



extes généraux

isolation thermique par
remplissage de murs
à double paroi

conditions générales d'emploi
et de mise en œuvre des procédés
faisant l'objet d'un avis technique

commission chargée de formuler
des avis techniques

groupe spécialisé n° 7

produits et systèmes d'étanchéité et d'isolation complémentaires
de parois verticales



isolation thermique par remplissage de murs à double paroi

conditions générales d'emploi
et de mise en œuvre des procédés
faisant l'objet d'un avis technique

sommaire

1 généralités

1,1 objet et domaine d'application	3
1,2 définition	3

2 matériaux

2,1 familles de matériaux	3
2,2 caractéristiques	3

3 conditions d'emploi

3,1 constitution de la paroi extérieure	4
3,2 constitution de la paroi intérieure	4
3,3 cas particuliers d'utilisation pour les procédés d'insufflation de matériaux en vrac sans liant	4
3,4 constitution des murs en fonction du risque de condensation	5

4 reconnaissance préalable

6

5 mise en œuvre

5,1 principe	6
5,2 équipement	6
5,3 description de la mise en œuvre	6

annexe : calculs thermiques

7

Toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle de cet ouvrage
faite sans le consentement du CSTB est illicite. Elle constitue une contre-
façon au sens de la loi du 11 mars 1957.

© CSTB 1986

chapitre 1

généralités

1,1 objet et domaine d'application

Le présent document a pour objet de définir les règles générales d'emploi et de mise en œuvre des procédés d'isolation thermique par remplissage de murs à double paroi, faisant l'objet d'un Avis Technique.

Les parois horizontales ou inclinées ne sont pas visées par ce document.

1,2 définition

Les procédés consistent à remplir, par insufflation ou injection de matériau isolant, la lame d'air continue et non ventilée de 3 cm d'épaisseur minimale située entre les parois extérieure et intérieure de murs neufs ou en service.

chapitre 2

matériaux

Les caractéristiques d'identification des matériaux sont indiquées dans les Avis Techniques.

2,1 familles de matériaux

- En vrac sans liant (granulés, nodules, billes, copeaux, ...).
- A expanser in situ.

2,2 caractéristiques

- Masse volumique apparente en œuvre avec tolérance.
- Caractéristiques thermiques en œuvre.
- Comportement au feu.
- Tassement.
- Comportement à l'eau et à l'humidité.

chapitre 3

conditions d'emploi

3,1 constitution de la paroi extérieure

La paroi extérieure peut être constituée par une ou plusieurs parois en maçonnerie dont la disposition, la constitution et l'épaisseur permettent d'établir que le risque d'humidification du remplissage isolant sera nul ou limité à des phénomènes partiels et temporaires, compte tenu de l'exposition à la pluie et au vent des ouvrages.

Ce qui est le cas, parmi les murs définis par les DTU n°s 20.1 et 23.1 :

- des murs avec cloison de doublage placés dans des conditions d'exposition à la pluie et au vent pour lesquelles les DTU précités admettent les murs de type I comme solution minimale, et dont la paroi extérieure est en maçonnerie d'épaisseur brute supérieure ou égale aux valeurs portées dans le paragraphe ci-dessous :
 - pierre apparente coefficient de capillarité :
 $20 < C < 60$: 30 cm
 $C = 80$: 35 cm
 $C > 100$: 40 cm,
 - paroi en briques pleines ou perforées :
apparentes : 34 cm
enduites : 22 cm,
 - paroi enduite en blocs de béton plein :
granulats courants : 20 cm
granulats légers : 22,5 cm,
 - paroi enduite en blocs de béton creux :
granulats courants : 20 cm
granulats légers : 22,5 cm,
 - paroi enduite en blocs perforés de terre cuite à perforations verticales : 20 cm,
 - paroi enduite en blocs pleins de béton cellulaire autoclavé : 20 cm,
 - paroi en béton banché : 15 cm ;
- des murs dont le type n'est pas modifié par l'injection d'un isolant hydrophile, ce qui est le cas, par exemple, de ceux dont la paroi extérieure est revêtue d'un bardage ;

- des murs « doubles » proprement dits dont la paroi extérieure est en maçonnerie d'épaisseur brute supérieure à 11 cm, à condition qu'ils soient « abrités » au sens des DTU n°s 20.1 et 23.1 et de hauteur au-dessus du sol inférieure à 6 m ⁽¹⁾ ; dans ce cas, les façades non abritées ou situées à plus de 6 m de hauteur peuvent être isolées par le même procédé à condition qu'elles aient été préalablement revêtues d'un ouvrage d'étanchéité (bardage par exemple).

Les murs anciens doivent, en outre, être satisfaisants à tous autres points de vue que l'isolation thermique – étanchéité à l'eau et fissuration, notamment – tant en partie courante qu'aux liaisons avec les baies et le plancher.

Les murs neufs doivent respecter les prescriptions des Mémentos des DTU n°s 20.1 (Maçonnerie) et 23.1 (Béton banché).

3,2 constitution de la paroi intérieure

Pour résister aux sollicitations mécaniques sans nuire à la qualité de l'isolation, la paroi intérieure doit être en éléments collés ou maçonnés de :

- briques creuses ou pleines enduites,
- blocs de béton enduits,
- carreaux de plâtre,

conforme aux DTU ou Avis Techniques correspondants.

3,3 cas particuliers d'utilisation pour les procédés d'insufflation de matériaux en vrac sans liant (à l'exclusion des procédés par injection de mousse in situ)

Dans les constructions existantes, antérieures à 1975, il existe différents types de murs non conformes aux descriptions faites en 3,1 et 3,2. Parmi ces murs, certains peuvent être néanmoins isolés par remplissage d'un matériau en vrac, moyennant un risque limité de désordres lorsqu'un examen attentif de sa constitution et de son état est réalisé. Pour d'autres murs, l'isolation reste à proscrire.

¹. Limite portée à 8 m en pointe de pignon.

3.31 vérifications particulières

Outre les vérifications prévues au chapitre 4, il est nécessaire d'examiner les trois points suivants :

- étanchéité à l'eau de la pluie : les lames d'air de construction ont, en général, un rôle de coupure de capillarité. Leur remplissage par un matériau isolant en vrac supprime cette coupure de capillarité.

Il convient donc de vérifier l'étanchéité de la maçonnerie, de l'enduit ou des plaques de parement extérieur, d'effectuer les travaux de remise en état si besoin et d'exclure les murs très exposés au vent de pluie dominant.

Dans le cas de plaques en béton, il faut vérifier que les garnitures de joints et que les plaques en béton sont en bon état ; les joints et les plaques de béton éventuellement fissurés feront l'objet d'un traitement d'étanchéité préalable, le joint horizontal éventuel en partie basse doit rester ouvert ;

- variations des températures : une isolation en sous-face d'une paroi extérieure ne peut qu'accroître les variations de température et les mouvements d'ordre thermique de cette paroi. Une paroi extérieure en mauvais état nécessite en général une intervention lourde ou une isolation extérieure, et conduit à exclure toute isolation par remplissage, d'autant que l'étanchéité à l'eau pourrait, en outre, être remise en cause ;

- stabilité de la paroi intérieure : la stabilité d'une paroi intérieure non maçonnée doit être appréciée en fonction des pressions susceptibles d'être appliquées lors de l'insufflation (matériau, épaisseur, repérage des structures porteuses).

La mise en œuvre nécessite une bonne maîtrise de ces pressions (réglage de la machine et réalisation de trous d'évent), de manière à éviter tout bombement de la paroi pendant les travaux.

3.32 description des emplois visés

Les emplois particuliers visés ci-après concernent tous des maisons construites avant 1975 :

- a) maisons préfabriquées en panneaux béton extérieurs porteurs en général nervurés dont la paroi intérieure est constituée de panneaux rigides en appui sur ces panneaux ;

b) maisons préfabriquées à ossature béton ou métallique (à l'exclusion de l'ossature bois) :

- à paroi extérieure mince étanche à la pluie, en béton préfabriqué (à l'exclusion des plaques de parement étanches à la vapeur d'eau ou en bois),
- à paroi intérieure conforme au paragraphe 3.2 ou en panneaux à base de béton ou plâtre (plaques de plâtre cartonné, sandwich à âme alvéolée, complexe isolant) en appui sur l'ossature ;

c) maisons :

- à paroi extérieure maçonnée en briques creuses ou en blocs de béton, et revêtue d'un enduit à base de liants hydrauliques dont les caractéristiques sont conformes aux règles de l'art au moment de leur construction et d'épaisseur supérieure à 15 cm,
- à paroi intérieure conforme au paragraphe 3.2.

3.4 constitution des murs en fonction du risque de condensation

Compte tenu de la perméabilité à la vapeur d'eau des parois intérieures prévues au paragraphe 3.2, la technique de remplissage ne nécessite la pose d'un pare-vapeur que dans les zones très froides, c'est-à-dire dont la température de base ⁽¹⁾ est inférieure à -15°C ou qui sont situées à plus de 600 m d'altitude en zone H1 ⁽²⁾. L'emploi de ce procédé dans les zones très froides est alors limité aux murs en service dont le parement intérieur peut être préalablement revêtu d'un pare-vapeur de perméance inférieure ou égale à $15 \times 10^{-3} \text{ g/m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{mmHg}$, destiné à éviter la condensation de la vapeur d'eau sur la face interne de la paroi extérieure de la cavité remplie ; ce pare-vapeur devra ensuite être convenablement entretenu. Dans tous les cas, le mur extérieur doit être perméable à la vapeur d'eau.

1. Cf. DTU « Règles Th. » (Titre II).

2. Cf. Classement des départements par zones climatiques annexé à l'arrêté du 24 mars 1982 (JO du 27 mars 1982) relatif à l'isolation thermique et au réglage automatique des installations de chauffage dans les bâtiments d'habitation.

chapitre 4

reconnaissance préalable

Avant d'entreprendre les opérations de remplissage, l'applicateur vérifie que :

- les matériaux de construction sont en bon état et correctement mis en œuvre ;
- les parois intérieure et extérieure sont exemptes de traces d'humidité résultant d'infiltrations ou de remontées capillaires et, dans le cas contraire, qu'il y a été porté remède par un traitement adapté ;
- les parois, en particulier les cloisons de doublage, sont stables et en état de résister à la pression de remplissage ;
- la paroi extérieure peut être considérée comme suffisamment perméable à la vapeur d'eau, compte tenu des règles couramment appliquées en matière d'isolation rapportée intérieure au moyen de produits isolants de perméance élevée ;
- s'il existe un pare-vapeur, celui-ci est porté par la paroi intérieure à l'exclusion de toute autre solution ;
- pour les lames d'air de faible épaisseur ($3\text{ cm} < e < 5\text{ cm}$), on s'assure en outre, par sondage, qu'il n'existe pas d'obstacles internes pouvant empêcher le passage de l'isolant (joints de maçonnerie trop saillants, détrit, etc.) ;
- les espaces (volets roulants, baies, etc.) qui pourraient être en communication avec les lames d'air à traiter sont obturés ;
- les orifices de ventilation ont été gainés.

L'applicateur vérifie 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).

L'applicateur vérifie que les conduits de fumée adossés ou accolés aux murs à isoler sont conformes aux dispositions du DTU n° 24-1 relatif aux travaux de fumisterie.

Dans les cas particuliers prévus en 3.3, l'applicateur procède aux vérifications particulières prévues à ce paragraphe.

chapitre 5

mise en œuvre

5,1 principe

Les produits sont insufflés ou injectés dans les lames d'air, soit à travers les orifices percés dans la paroi intérieure ou extérieure, soit par le haut des lames d'air, par l'intermédiaire d'un tuyau relié à une machine d'alimentation.

5,2 équipement

L'équipement est variable suivant le matériau (cf. description dans l'Avis Technique).

5,3 description de la mise en œuvre

La mise en œuvre s'effectue en général :

- soit par des trous dans la paroi intérieure,
- soit par le haut de la lame d'air,
- soit, exceptionnellement, par des trous dans la paroi extérieure. Dans ce dernier cas, le rebouchage des trous nécessite un soin particulier pour ne pas nuire à l'étanchéité de la façade (emploi de mortier adjuvant).

Ces dispositions spécifiques à chaque procédé sont données dans l'Avis Technique correspondant.

Dans le cas d'une mise en œuvre par des trous percés dans la paroi intérieure, il est procédé comme suit :

5,31 percement des orifices de remplissage

Le nombre, le diamètre et la distribution des orifices sont précisés dans l'Avis Technique.

annexe

calculs thermiques

5.32 ouvertures de décompression

Les dispositions sont prises pour éviter de mettre l'espace à remplir en surpression excessive.

Nota : la plupart des parois intérieures, maçonnées ou non peuvent être altérées ou rompre pour des surpressions faibles réparties (500 à 1 000 Pa environ). De telles pressions sont aisées à obtenir avec certains matériels courants d'insufflation, dès lors que l'espace à remplir est relativement fermé ou de petites dimensions.

5.33 remplissage de murs creux

La méthode d'insufflation ou d'injection est décrite dans l'Avis Technique.

Son application doit être rationnelle afin d'éviter les omissions, par exemple de bas en haut et de droite à gauche (ou de gauche à droite).

Le remplissage par le haut de la lame d'air n'est possible que si l'applicateur peut vérifier, de visu, le remplissage.

5.34 contrôles

Des ouvertures de contrôles sont pratiquées chaque fois qu'en raison de la forme du vide, un remplissage insuffisant est à craindre.

Un contrôle visuel au niveau de chacun des orifices de remplissage permet de déceler les endroits où il s'avère nécessaire de procéder à un complément d'insufflation ou d'injection.

En fin de chantier, l'applicateur compare le volume insufflé ou injecté au volume prévu.

5.35 obturation des ouvertures

Dès le travail terminé, les ouvertures sont obturées avec le matériau approprié à la paroi (plâtre ou autre) et la continuité de la paroi est reconstituée.

coefficients de transmission thermique utile K des murs insufflés ou injectés

Les calculs s'effectuent conformément au DTU « Règles Th-K » comme suit :

a) murs neufs

$$\frac{1}{K} = 0,17 + R_v + R_{um} \text{ (m}^2 \cdot ^\circ\text{C/W)}$$

- 0,17 : somme des résistances thermiques d'échanges superficiels intérieurs $1/h_i$ et extérieurs $1/h_e$
- R_v : somme des résistances thermiques utiles des parois et de leurs revêtements
- R_{um} : résistance thermique utile du remplissage.

b) murs anciens

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{K_0} + 0,16 + R_{um} \text{ (m}^2 \cdot ^\circ\text{C/W)}$$

- K_0 : coefficient de transmission thermique utile du mur non isolé
- 0,16 : résistance thermique de la lame d'air avant remplissage (lame d'air non ventilée).
- R : résistance thermique utile du remplissage.

La valeur de R_{um} du matériau est donnée, en fonction de l'épaisseur de la cavité remplie, dans l'Avis Technique correspondant.