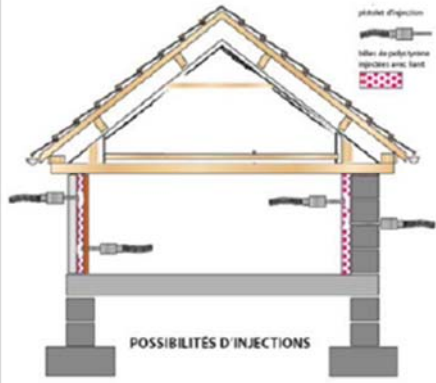


Figure 3 : Schémas de la rallonge du pistolet d'injection

2.15.2. Annexe 2 : Fiche de chantier

		ATEC N° 20/21-482_V1		FICHE DE VISITE CHANTIER				ÉPAISSEUR MINIMALE : 4 CM			
DATE :		NOM DU CLIENT :				TEL :					
TECHNICIEN :		ADRESSE DE POSE :				E-MAIL :					
TYPE DE MAISON		ANNEE CONSTRUCTION :		ISOLATION EXISTANTE		OUI NON		VOLETS ROULANTS OUI NON			
PLAIN PIED		TYPE DE MUR EXTERIEUR	Type d'isolation existante	FINITION EXTERIEURE	CREPI		FINITION INTERIEURE	PEINTURE			
R+1					PIERRE			TAPISSERIE			
R+2					BRIQUETTE			MOQUETTE			
HABITEE					PEINTURE			CARRELAGE			
EN TRAVAUX				AUTRES				AUTRES			
TYPE DE DOUBLAGE		MONTAGE ENTRE AXES		90 60 40 OU .....		 <b>AUX GAINES TECHNIQUES</b> - Électriques - Chauffage - Sanitaires - Gaz - Protection des spots					
ESTIMATION VIDE DANS LE DOUBLAGE		.....CM									
 <p>possibilités d'injections</p>				<b>MURS</b>				GRILLE D'AÉRATION OUI NON			
				Murs	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			
				7				<b>ESTIMATIF CONSOMMATION</b> Isobille ..... M3 Écobille ..... M3 Liant ..... Litres			
				8							
TOTAL											
PRIX	Cet ATEC ne vise que les murs										

2.15.3. Annexe 3 : Étiquette signalétique du tableau électrique

Étiquette autocollante de couleur jaune vif

**Avertissement**

Une partie de l'isolation thermique de ce bâtiment est réalisée avec un isolant en vrac.

Il est interdit de placer au contact de l'isolant en vrac tout élément pouvant constituer une source de chaleur continue.

Pour toutes informations, contacter le fabricant dont les coordonnées sont indiquées sur la fiche chantier.

Localisation de la fiche chantier : .....