



PROGRAMME D'ACCOMPAGNEMENT DES PROFESSIONNELS
« Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 »

www.reglesdelart-grenelle-environnement-2012.fr

GUIDE

**ISOLATION THERMIQUE
PAR L'INTÉRIEUR**

JUIN 2015

NEUF

ÉDITO

Le Grenelle Environnement a fixé pour les bâtiments neufs et existants des objectifs ambitieux en matière d'économie et de production d'énergie. Le secteur du bâtiment est engagé dans une mutation de très grande ampleur qui l'oblige à une qualité de réalisation fondée sur de nouvelles règles de construction.

Le programme « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 » a pour mission, à la demande des Pouvoirs Publics, d'accompagner les quelque 370 000 entreprises et artisans du secteur du bâtiment et l'ensemble des acteurs de la filière dans la réalisation de ces objectifs.

Sous l'impulsion de la CAPEB et de la FFB, de l'AQC, de la COPREC Construction et du CSTB, les acteurs de la construction se sont rassemblés pour définir collectivement ce programme. Financé dans le cadre du dispositif des certificats d'économies d'énergie grâce à des contributions importantes d'EDF (15 millions d'euros) et de GDF SUEZ (5 millions d'euros), ce programme vise, en particulier, à mettre à jour les règles de l'art en vigueur aujourd'hui et à en proposer de nouvelles, notamment pour ce qui concerne les travaux de rénovation. Ces nouveaux textes de référence destinés à alimenter le processus normatif classique seront opérationnels et reconnus par les assureurs dès leur approbation ; ils serviront aussi à l'établissement de manuels de formation.

Le succès du programme « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 » repose sur un vaste effort de formation initiale et continue afin de renforcer la compétence des entreprises et artisans sur ces nouvelles techniques et ces nouvelles façons de faire. Dotées des outils nécessaires, les organisations professionnelles auront à cœur d'aider et d'inciter à la formation de tous.

Les professionnels ont besoin rapidement de ces outils et « règles du jeu » pour « réussir » le Grenelle Environnement.

Alain MAUGARD

Président du Comité de pilotage du Programme
« Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 »
Président de QUALIBAT



PROGRAMME D'ACCOMPAGNEMENT DES PROFESSIONNELS

« Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 »

Ce programme est une application du Grenelle Environnement. Il vise à revoir l'ensemble des règles de construction, afin de réaliser des économies d'énergie dans le bâtiment et de réduire les émissions de gaz à effet de serre.

www.reglesdelart-grenelle-environnement-2012.fr

AVANT-PROPOS

Afin de répondre au besoin d'accompagnement des professionnels du bâtiment pour atteindre les objectifs ambitieux du Grenelle Environnement, le programme « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 » a prévu d'élaborer les documents suivants :

Les **Recommandations Professionnelles** « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 » sont des documents techniques de référence, préfigurant un avant-projet NF DTU, sur une solution technique clé améliorant les performances énergétiques des bâtiments. Leur vocation est d'alimenter soit la révision d'un NF DTU aujourd'hui en vigueur, soit la rédaction d'un nouveau NF DTU. Ces nouveaux textes de référence seront reconnus par les assureurs dès leur approbation.

Les **Guides** « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 » sont des documents techniques sur une solution technique innovante améliorant les performances énergétiques des bâtiments. Leur objectif est de donner aux professionnels de la filière les règles à suivre pour assurer une bonne conception, ainsi qu'une bonne mise en œuvre et réaliser une maintenance de la solution technique considérée. Ils présentent les conditions techniques minimales à respecter.

Les **Calepins de chantier** « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 » sont des mémentos destinés aux personnels de chantier, qui illustrent les bonnes pratiques d'exécution et les dispositions essentielles des Recommandations Professionnelles et des Guides « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 ».

Les **Rapports** « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 » présentent les résultats soit d'une étude conduite dans le cadre du programme, soit d'essais réalisés pour mener à bien la rédaction de Recommandations Professionnelles ou de Guides.

Les **Recommandations Pédagogiques** « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 » sont des documents destinés à alimenter la révision des référentiels de formation continue et initiale. Elles se basent sur les éléments nouveaux et/ou essentiels contenus dans les Recommandations Professionnelles ou Guides produits par le programme.

L'ensemble des productions du programme d'accompagnement des professionnels « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 » est mis gratuitement à disposition des acteurs de la filière sur le site Internet du programme : <http://www.reglesdelart-grenelle-environnement-2012.fr>



Sommaire

1 - Préambule	7
1.1. • Les objectifs essentiels de ce guide.....	7
1.2. • Le contenu des fiches techniques	8
2 - Introduction	10
2.1. • L'isolation thermique par l'intérieur.....	10
2.2. • Une technique traditionnelle en France	11
3 - Domaine d'application.....	13
4 - Réglementation, normes et autres documents de référence.....	15
5 - Matériaux isolants utilisés pour l'isolation thermique du bâti.....	16
5.1. • Les principaux isolants utilisés	16
5.2. • Isolants en vrac soufflés.....	16
5.3. • Produits réfléchissants	17
5.4. • Complexes et sandwichs d'isolation thermique intérieure	17
5.5. • Isolants insufflés ou projetés mécaniquement.....	17
6 - Procédés d'isolation (solutions techniques) pour l'isolation thermique du bâti	18
6.1. • Isolation thermique des combles perdus ou difficilement accessibles	18
6.2. • Isolation thermique des combles aménagés.....	25
6.3. • Cas des planchers hauts.....	30
6.4. • Parois verticales	31
7 - Retours d'expériences et acceptation des supports	46
7.1. • Principaux points critiques identifiés par les retours d'expériences des bâtiments BBC.....	46
7.2. • Acceptation des supports des procédés d'isolation thermique par l'intérieur.....	48
8 - Aide au choix du procédé d'isolation thermique ou thermo-acoustique	56
8.1. • Description du bâtiment	57
8.2. • Performances attendues.....	59
8.3. • Hygrothermie	69
8.4. • Étanchéité à l'air.....	85

8.5. • Dispositions concernant la ventilation des locaux.....	89
8.6. • Isolement acoustique	90
8.7. • Sécurité incendie	95
8.8. • Impacts environnementaux et sanitaires.....	99
8.9. • Stabilité et durabilité	101
8.10. • Comportement sous sollicitations sismiques.....	105

9 - Phases de réalisation de l'ouvrage et gestion des interfaces 108

9.1. • Préparation des travaux.....	108
9.2. • Spécificités du chantier : sécurité des travailleurs et prévention des risques sanitaires et écologiques	111
9.3. • Fiches techniques.....	112
Fiche 1 – Principes de mise en œuvre de l'isolation thermique dans les combles perdus : cas de l'isolant posé déroulé sur des plafonds ou des planchers	114
Fiche 2 – Principes de mise en œuvre de l'isolation thermique dans les combles perdus : cas de l'isolant à base de laine minérale ou de fibres végétales en vrac soufflé sur des plafonds ou des planchers	123
Fiche 3 – Principes de mise en œuvre de l'isolation thermique dans les combles perdus : cas des panneaux et des rouleaux d'isolants (laine minérale, fibres végétales ou textiles) en plafond horizontal sous plancher.....	131
Fiche 4 – Principes de mise en œuvre de l'isolation thermique dans les combles aménagés : cas de l'isolation des plafonds inclinés ou horizontaux. Procédés avec plaques de plâtre ou lambris sur ossature bois ou métallique.....	139
Fiche 5 – Principes de mise en œuvre de l'isolation thermique dans les combles aménagés : cas de l'isolation des plafonds inclinés ou horizontaux. Procédés avec plaques de plâtre ou lambris sur ossature bois ou métallique et membrane d'étanchéité à l'air sans écran HPV sous toiture.....	150
Fiche 6 – Principes de mise en œuvre de l'isolation thermique dans les combles aménagés : cas de l'isolation des plafonds inclinés ou horizontaux. Procédé avec complexes et sandwichs de doublage plaques de plâtre – isolant vissés sur ossature bois ou métal	159
Fiche 7 – Principes de mise en œuvre de l'isolation thermique dans les combles aménagés : cas de l'isolation thermique des pieds-droits	166
Fiche 8 – Principes de mise en œuvre de l'isolation thermique des parois verticales : cas des complexes d'isolation thermique (plaque-isolant) collés ou fixés mécaniquement sur mur béton ou maçonnerie	169
Fiche 9 – Contre-cloisons avec parement en plaques de plâtre et panneaux ou rouleaux de laine minérale sur ossature métallique avec appuis intermédiaires clipsés, en doublage de mur béton ou maçonnerie (NF DTU 25.41)	178
Fiche 9 – Contre-cloisons avec parement en plaques de plâtre et panneaux ou rouleaux de laine minérale sur ossature métallique avec appuis intermédiaires clipsés, en doublage de mur béton ou maçonnerie (NF DTU 25.41)	178
Fiche 10 – Contre-cloisons avec parement plaques de plâtre et panneaux ou rouleaux de laine minérale , sur ossature métallique sans appui intermédiaire, en doublage de mur béton ou maçonnerie (NF DTU 25.41)	186
Fiche 11 – Contre-cloisons avec parement plaques de plâtre et panneaux ou rouleaux de laine minérale , sur ossature bois, en doublage de mur béton ou maçonnerie	194
Fiche 12 – Contre-cloison avec parement plaques de plâtre, panneaux ou rouleaux de laine minérale et membrane d'étanchéité sur ossature métallique en doublage de mur béton ou maçonnerie.....	205



Fiche 13 – Isolation thermique par projection de mousse de polyuréthane et habillage par contre-cloison avec parement plaque de plâtre sur ossature métallique, en doublage de mur béton ou maçonné	212
Fiche 14 – Contre-cloisons maçonnées (briques, blocs béton, béton cellulaire, carreaux de plâtre), avec isolant thermique en panneaux ou isolants en vrac insufflés dans la cavité.....	218
Fiche 15 – Sandwiches d'isolation thermique (plaque-isolant-plaque) fixés sur ossature bois	227
Fiche 16 – Cloisons non porteuses en plaques de plâtre sur ossature métallique avec isolant thermique incorporé ou doublage rapporté.....	233
Fiche 17 – Cloisons en plaques de plâtre sur ossature bois.....	243
Fiche 18 – Panneaux et rouleaux de laine minérale avec parement intérieur en doublage sur contre-lattage bois de murs à ossature bois (DTU 31.2)	250
Fiche 19 – Panneaux et rouleaux de laine minérale avec parement intérieur en doublage sur ossature secondaire bois de murs à ossature bois (DTU 31.2).....	258
9.4. • Liaisons et points singuliers à traiter	264
9.5. • Coordination entre corps d'état.....	281
9.6. • Suivi de chantier	281

10 - Réception des travaux.....282

10.1. • Planéité.....	282
10.2. • Aspect.....	282
10.3. • Étanchéité à l'air	282
10.4. • Fourniture des justificatifs techniques.....	282

11 - Annexe.....283

Annexe A : Statut actuel des techniques d'isolation thermique par l'intérieur	284
---	-----

Préambule

1



1.1. • Les objectifs essentiels de ce guide

La réalisation des bâtiments à haute performance énergétique nécessite désormais une approche nouvelle dans le processus de construction d'un bâtiment à haute performance. Elle appelle à des ruptures comportementales aussi bien dans les différents niveaux des phases de réalisations (conception, réalisation, réception) que dans les différents niveaux des jeux d'acteurs intervenant dans la vie du bâtiment. Ainsi dès la phase conception, des détails de mise en œuvre et de la prise en compte de la qualité de mise en œuvre, des contraintes ou des limites existantes deviennent des préalables pour l'obtention des performances globales visées. La mise en œuvre des solutions, qu'elles soient traditionnelles ou innovantes par les professionnels dans la phase réalisation, conduit à intégrer et à maîtriser ces exigences pour répondre en terme de garantie de performance et de durabilité des bâtiments.

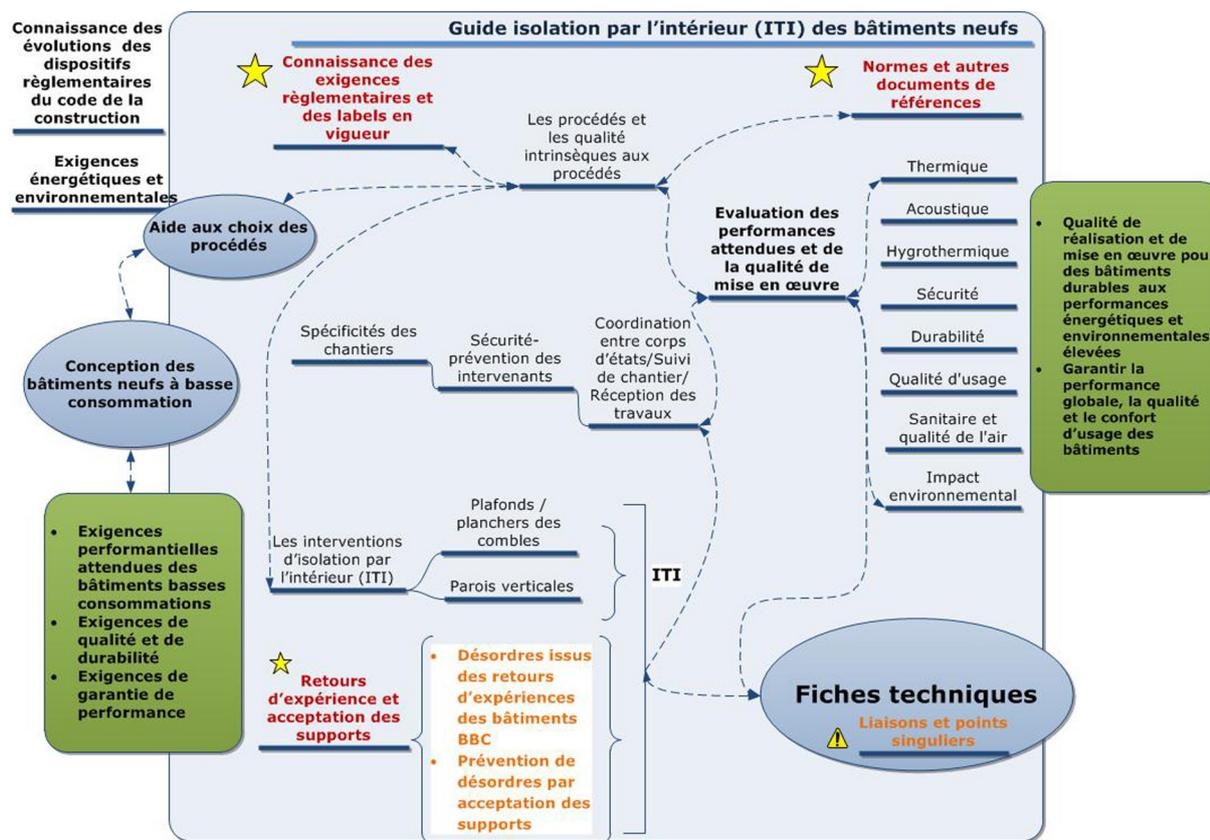


Il est important de respecter scrupuleusement les règles de l'art de mise en œuvre pour permettre d'atteindre dans l'ouvrage fini les performances déclarées et/ou certifiées des isolants.

Ce guide vise en particulier la technique d'isolation par l'intérieur des bâtiments neufs et a pour objectif de fournir l'appui nécessaire :

- sur les performances des techniques ;
- sur la mise en œuvre et la qualité de mise en œuvre requises pour garantir la meilleure performance basée sur l'expérience acquise, les règles de l'art, les référentiels et les points de vigilance qui s'appuient sur des études complémentaires ou des premiers retours d'expériences des bâtiments BBC ;

- les éléments nécessaires à l'évaluation des impacts sur les performances attendues et impacts globaux.

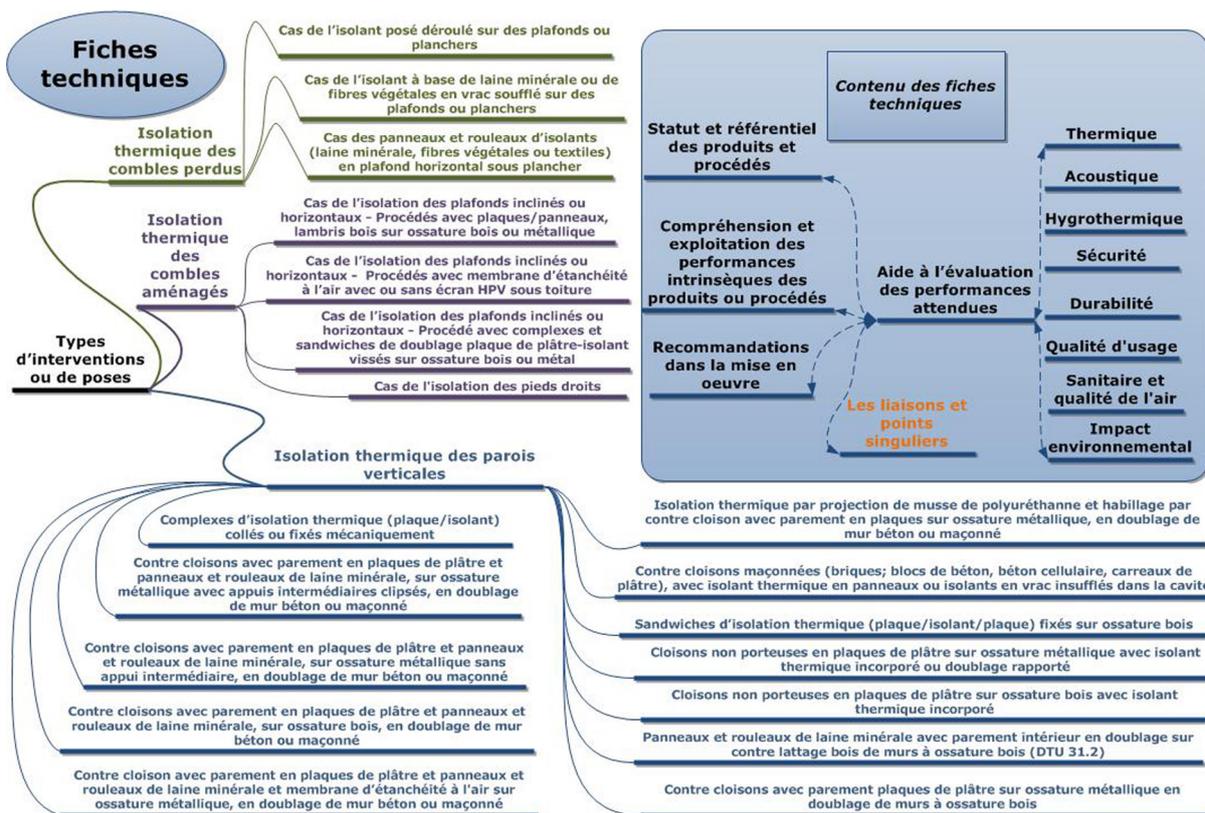


▲ Figure 1 : Repère schématique du guide « Isolation thermique par l'intérieur – Cas des bâtiments neufs »

1.2. • Le contenu des fiches techniques

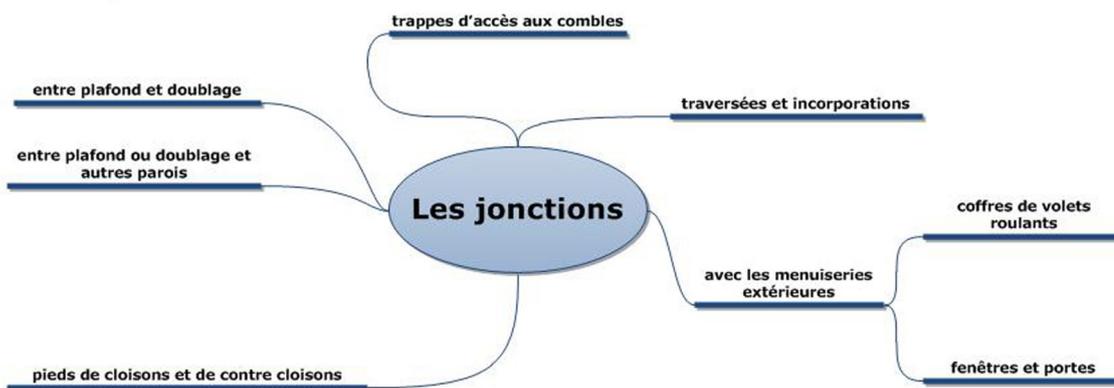
Chaque fiche technique illustre les cas de configuration couramment rencontrés pour la réhabilitation thermique des combles non aménagés, des combles aménagés et des parois verticales donnant sur l'extérieur, avec :

- la description succincte, le statut et les référentiels du procédé d'isolation thermique concerné ;
- les spécificités rencontrées ou points singuliers à considérer dans la mise en œuvre (compatibilité avec la structure et/ou l'isolation existante, pathologies et risques de pathologies) ;
- les recommandations et les éléments d'appréciation nécessaires pour l'obtention des performances attendues (thermique, acoustique, qualité sanitaire du bâti et qualité d'air des occupants, ainsi que les éléments concernant la sécurité, la durabilité, l'environnement) conformément aux réglementations et normes européennes en vigueur.



▲ Figure 2 : Guide « Isolation thermique par l'intérieur – Les fiches techniques dans les bâtiments neufs »

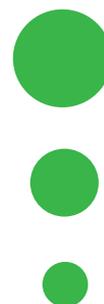
Les liaisons et points singuliers



▲ Figure 3 : Guide « Isolation thermique par l'intérieur – Traitement des points singuliers et jonctions dans la mise en œuvre »

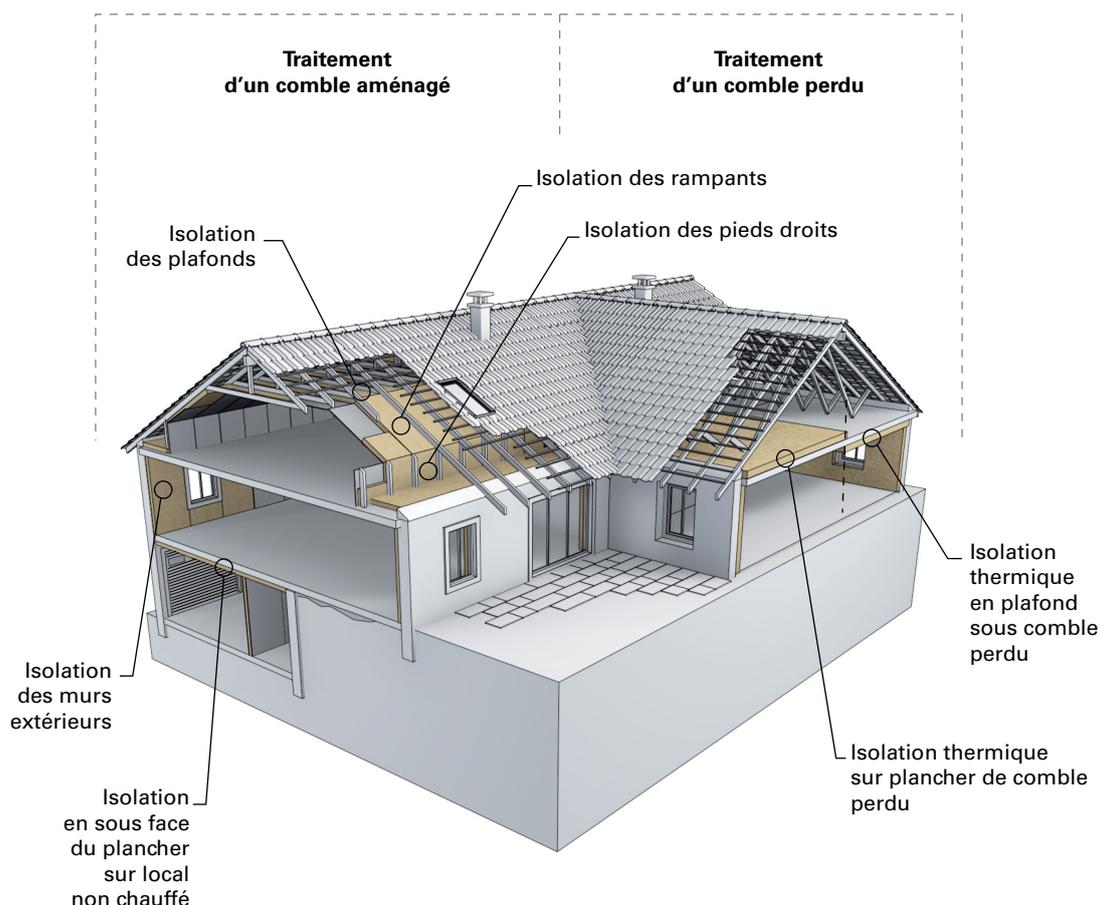
Introduction

2



2.1. • L'isolation thermique par l'intérieur

L'isolation thermique par l'intérieur consiste à renforcer par l'intérieur, c'est-à-dire du côté de la partie habitable, la résistance thermique des murs extérieurs (façade, pignon), des planchers ou des cloisons séparant les volumes chauffés des espaces non chauffés, des surfaces horizontales ou inclinées des charpentes de couverture ainsi que des pieds-droits des combles aménagés. Le guide traite également de l'isolation par le dessus des planchers ou des faux-planchers de combles perdus, même si elle se situe du côté froid.



▲ Figure 4 : Localisation des parois isolées thermiquement par l'intérieur

2.2. • Une technique traditionnelle en France

L'isolation thermique par l'intérieur des murs, des planchers et des combles, a constitué la technique d'isolation dominante au cours des quarante dernières années, tant pour les bâtiments neufs que pour les bâtiments existants. De mise en œuvre relativement aisée, elle est réalisée à l'abri des intempéries, elle a recours, du côté intérieur des parois à doubler, à des isolants thermiques protégés par divers types de parements intérieurs.

Les isolants visés par ce guide, font, pour la plupart d'entre eux, l'objet de normes européennes harmonisées et, dans ce cas, relèvent de l'obligation de conformité au règlement des produits de construction 305/2011, donc d'une déclaration de performances et d'un marquage CE. Leurs performances font le plus souvent l'objet d'une certification. Certains isolants apparus récemment sur le marché, notamment les isolants biosourcés au sens de l'arrêté du 19 décembre 2012 relatif au label « bâtiment biosourcé », ne sont pas visés par une norme européenne et relèvent, compte tenu de leur nouveauté sur le marché, de la procédure d'évaluation technique (Avis Technique ou DTA). Les caractéristiques des isolants peuvent être certifiées par une marque de qualité, par exemple ACERMI (www.acermi.com).



Les procédés d'isolation thermique par l'intérieur sont, pour la plupart d'entre eux, traditionnels. Les exigences concernant les parois à doubler sont visées par des DTU pour les murs maçonnés, en pierre ou en briques apparentes, en briques ou en parpaings enduits, ainsi que pour les murs en béton banché, les constructions à ossature bois et les ouvrages de second œuvre associés, cloisons maçonnées, cloisons et plafonds en plaques de plâtre.

Le principe traditionnel de la toiture ventilée dite « froide » impose une ventilation de la sous-face du matériau de couverture avec une lame d'air d'épaisseur minimale de 2 cm et la création d'entrées et de sorties d'air sur la couverture (linéaires à l'égout et au faîtage, ou ponctuelles par chatières). L'isolation des sous-toitures se caractérise dorénavant par la mise en place d'une isolation thermique de forte performance en combles (résistance thermique R supérieure ou égale à 7 m²K/W, par exemple).

Le développement récent des écrans de sous-toiture à haute perméabilité à la vapeur d'eau (HPV) dispense de ménager une lame d'air en sous-face de l'écran par rapport à l'isolation.

Au-dessus de l'écran quel que soit le système constructif le système doit rester ventilé en sous-face de la couverture (environ 2 cm entre l'écran et la couverture).



Domaine d'application



Le domaine d'application est limité aux bâtiments destinés aux logements (privatifs et collectifs), bâtiments scolaires et hospitaliers et aux immeubles de bureaux, pour des conditions normales d'utilisation.

L'hygrométrie des locaux du bâtiment correspondra aux classes de faible, moyenne et forte hygrométrie, soit un W/n inférieur ou égal à $7,5 \text{ g/m}^3$ (W étant la quantité de vapeur d'eau produite en g/h et n le taux de renouvellement d'air en m^3/h).

Le présent document ne vise donc que les locaux classés :

- EA (locaux secs ou faiblement humides) ;
- EB (locaux moyennement humides) ;
- EB+ privatifs (locaux humides à usage privatif) ;

au sens du *e-Cahier du CSTB* n° 3567 « Classement des locaux en fonction de l'exposition à l'humidité des parois ».

Pour les autres locaux classés EB+ collectifs et EC, les produits spécialement adaptés et les dispositions particulières de mise en œuvre sont définis dans des Avis Techniques et des DTA.

Ne sont pas visées dans ce document les parois suivantes :

- murs à colombages avec remplissage ;
- murs en torchis ;
- murs en terre crue ;
- façades légères hormis les murs porteurs à ossature bois ;
- murs rideaux.

Les techniques d'isolation suivantes ne sont pas examinées dans ce guide :

- sarking, caissons chevrons et panneaux sandwichs en toiture ;
- isolant en vrac déversé manuellement sur les planchers de combles perdus ;

- béton de chanvre en murs ;
- fonds de coffrage, panneaux d'isolant rapportés sous dalle, projection en sous-face de plancher, isolation thermique ou thermo-acoustique sous chape flottante ;
- produits minces réfléchissants en complément d'isolation thermique.

Note 1

Une utilisation non pertinente ou de mauvaises conditions de mise en œuvre peuvent conduire à des désordres (exemple : mauvaise ventilation des charpentes ou ossatures bois de maisons).

Note 2

Pour les planchers bas isolés en sous-face, il convient de se reporter aux Recommandations professionnelles RAGE « Isolation en sous-face des planchers bas ».

Réglementation, normes et autres documents de référence

4



La liste des documents de référence est proposée dans les fiches techniques correspondantes pour chacun des cas spécifiques de mise en œuvre (cf. 9.3.).



Matériaux isolants utilisés pour l'isolation thermique du bâti

5



5.1. • Les principaux isolants utilisés

La liste des principaux isolants utilisés est la suivante :

- laine minérale de verre ou de roche sous forme de panneaux, rouleaux, souples, semi-rigides, revêtus ou non de surfaçage (exemple : voile de verre, papier kraft, aluminium, etc.) ;
- mousse de plastiques alvéolaires (mousse de polystyrène expansé, mousse de polystyrène extrudé, mousse de polyuréthane, polyisocyanurate...) sous forme de panneaux rigides ;
- produits d'origine végétale (à base de fibres de cellulose, de chanvre, de lin, de coton, de bois, etc.) ou animale (à base de poils, plumes, fourrure) issus en majorité de filières de recyclage ou de filières dédiées. Ils se présentent sous forme de panneaux rigides, semi-rigides ou de rouleaux revêtus ou non de surfaçage.

Les normes concernant ces produits sont citées dans les tableaux de statut des procédés en annexe de ce guide.

5.2. • Isolants en vrac soufflés

Des laines minérales ou végétales existent en vrac, ce mode de conditionnement permettant de les souffler sur un plancher ou un plafond suspendu de combles perdus, mais également derrière une contre-cloison.



5.3. • Produits réfléchissants

Ces produits sont le plus souvent constitués de plusieurs couches opaques. Les couches extérieures sont composées de feuilles d'aluminium ou de feuilles aluminisées. Les feuilles intermédiaires sont des feutres d'origine animale, végétale, minérale ou de synthèse, polyéthylène à bulles, etc.

Ces feuilles sont assemblées entre elles par collage, soudure ou couture. L'épaisseur finale des produits réfléchissants varie de quelques millimètres à quelques centimètres et ils sont le plus souvent conditionnés sous forme de rouleau.

5.4. • Complexes et sandwichs d'isolation thermique intérieure

Les complexes sont des éléments manufacturés fabriqués en usine à partir d'un panneau isolant collé sur une plaque de plâtre, revêtue éventuellement d'un pare-vapeur sur une face.

Les sandwichs sont des éléments manufacturés fabriqués en usine à partir d'un panneau isolant collé entre deux plaques de plâtre, une des plaques pouvant être éventuellement revêtue d'un pare-vapeur sur une face.

L'épaisseur des plaques est au minimum de 10 mm et celle des panneaux isolants varie de :

- 20 à 140 mm pour les isolants en polystyrène expansé ;
- 30 à 120 mm pour les isolants en mousse de polyuréthane, polystyrène extrudé ;
- 30 à 100 mm pour les laines minérales.

Note

Les complexes et les sandwichs font l'objet d'une marque de qualité CSTBât associée ou non à la marque ACERMI.

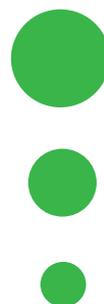
5.5. • Isolants insufflés ou projetés mécaniquement

Des laines minérales ou végétales, des mousses organiques sont utilisées pour l'application de cette technique.



Procédés d'isolation (solutions techniques) pour l'isolation thermique du bâti

6



6.1. • Isolation thermique des combles perdus ou difficilement accessibles

Les combles correspondent à l'espace le volume situé entre la toiture, le pignon et le plancher ou plafond. Du fait de leur faible hauteur et/ou de l'emprise des charpentes, certains combles sont difficilement accessibles et non aménageables, donc non habitables : ils sont considérés comme « perdus ». L'isolation thermique intérieure est dans ce cas mise en œuvre sur le plancher ou au-dessus du plafond. Le comble peut être toutefois accessible par des trappes de visite.

Les structures support des couvertures sont constituées de charpentes bois (traditionnelles ou industrialisées [avec fermettes, dont le type le plus courant est appelé W, disposées à faible écartement]). Les structures support peuvent également être constituées de charpentes métalliques et parfois de planchers béton inclinés.

Les procédés et les produits d'isolation thermique rapportée sur planchers de greniers et de combles perdus font l'objet d'Avis Techniques ou de DTA, les règles de mise en œuvre sont décrites dans les *e-Cahiers du CSTB* n° 3647, 3560_V2 et 3693 approuvés par le groupe spécialisé n° 20.

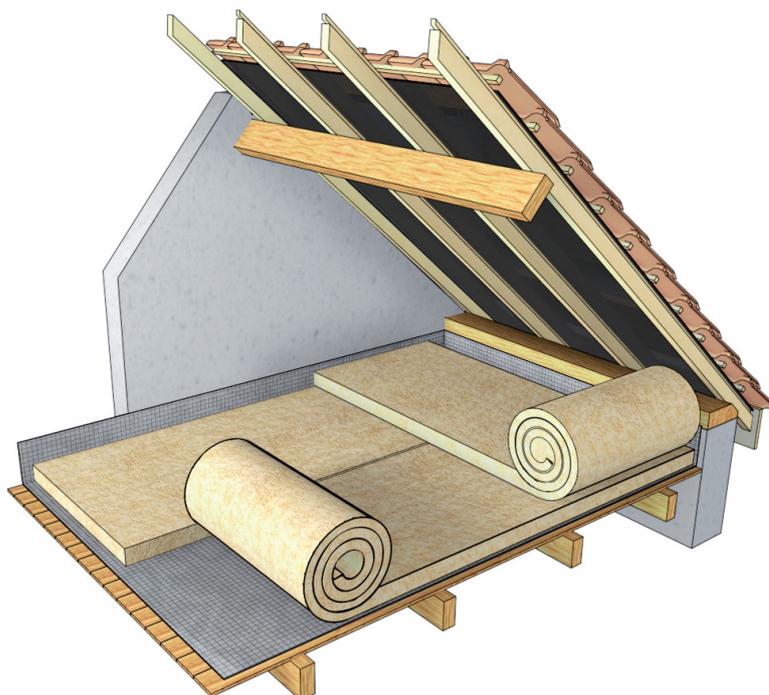
Les isolants thermiques des combles perdus sont posés, déroulés ou soufflés sur les supports existants suivants :

- planchers béton ou maçonnés ;
- planchers bois ;
- plafonds légers fixés ou suspendus à une structure bois (solives ou entrants de fermette).

Ils peuvent également être disposés sous plancher existant et nécessitent dans ce cas la mise en œuvre d'un plafond léger suspendu.

6.1.1. • Isolant posé ou déroulé au-dessus des planchers et plafonds existants

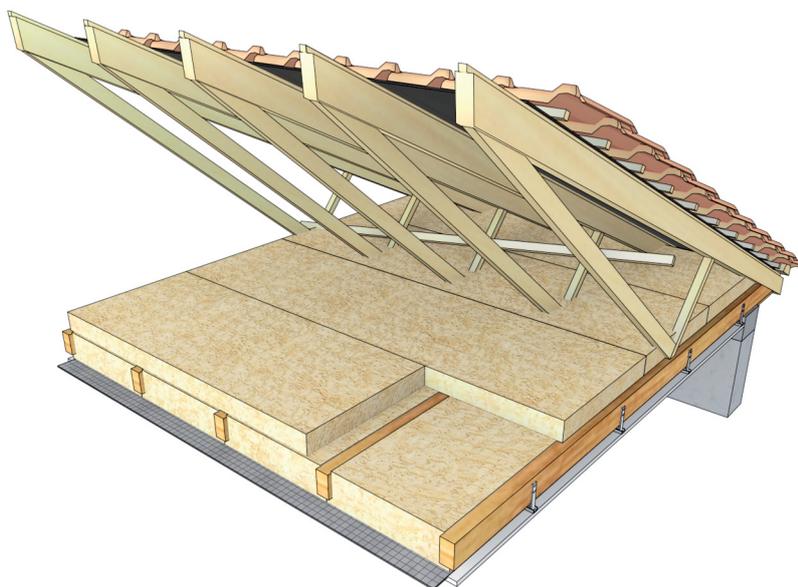
Ces procédés font l'objet d'Avis Techniques et des cahiers des prescriptions techniques associés (*e-Cahier du CSTB* n° 3560_V2 et *e-Cahier du CSTB* n° 3647) auxquels il convient de se reporter. Des schémas de principe sont donnés ci-après pour permettre une visualisation rapide de la technique visée.



▲ Figure 5 : Isolation en combles perdus sur plancher bois



▲ Figure 6 : Isolation en combles perdus sur plafond : cas des charpentes traditionnelles



▲ Figure 7 : Isolation en combles perdus sur plafond : cas des fermettes industrielles en W

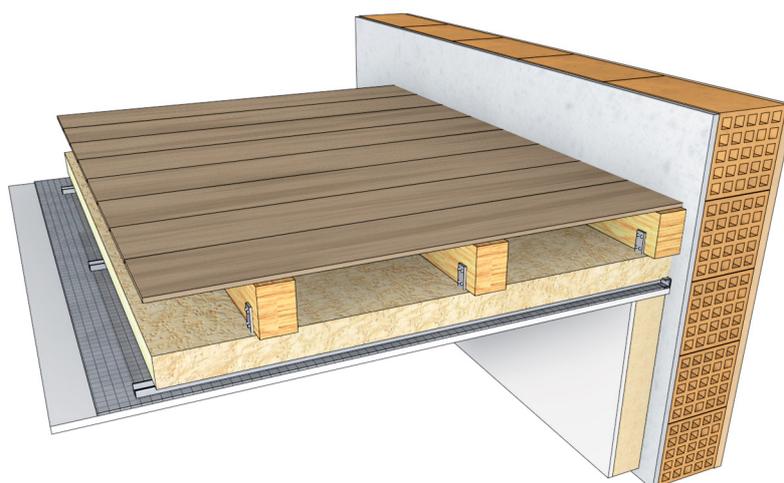
6.1.2. • Isolant posé ou déroulé au-dessous des planchers

Ces procédés font l'objet d'Avis Techniques et des cahiers des prescriptions techniques associés (*e-Cahier du CSTB* n° 3560_V2 et n° 3647) auxquels il convient de se reporter.

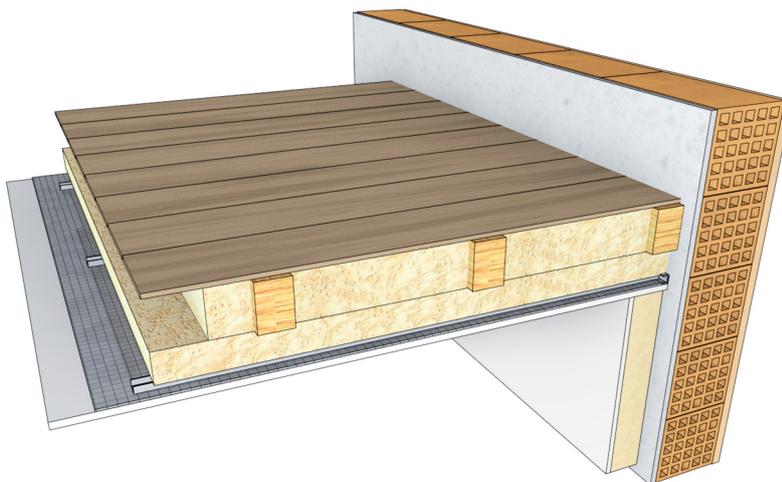
La mise en œuvre des plafonds en plaques de plâtre est définie dans la norme NF DTU 25.41, celle des complexes de doublage fixés mécaniquement dans la norme NF DTU 25.42.

Note

Dans l'attente de la publication de la norme NF DTU 36.2 qui remplacera et annulera la norme DTU 36.1, la mise en œuvre des revêtements intérieurs en bois (lambris en panneaux, en lames ou menuisés) est définie dans la norme DTU 36.1 qui est toujours d'application normative pour les travaux de menuiseries intérieures en bois.



▲ Figure 8 : Isolation en combles perdus sous plancher bois avec isolant sous les solives



▲ Figure 9 : Isolation en combles perdus sous plancher bois avec isolant entre solives et sous solives



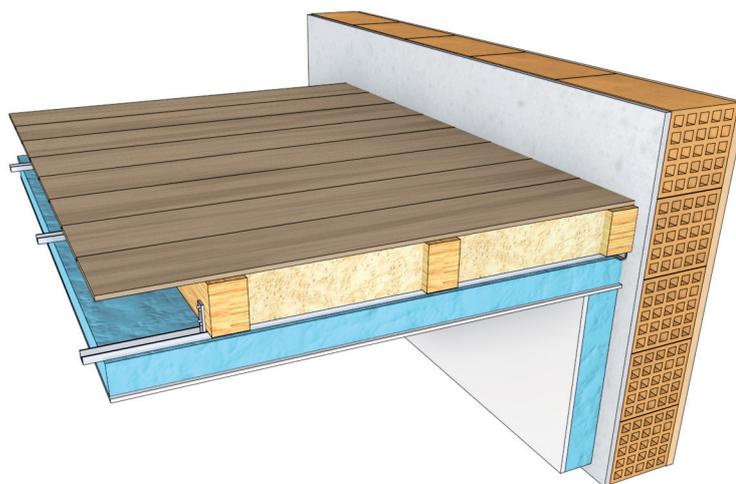
Le § « Planchers-terrasses à ossature bois » (cf. 6.3.2.) traite aussi de ce cas de figure. Il convient de s'y reporter.

6.1.3. • Complexe associé à des panneaux ou rouleaux d'isolant

L'épaisseur maximale des complexes fixés mécaniquement étant limitée à 80 mm, leur mise en œuvre sous combles perdus ne pourra constituer qu'un complément d'isolation thermique, un premier lit d'isolant en panneau ou rouleau étant disposé sous ou entre les ossatures de charpente et maintenu en place par l'ossature support des complexes de doublage. La mise en œuvre des complexes est définie dans la norme NF DTU 25.42.

Note

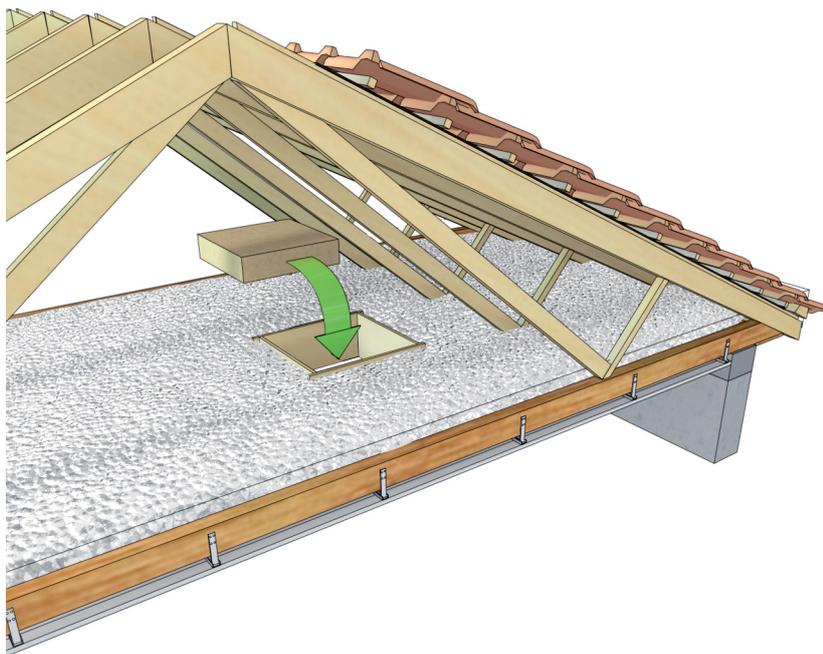
La pose par fixation mécanique des complexes de doublage avec isolant en polystyrène expansé élastifié ou isolant en laine minérale (verre ou roche) n'est pas admise dans ce type de mise en œuvre en raison de la compressibilité du matériau.



▲ Figure 10 : Isolation sous plancher avec complexe de doublage sur ossature métallique

6.1.4. • Isolation par soufflage d'isolant en vrac au-dessus des plafonds et des planchers

Ces procédés font l'objet d'Avis Techniques et d'un cahier des prescriptions techniques communes de mise en œuvre (*e-Cahier du CSTB* n° 3693) auxquels il convient de se reporter.



▲ Figure 11 : Isolation en combles perdus avec isolant soufflé sur plafond

6.1.5. • Cas de la maison à ossature bois

Les produits et/ou les procédés ainsi que les dispositions particulières de mise en œuvre sont définis dans la norme NF DTU 31.2 et dans le catalogue construction bois (www.catalogue-construction-bois.fr).

6.1.6. • Cas des produits réfléchissants

Du fait de leur faible épaisseur, la résistance thermique des produits réfléchissants ne leur permet généralement pas de répondre seuls aux exigences réglementaires liées à la RT. Dans les Avis Techniques, ces produits sont décrits, pour la plupart, comme des compléments d'isolation et non comme des systèmes d'isolation à part entière. Il faudra veiller à ce que la compatibilité des produits minces réfléchissants et de l'isolation complémentaire soit assurée.

Pour la mise en œuvre de ces produits qui nécessite la création d'une, voire de deux lames d'air non ventilées, il convient de se reporter à l'Avis Technique qui définit ces conditions de réalisation.



Une utilisation non pertinente ou de mauvaises conditions de mise en œuvre peuvent conduire à des désordres (exemple : mauvaise ventilation des charpentes ou ossatures bois de maisons).

Les performances thermiques des procédés tiennent compte :

- des essais de durabilité effectués ;
- des mesures d'émissivité ;
- de l'étanchéité à l'air des lames d'air, qui nécessitent un soin particulier à la pose ;
- de la constance d'épaisseur des lames d'air qui nécessitent le respect et des dispositions de réalisation mise en œuvre (pose tendue, agrafée, etc.).

6.2. • Isolation thermique des combles aménagés

S'ils sont destinés à être habités, les combles sont aménagés et une isolation thermique intérieure est mise en œuvre. Elle concerne :

- les plafonds inclinés (rampants) ;
- les plafonds horizontaux ;
- les pieds-droits ;
- les pignons.

Note

L'isolation thermique des pignons est assimilée à l'isolation thermique des parois verticales (cf. 6.4.1.), (cf. 6.4.2.), (cf. 6.4.3.), (cf. 6.4.4.) pour ces configurations.



6.2.1. • Isolation des plafonds inclinés ou horizontaux

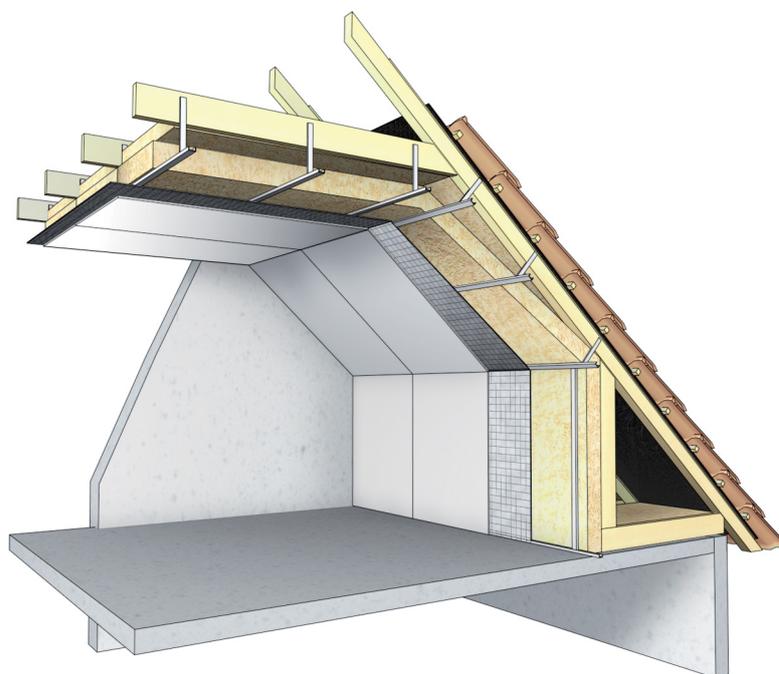
6.2.1.1. • Plaques de plâtre, panneaux, lambris bois sur ossature bois ou métallique avec isolant



▲ Figure 12 : Isolation thermique de rampant et pied-droit en combles aménagés, charpente traditionnelle, parement sur ossature bois non représenté



▲ Figure 13 : Isolation thermique de rampant et pied-droit en combles aménagés, charpente traditionnelle, parement sur ossature métallique



▲ Figure 14 : Isolation thermique de rampant et pied-droit en combles aménagés, fermettes industrielles en A, parement sur ossature métallique (représentation avec plancher béton)



La mise en œuvre des plafonds inclinés ou horizontaux est définie :

- dans la norme NF DTU 25.41 pour les parements constitués de plaques de plâtre sur ossature métallique ou bois ;
- dans la norme NF DTU 25.42 pour les parements constitués de complexes de doublage fixés mécaniquement ;
- dans la norme NF DTU 31.2 pour les lambris en panneaux, lames ou éléments menuisés ;
- dans les Avis Techniques ou les DTA ;
- dans le cahier des prescriptions communes de mise en œuvre des procédés d'isolation thermique de combles (*e-Cahier du CSTB n° 3560_V2*).

Note

Dans l'attente de la publication de la norme NF DTU 36.2 qui remplacera et annulera la norme DTU 36.1, la mise en œuvre des revêtements intérieurs en bois (lambris en panneaux, en lames ou menuisés) est définie dans la norme DTU 36.1 qui est toujours d'application normative pour les travaux de menuiseries intérieures en bois.

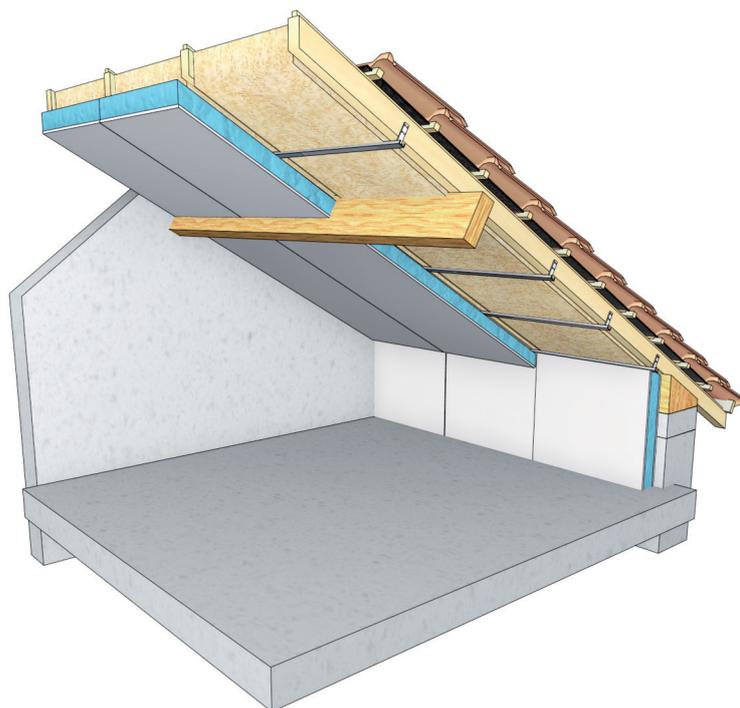
6.2.2. • Isolation thermique des pieds-droits

6.2.2.1. • Complexes d'isolation thermique (plaque-isolant) collés ou fixés mécaniquement

Les dispositions de mise en œuvre de ces procédés sont définies soit dans la norme NF DTU 25.42, soit dans des Avis Techniques ou des DTA. L'isolation thermique est réalisée de la même façon que celle des parois verticales (cf. 6.4.1.)

6.2.2.2. • Sandwiches d'isolation thermique (plaque-isolant-plaque) fixés sur ossature bois

Les dispositions de mise en œuvre en pied-droit de ces procédés sont définies dans la norme NF DTU 25.42. Au-delà d'une hauteur de 1,70 m, la mise en œuvre est la même que celle des parois verticales (cf. 6.4.4.).



▲ Figure 15 : Isolation thermique en combles aménagés de rampant par complexe vissé sur ossature acier et de pied-droit par sandwiches vissés sur ossature bois horizontale

6.2.2.3. • Contre-cloisons en plaques de plâtre, panneaux, lambris sur ossature bois ou métallique, avec isolant

Les dispositions de mise en œuvre de ces procédés sont définies :

- dans la norme NF DTU 25.41 pour les parements en plaques de plâtre ;
- dans la norme NF DTU 31.2 pour les lambris en bois et les panneaux bois ou dérivés du bois rapportés sur une ossature bois porteuse ;
- dans la norme DTU 36.1 pour les lambris en bois et les panneaux bois ou dérivés du bois rapportés sur une ossature bois non porteuse ;
- dans des Avis Techniques ou des DTA ;
- dans le cahier des prescriptions communes de mise en œuvre des procédés d'isolation thermique de combles faisant l'objet d'un Avis Technique (*e-Cahier du CSTB n° 3560_V2*).

Les contre-cloisons sont réalisées de la même façon que les parois verticales (cf. 6.4.2.).

**Note 1**

L'habillage des pieds-droits avec fourrures horizontales fixées sur les montants des fermettes par suspentes comme en rampant n'est pas traité dans ce guide car ce procédé n'est pas visé par la norme NF DTU 25.41.

Note 2

Dans l'attente de la publication de la norme NF DTU 36.2 qui remplacera et annulera la norme DTU 36.1, la mise en œuvre des revêtements intérieurs en bois (lambris en panneaux, en lames ou menuisés) est définie dans la norme DTU 36.1 qui est toujours d'application normative pour les travaux de menuiseries intérieures en bois.

6.2.2.4. • Contre-cloisons maçonnées (briques, blocs béton, béton cellulaire, carreaux de plâtre) avec isolant

Les dispositions de mise en œuvre de ces procédés sont définies soit dans les normes NF DTU les concernant, soit dans des Avis Techniques ou des DTA. Elles sont réalisées de la même façon que les parois verticales.

6.3. • Cas des planchers hauts

6.3.1. • Planchers-terrasses en éléments porteurs en maçonnerie ou béton

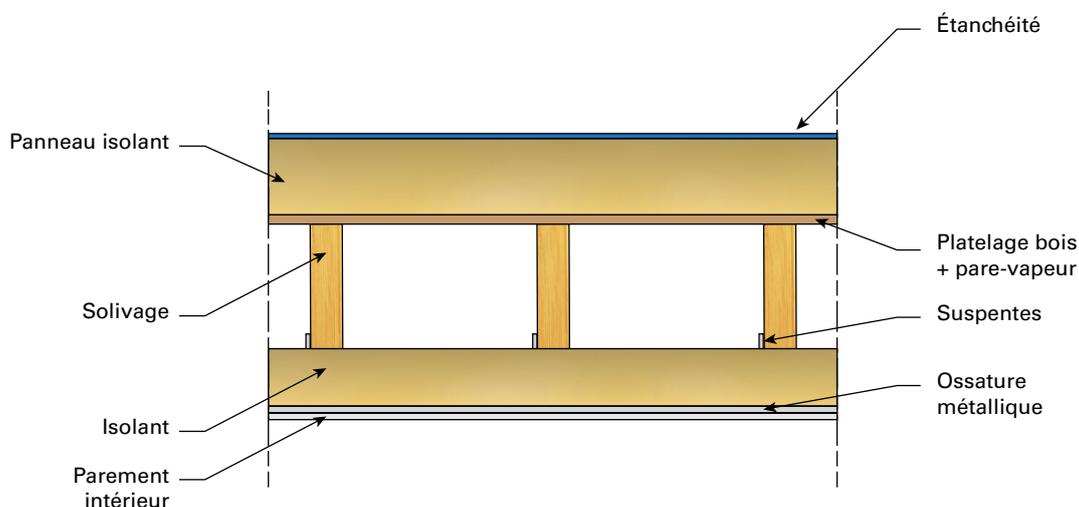
Sauf étude spécifique, l'isolation thermique par l'intérieur, réalisée en sous-face de ces planchers, est fortement déconseillée en raison des risques importants de fissuration des jonctions avec les façades dus aux dilatations thermiques des planchers. Il est recommandé de réaliser l'isolation thermique des planchers hauts de dernier niveau sous terrasse au-dessus du plancher, sur ou sous l'étanchéité selon le procédé d'étanchéité utilisé, conformément aux dispositions des normes NF DTU 20.12 et 43.1, aux Recommandations professionnelles RAGE « Isolation thermique et étanchéité des points singuliers de toiture avec éléments porteurs en maçonnerie », des Avis Techniques ou des DTA.

Par conséquent, ce type de technique n'est pas visé dans le présent document.

6.3.2. • Planchers-terrasses à ossature bois

Dans le cas de toitures-terrasses conformes au DTU 43.4 « Toitures en éléments porteurs en bois et panneaux dérivés du bois avec revêtements d'étanchéité », des prescriptions complémentaires permettent la mise en œuvre d'une couche d'isolant en sous-face du plancher. Ces

prescriptions ont été introduites dans le cadre des Recommandations professionnelles RAGE « Isolation thermique des sous-faces des toitures chaudes à élément porteur en bois » auxquels il convient de se reporter.



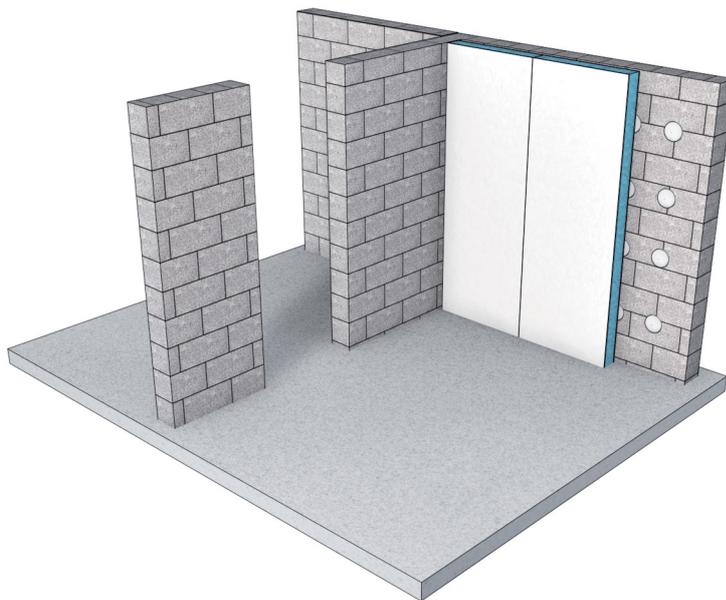
▲ Figure 16 : Principe d'isolation thermique d'une toiture-terrasse à ossature bois

6.4. • Parois verticales

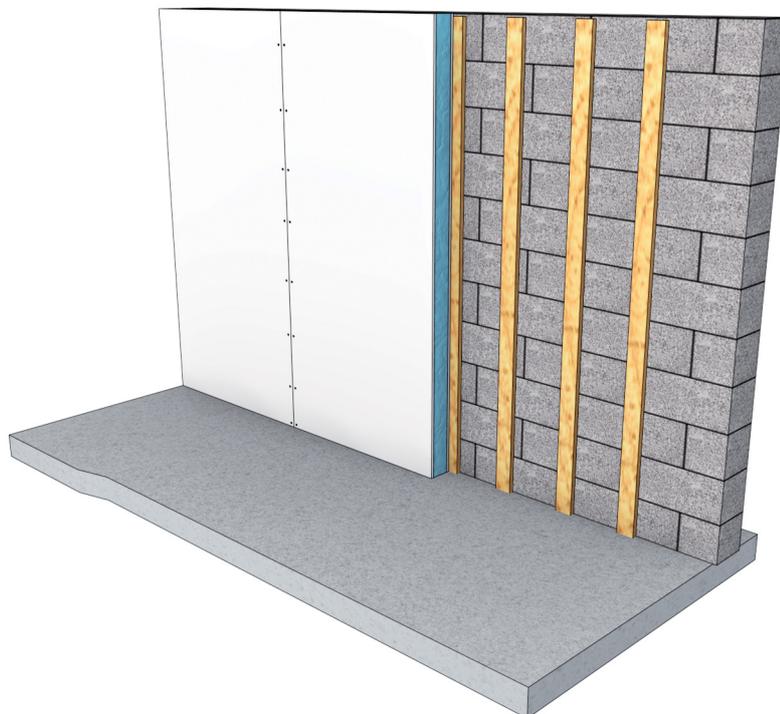
6.4.1. • Complexes d'isolation thermique (plaque-isolant) collés ou fixés mécaniquement

Les dispositions de mise en œuvre de ces procédés sont définies soit dans la norme NF DTU 25.42, soit dans des Avis Techniques ou des DTA.

Les complexes d'isolation thermique sont classés P1, P2 ou P3 en fonction de leur perméabilité à la vapeur.



▲ Figure 17 : Pose collée de complexe de doublage sur murs maçonnés ou béton



▲ Figure 18 : Pose de complexes de doublage par fixation mécanique sur tasseaux bois



6.4.2. • Contre-cloisons en plaques de plâtre, panneaux, lambris bois sur ossature bois ou métallique, avec isolant

Selon la nature de l'isolant, le domaine d'emploi et les spécificités de pose, les dispositions de mise en œuvre de ces procédés sont définies soit dans les normes NF DTU les concernant (cas des isolants manufacturés, mousses plastiques en panneaux ou rouleaux ou laines minérales), soit dans des Avis Techniques ou des DTA (isolants d'origine végétale, procédés par insufflation ou projection humide, spécificités de pose ou domaines d'emploi hors DTU).

Les parois supports visées sont les murs maçonnés relevant de la norme NF DTU 20.1 et les murs béton relevant de la norme NF DTU 23.1.

Les procédés avec plaques de plâtre vissées sur une ossature métallique avec isolant traditionnel en panneaux ou rouleaux posé entre le parement et le support sont mis en œuvre conformément aux spécifications de la norme NF DTU 25.41.

Les ossatures métalliques verticales peuvent ou non comporter des appuis intermédiaires sur la paroi support.

Les procédés de contre-cloison avec plaques de plâtre vissées sur ossature bois devraient être inclus dans une prochaine révision de la norme NF DTU 25.41.

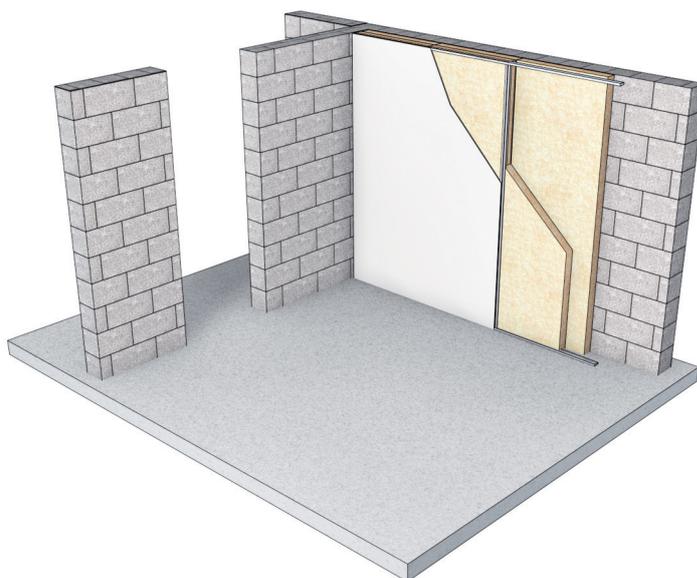
Dans le cas de revêtements intérieurs en bois, ces derniers seront mis en œuvre conformément aux spécifications de la norme DTU 36.1.

Note

Dans l'attente de la publication de la norme NF DTU 36.2 qui remplacera et annulera la norme DTU 36.1, la mise en œuvre des revêtements intérieurs en bois (lambris en panneaux, en lames ou menuisés) est définie dans la norme DTU 36.1 qui est toujours d'application normative pour les travaux de menuiseries intérieures en bois.

6.4.2.1. • Contre-cloisons en plaques de plâtre sur ossature métallique sans appui intermédiaire

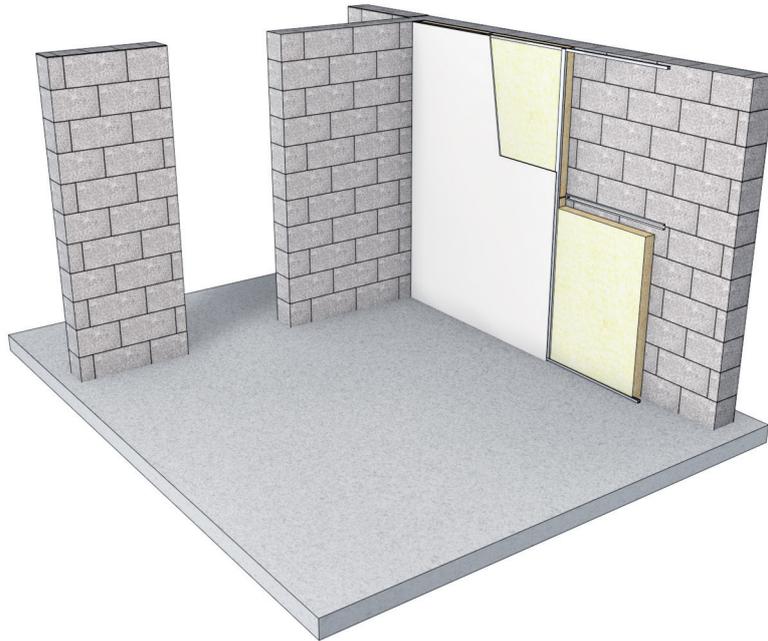
Les ossatures sont constituées de montants verticaux positionnés dans des rails hauts et bas fixés au gros œuvre. L'isolant rigide ou semi-rigide est constitué de deux couches, la première positionnée contre la paroi support et la seconde entre les montants de la contre-cloison. Lorsque nécessaire, un pare-vapeur est inséré entre la plaque de plâtre et l'ossature.



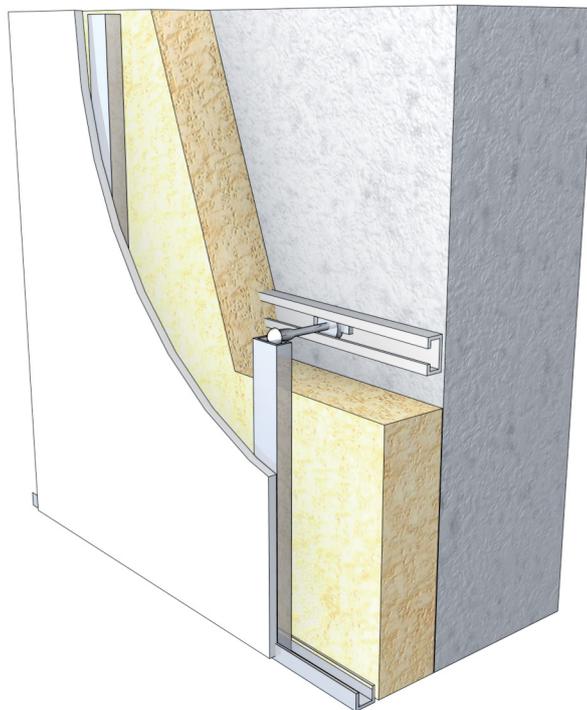
▲ Figure 19 : Contre-cloison en plaques de plâtre sur ossature métallique sans appui intermédiaire avec deux couches d'isolant

6.4.2.2. • Contre-cloisons en plaque de plâtre sur ossature métallique avec appui intermédiaire

Les ossatures sont constituées de fourrures verticales de faible inertie positionnées dans des rails hauts et bas fixés au gros œuvre. Des appuis intermédiaires sont disposés à mi-hauteur entre la paroi support et les fourrures. L'isolant semi-rigide est positionné entre la paroi support et les fourrures. Lorsque nécessaire, un pare-vapeur est inséré entre la plaque de plâtre et l'ossature.



▲ Figure 20 : Contre-cloison en plaques de plâtre sur ossature métallique avec appui intermédiaire et isolant monocouche



▲ Figure 21 : Détail au droit d'un appui intermédiaire

**Note 1**

La performance thermique globale de ces contre-cloisons dépendra du type d'appui intermédiaire (plastique, acier, PSE, etc.) et du nombre d'appuis (voir exemples de calcul de résistance thermique de la [FICHE 9]).

Note 2

Le cas des contre-cloisons avec montants métalliques verticaux et appuis intermédiaires (art. 6.4.2 de la norme NF DTU 25.41) n'est pas traité dans ce guide.

6.4.2.3. • Contre-cloisons en plaques de plâtre sur ossature bois

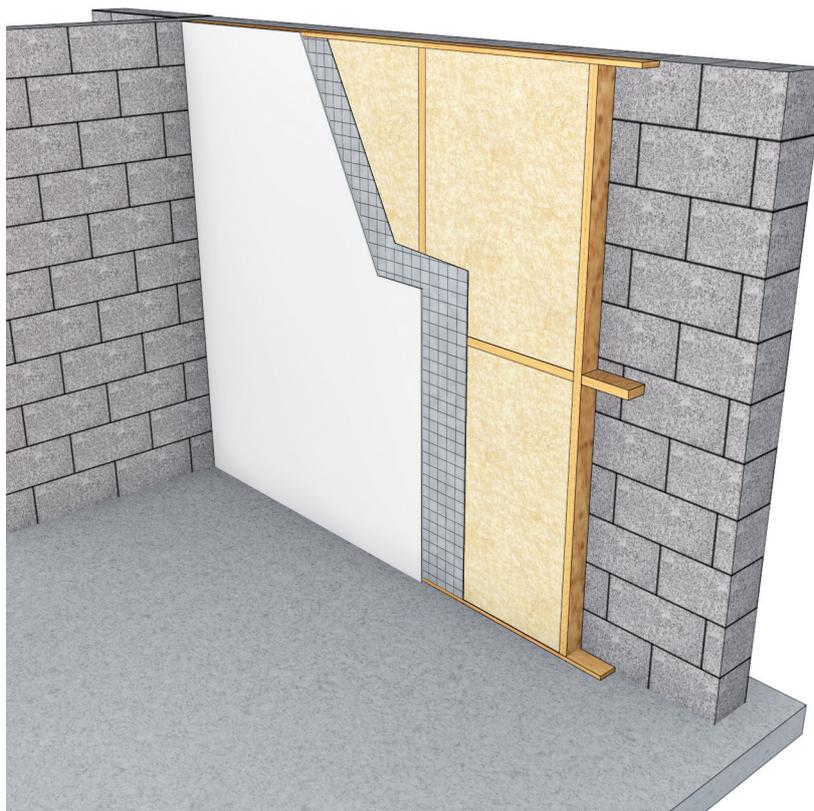
Les ossatures sont constituées de montants bois verticaux solidarisés avec des lisses hautes et basses fixées au gros œuvre. L'isolant semi-rigide est constitué d'une ou de deux couches.

Dans le cas d'une couche unique, l'isolant est inséré entre les montants bois.

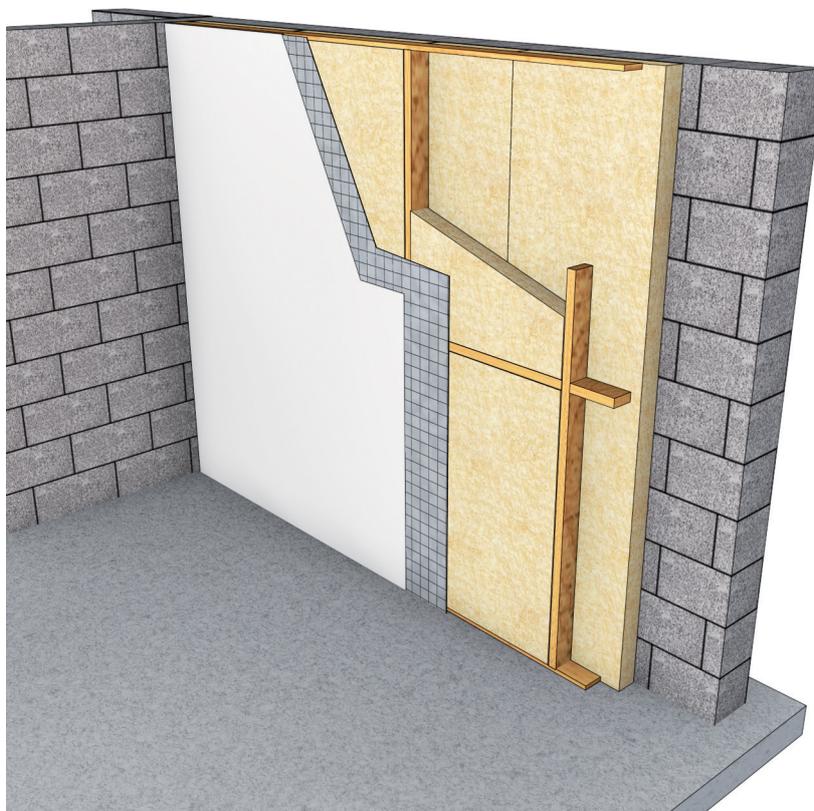
Dans le cas de deux couches, la première est positionnée contre la paroi support et la seconde entre les montants de la contre-cloison. Un pare-vapeur est nécessaire. Il peut être soit inséré entre la plaque de plâtre et l'ossature, soit être précollé au dos de la plaque de plâtre (plaque pare-vapeur).

Note

À la date de publication de ce guide, cette technique n'est pas visée dans la norme NF DTU 25.41. Une révision de cette norme est programmée.



▲ Figure 22 : Contre-cloison en plaques de plâtre sur ossature bois avec une seule couche d'isolant entre les ossatures



▲ Figure 23 : Contre-cloison en plaques de plâtre sur ossature bois avec deux couches d'isolant, l'une derrière l'ossature et l'autre entre les ossatures



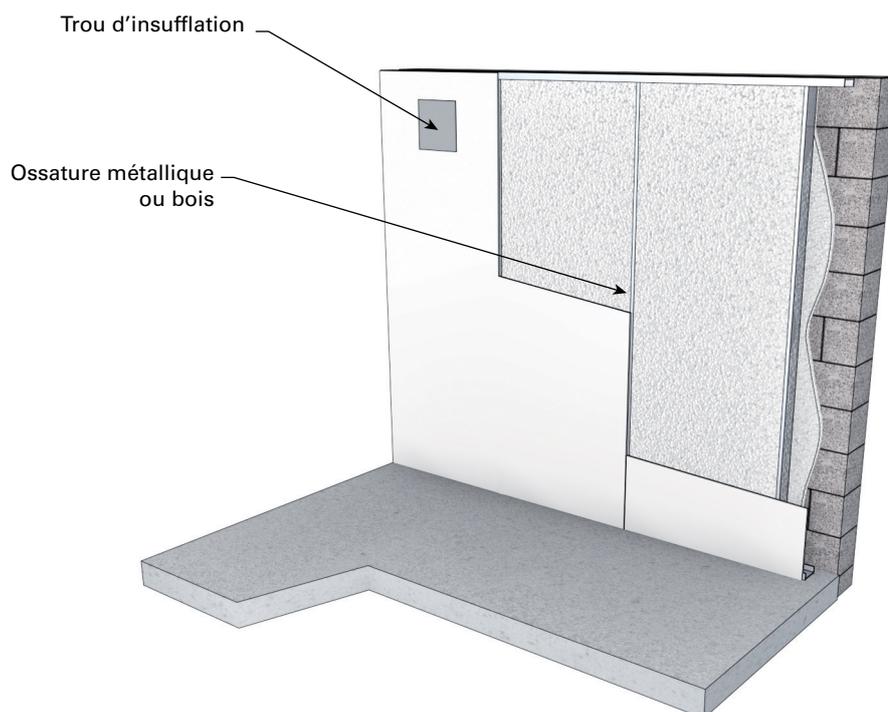
6.4.2.4. • Contre-cloisons en plaques de plâtre, panneaux, lambris sur ossature bois ou métallique avec isolant en vrac insufflé

Lorsque l'isolant est mis en place après la pose de la contre-cloison, il s'agit d'un isolant en vrac (laine de verre, mousse de polyuréthane ou ouate de cellulose adjuvantée) insufflé dans le vide entre la contre-cloison et la paroi à doubler.

Ces procédés font l'objet d'Avis Techniques et d'un Cahier des Prescriptions Techniques communes de mise en œuvre d'isolation thermique de murs par insufflation d'isolant en vrac (*e-Cahier du CSTB n° 3723*) auxquels il convient de se reporter.

Note

Certains procédés permettent également le remplissage des cavités par projection humide sur la paroi à doubler avant mise en place d'un pare-vapeur et montage de la contre-cloison.



▲ Fig 24 : Contre-cloison sur ossature bois ou métallique avec isolant en vrac insufflé dans la cavité

6.4.2.5. • Contre-cloisons en plaques de plâtre, panneaux, lambris sur ossature bois ou métallique avec isolant d'origine végétale

Hormis les spécificités de domaine d'emploi ou de pose découlant des caractéristiques techniques de ces isolants, les dispositions générales de mise en œuvre de ces procédés sont celles des procédés similaires avec isolant en laine minérale.

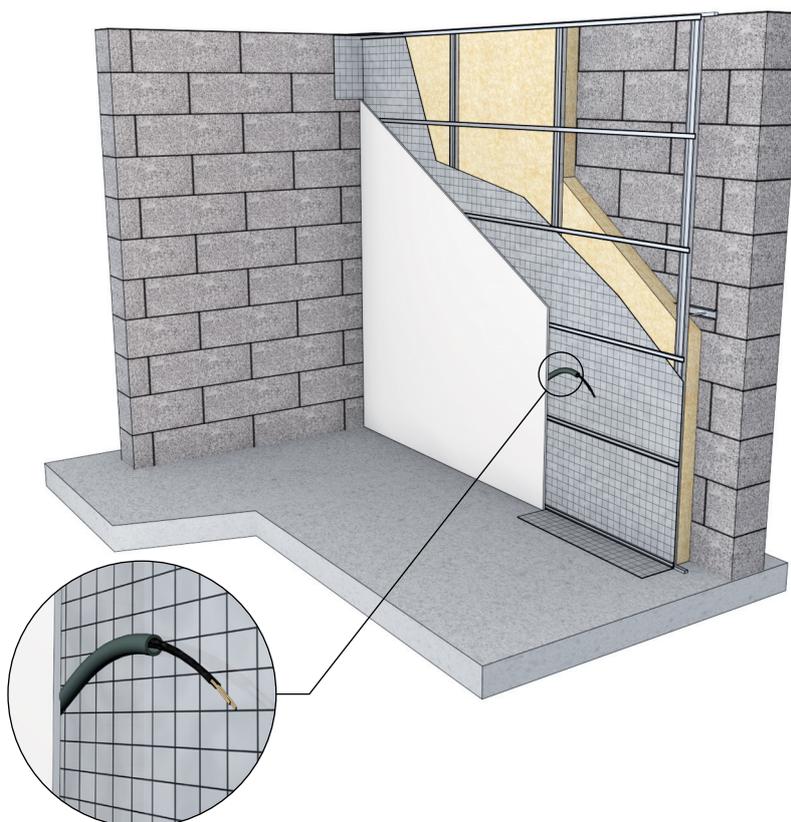
L'emploi d'un pare-vapeur est obligatoire du fait des caractéristiques de ces isolants.

Ces produits font l'objet d'Avis Techniques et d'un cahier des prescriptions techniques communes de mise en œuvre (*e-Cahier du CSTB* n° 3728) auxquels il convient de se reporter.

6.4.2.6. • Contre-cloisons en plaques de plâtre, panneaux, lambris sur ossature bois ou métallique avec appui intermédiaire, isolant et membrane d'étanchéité à l'air

Ces procédés diffèrent des procédés traditionnels visés plus hauts (cf. 6.4.2.1.), (cf. 6.4.2.2.), (cf. 6.4.2.3.), (cf. 6.4.2.4.) par une étanchéité à l'air renforcée par adjonction d'une membrane continue étanche à l'air et indépendante du parement de la contre-cloison.

Ces produits font l'objet d'Avis Techniques auxquels il convient de se reporter.



▲ Figure 25 : Contre-cloison en plaques de plâtre sur ossature métallique avec appui intermédiaire, isolant monocouche et membrane d'étanchéité à l'air



6.4.3. • Contre-cloisons maçonnées (briques, blocs béton, béton cellulaire, carreaux de plâtre) avec isolant

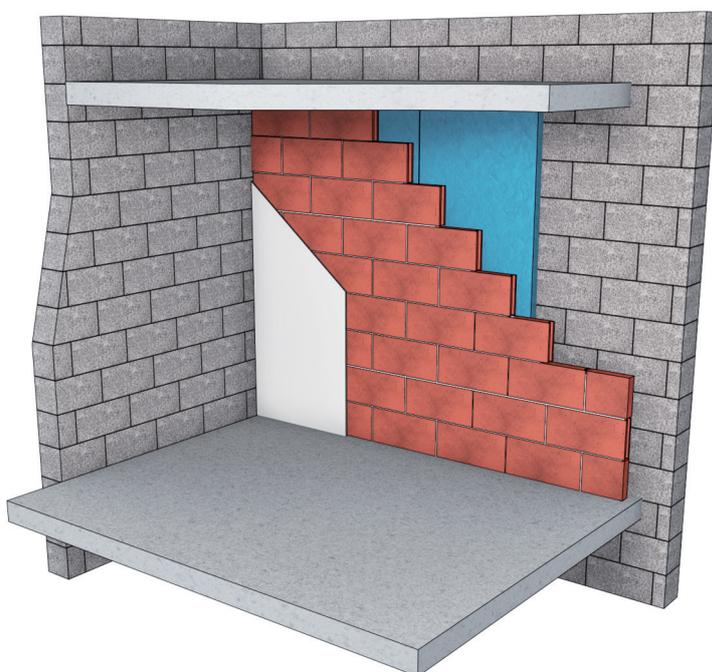
Les contre-cloisons maçonnées en carreaux de plâtre avec isolants traditionnels sont réalisées conformément aux spécifications de la norme NF DTU 25.31.

Les contre-cloisons en maçonnerie de petits éléments (blocs béton, briques, béton cellulaire) avec isolants traditionnels sont réalisées conformément aux spécifications de la norme NF DTU 20.13.

Dans ces cas, l'isolant est mis en place avant la pose de la contre-cloison, il s'agit le plus souvent d'isolant manufacturés en panneaux ou rouleaux semi-rigides.

Lorsque l'isolant est mis en place après la pose de la contre-cloison, il s'agit d'un isolant en vrac (laine de verre ou ouate de cellulose imprégnées) insufflé dans le vide entre la contre-cloison et la paroi à doubler. L'épaisseur minimale de la cavité varie selon les procédés.

Ces procédés font l'objet d'Avis Techniques et d'un Cahier des Prescriptions Techniques communes de mise en œuvre d'isolation thermique de murs par insufflation d'isolant en vrac (*e-Cahier du CSTB n° 3723*) auxquels il convient de se reporter.



▲ Figure 26 : Exemple de contre-cloison maçonnée en brique creuse avec enduit plâtre et isolant en panneaux rigides



6.4.4. • Contre-cloisons en plaques de plâtre, panneaux, lambris bois sur ossature bois ou métallique, avec isolant en doublage de murs ossature bois

Les contre-cloisons visées par les articles du chapitre 6.4.2 traitent de l'isolation thermique par l'intérieur des murs béton et des murs maçonnés. Les procédés visés dans ce paragraphe étendent le domaine d'emploi de ces cloisons aux murs extérieurs à ossature bois relevant de la norme NF DTU 31.2.

6.4.4.1. • Contre-ossature avec laine minérale et parement intérieur, rapportée sur murs à ossature bois (DTU 31.2)

La solution est constituée d'un revêtement intérieur en plaques de plâtre rapporté sur une contre-ossature horizontale en bois.

Les parements intérieurs en plaques de plâtre sont mis en œuvre conformément aux spécifications de la norme NF DTU 25.41.

Note

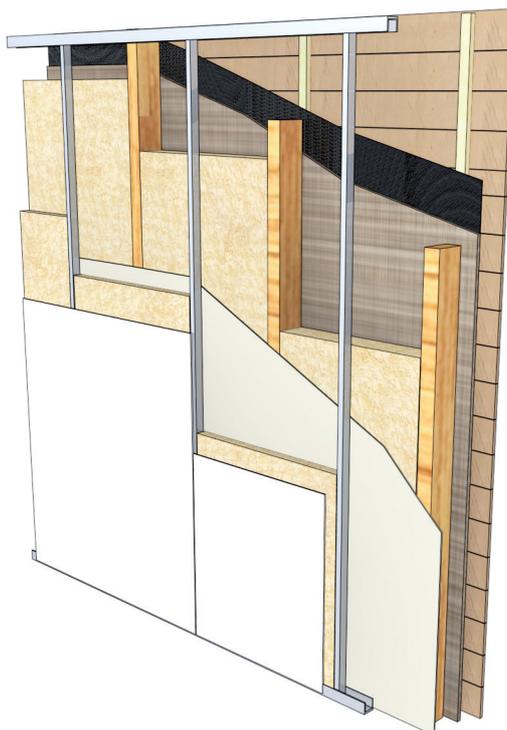
Le revêtement intérieur peut également être constitué de lambris en panneaux, lames ou éléments menuisés, fixés mécaniquement sur les contre-ossatures. Ces éléments seront mis en œuvre conformément aux spécifications de la future norme NF DTU 36.2.

Conformément à la norme NF DTU 31.2, un pare-vapeur continu est mis en œuvre sur l'intégralité de l'ossature porteuse de la paroi en respectant la règle des 1/3-2/3 pour les résistances thermiques des deux couches d'isolant.

L'isolant minéral, en panneau ou rouleau est semi-rigide conformément aux spécifications du DTU 31.2. Il est maintenu entre les éléments de contre-ossature sur lesquels sont fixés le parement intérieur (plaque de plâtre, lambris, etc.).

Note

Des isolants d'origine végétale peuvent être mis en œuvre. Ces produits font l'objet d'Avis Techniques et d'un cahier des prescriptions techniques communes de mise en œuvre (*e-Cahier du CSTB* n° 3728) auxquels il convient de se reporter.



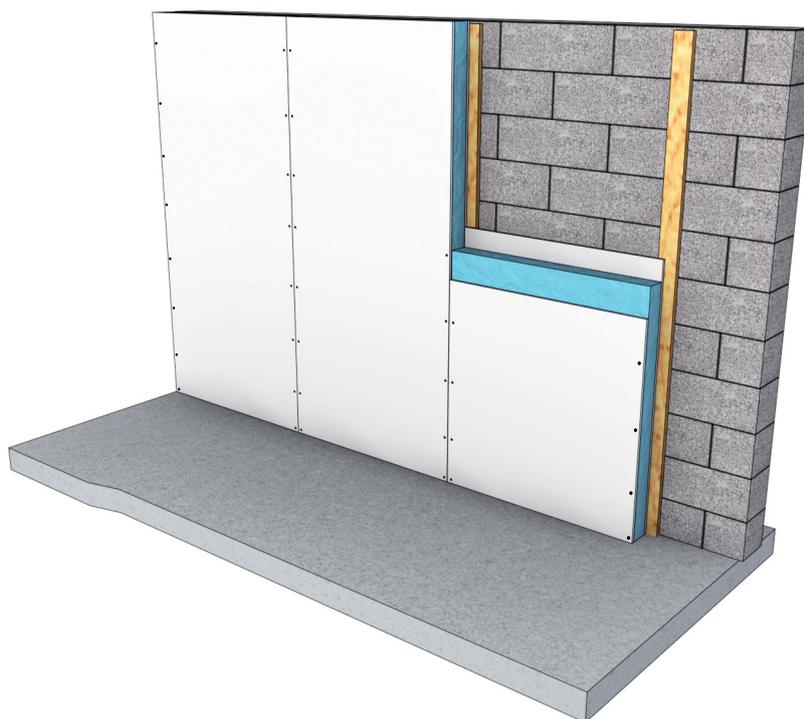
▲ Figure 28 : Complément d'isolation par l'intérieur d'un mur à ossature bois par doublage en plaque de plâtre sur ossature métallique

6.4.5. • Sandwiches d'isolation thermique (plaque-isolant-plaque) fixés sur ossature bois

Les dispositions de mise en œuvre de ces procédés sont définies soit dans la norme NF DTU 25.42, soit dans des Avis Techniques ou des DTA.

Note

La fixation sur ossature horizontale n'est pas retenue dans ce guide car elle ne permet pas de ménager une lame d'air continue entre le panneau isolant et la paroi support.



▲ Figure 29 : Contre-cloison constituée de sandwichs d'isolation thermique : pose sur tasseaux verticaux

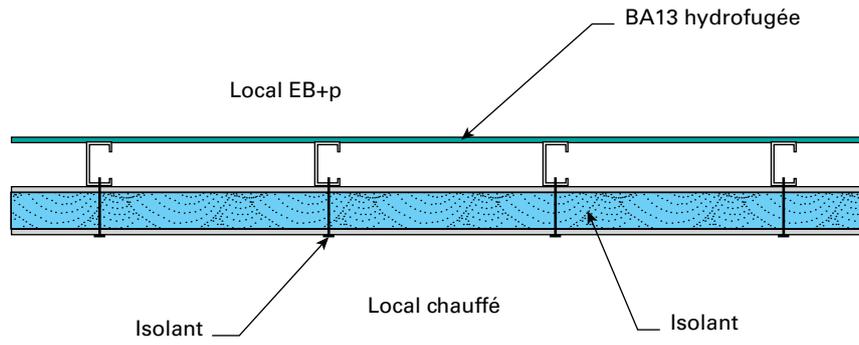
6.4.6. • Cloisons distributives avec isolant thermique incorporé et/ou doublage rapporté

Les cloisons visées sont :

- les cloisons maçonnées (blocs de béton, béton cellulaire, briques, carreaux de plâtre) avec isolation thermique rapportée (complexe de doublage, contre-cloison sur ossature, etc.) ;
- les cloisons en plaques de plâtre sur ossature bois ou métal avec isolation thermique incorporée et/ou rapportée ;
- les autres types de cloisons distributives sous Avis Technique ou DTA.

Le domaine d'emploi concerne les parois intérieures non porteuses séparant un local chauffé d'un local non chauffé (exemple : cloisons sur garage, cloisons sur cellier, circulations communes, etc.)

Les dispositions de mise en œuvre des cloisons et des doublages éventuellement rapportés sont définies dans les normes NF DTU ou dans les Avis Techniques ou DTA des procédés.



▲ Figure 30 : Exemple de doublage thermique rapporté sur un parement de cloison à ossature métallique/coupe horizontale



Retours d'expériences et acceptation des supports

7



7.1. • Principaux points critiques identifiés par les retours d'expériences des bâtiments BBC

Suite à la mise en application de la réglementation thermique 2012 et au développement des bâtiments à basse consommation (BBC), l'Agence Qualité Construction (AQC) a lancé une étude spécifique sur les retours d'expériences sur ces bâtiments afin :

- d'accompagner les acteurs de la construction ;
- d'éviter l'apparition de désordres spécifiques à la construction BBC.

L'ensemble des points critiques identifiés dans le cadre de ces travaux sont disponibles dans le rapport RAGE « Retour d'expériences (REX)– Bâtiments performants et risques ». Les principaux points critiques listés ci-après et extraits de ce rapport, constituent autant de points de vigilance et de traitements particuliers à traiter en vue d'éviter des contre-performances et/ou des pathologies.

Ces points critiques concernent :

- la conception :
 - les ponts thermiques : passage des solives dans la couche d'isolant pour les planchers intermédiaires dans le cas des constructions à ossatures bois, traitement de l'isolation périphérique des planchers bas, etc. ;
 - le confort d'été et l'inertie : défaut de prise en compte du confort d'été dans la conception (inertie, protection solaire, optimisation des apports solaires). Ce défaut est particulièrement dommageable pour les surchauffes d'été et d'intersaisons des bâtiments BBC isolés par l'intérieur

- les produits/procédés et la mise en œuvre :
 - le traitement de l'étanchéité à l'air : le rapport fait ressortir que la majorité des problèmes d'étanchéité à l'air se situe au niveau des interfaces : entre les matériaux et entre les corps d'état. Il ressort également que dans la moitié des opérations visitées l'étanchéité à l'air a été réalisée avec des matériaux non adaptés.

Ouvrages/ conception	Localisation	Défauts recensés dus aux produits/procédés	Défauts recensés dus à une mauvaise mise en œuvre
Ouvertures	Menuiserie Trappes de désenfumage Trappes de visites Lanterneaux	Utilisation de matériaux non adaptés Durabilité insuffisante des produits de jonctions Autres défauts intrinsèques d'étanchéité à l'air des produits (trappes de visites, coffre de volet roulants)	Non-respect des tolérances dans la mise en œuvre Non-respect des consignes de mise en œuvre
Éléments de structure : constructions bois, constructions métalliques, maçonneries	Interface solives-po-teaux Joints horizontaux plancher-façade, murs/toit Joints verticaux des murs mitoyens, mur de garage Trous de banches	Présence d'un vide d'air important (jusqu'à 10 cm) entre les 2 couches d'isolant (posé en couches croisées), isolant trop tassé, découpe des panneaux d'isolant non précise (déchirement, coupe irrégulière) engendrant des ponts thermiques et des passages d'air aux jonctions entre panneaux	Percements ou déchirure des membranes pare-vapeur lors des stockages sur chantier et de la mise en œuvre Manque de soins dans la préparation des supports avant doublage Le traitement non satisfaisant des jonctions entre le gros œuvre, les menuiseries extérieures et le procédé d'isolation thermique par l'intérieur qui génèrent des défauts au niveau de l'étanchéité à l'air du bâti
Traitement des points singuliers	Traversées de l'enveloppe (réseaux de fluides ou canalisations), conduits d'évacuation des fumées Joints de dilatation et de fractionnement	Utilisation de matériaux non adaptés Durabilité insuffisante des produits de jonctions	Absence ou défauts de conception ou de mise en œuvre des traversées Absence de traitement de l'étanchéité à l'air au droit des joints de dilatation et de fractionnement Interfaces avec les corps d'état techniques (plombier, chauffagiste, électricien,...) : au droit des incorporations et des traversées (risque de dégradation de l'étanchéité à l'air du doublage, pas de remise en état après intervention)

▲ Tableau 1 : Récapitulatif des défauts constatés



Des désordres ayant un impact sur la performance des équipements ont également été recensés, ils concernent notamment le positionnement, le dimensionnement et l'accessibilité des composants de ventilation.

L'exposition aux intempéries durant la phase de chantier est également une source de désordres :

- accumulation importante d'eau de pluie dans la paroi pendant le chantier avec transfert d'humidité dans l'isolant après mise en œuvre du doublage
- infiltration d'eau dans l'isolant sur chantier, l'humidité se trouve ensuite piégée dans l'isolant entre la membrane d'étanchéité à l'air côté intérieur et la membrane d'étanchéité à l'eau côté extérieur ;
- développement de moisissures sur les parements intérieurs, les boiseries et les menuiseries dû à un excès d'humidité et/ou à un défaut de ventilation ;
- dégradation des parements intérieurs en plaques de plâtre en pied de mur du fait de la condensation et des défauts d'étanchéité du bâtiment en phase chantier ;
- difficulté de séchage des enduits intérieurs du fait de la température, de l'hygrométrie ambiante et/ou d'un défaut de ventilation.



Il est indispensable de prendre les dispositions nécessaires en vue d'assurer une ventilation provisoire des locaux durant la phase chantier.

Après livraison, les points sensibles ayant un impact sur le maintien de la performance de l'étanchéité à l'air ont été signalés : dégradation de l'étanchéité à l'air du fait de percements de l'enveloppe pour l'installation des meubles de cuisine, de hotte aspirante, la fixation de tableaux, d'étagères, de décorations diverses...

7.2. • Acceptation des supports des procédés d'isolation thermique par l'intérieur

Les procédés d'isolation thermique par l'intérieur sont mis en œuvre sur des supports verticaux (murs, cloisons) et sur des supports horizontaux et/ou inclinés (planchers, plafonds, charpente de combles). Les performances thermiques de ces procédés et leur durabilité dépendent pour partie des caractéristiques techniques des supports : résistance mécanique, état de surface, planimétrie, étanchéité à l'air, perméabilité à la vapeur d'eau, teneur en eau, etc.

Il est donc indispensable, lors de la phase d'acceptation des supports, de vérifier leur conformité avec les règles de l'art (normes DTU concernées) ou les dispositions particulières des procédés d'isolation thermique visées dans les Avis techniques ou DTA.



7.2.1. • Parois verticales porteuses

Ces parois sont généralement des murs extérieurs de façade et de pignon.

7.2.1.1. • Murs en béton banché (relevant de la norme NF DTU 23.1)

Il convient de vérifier notamment :

- l'épaisseur minimale du mur (classement du type de mur du point de vue de sa résistance à la pénétration de la pluie) ;
- la planimétrie et l'état de surface du mur côté intérieur (aptitude au collage par plots de mortiers adhésifs à base de plâtre) ;
- le rebouchage effectif des trous de banche ;
- l'étanchéité à l'air des pénétrations et des jonctions avec les menuiseries et coffres de volets roulants (test d'étanchéité à l'air éventuel).

7.2.1.2. • Murs en maçonnerie enduite (relevant des normes NF DTU 20.1 et DTU 26.1)

Il convient de vérifier notamment :

- l'épaisseur du mur et sa composition (classement du type de mur du point de vue de sa résistance à la pénétration de la pluie) ;
- la présence et l'état de l'enduit extérieur (étanchéité à l'air) ou à défaut la présence de l'enduit intérieur assurant cette même fonction ;
- la planimétrie et l'état de surface du mur côté intérieur (aptitude au collage par plots de mortiers adhésifs à base de plâtre) ;
- l'étanchéité à l'air des pénétrations et des jonctions avec les menuiseries et coffres de volets roulants (test d'étanchéité à l'air éventuel).

7.2.1.3. • Murs en maçonnerie non enduite à l'extérieur (relevant de la norme NF DTU 20.1)

Il convient de vérifier notamment :

- l'épaisseur du mur et sa composition (classement du type de mur du point de vue de sa résistance à la pénétration de la pluie)
- la planimétrie et l'état de surface du mur côté intérieur (aptitude au collage par plots de mortiers adhésifs à base de plâtre)
- l'étanchéité à l'air des pénétrations et des jonctions avec les menuiseries et coffres de volets roulants (test d'étanchéité à l'air éventuel).



7.2.1.4. • Parois à ossature bois (relevant de la norme NF DTU 31.2)

Il convient de vérifier notamment :

- la composition du mur ;
- la présence d'un pare pluie côté extérieur ;
- le taux d'humidité des bois ;
- la planimétrie du mur côté intérieur (particulièrement en cas de fixation mécanique directe du parement intérieur) ;
- l'étanchéité à l'air des pénétrations et des jonctions avec les menuiseries et coffres de volets roulants.

7.2.1.5. • Parois à ossature métallique (relevant des normes NF EN 1090 et NF DTU 32.3)

Il convient de vérifier notamment :

- la composition du mur ;
- la présence d'un pare pluie côté extérieur ;
- la planimétrie du mur côté intérieur (particulièrement en cas de fixation mécanique directe du parement intérieur) ;
- l'étanchéité à l'air des pénétrations et des jonctions avec les menuiseries et coffres de volets roulants.

7.2.2. • Parois verticales non porteuses

Ces parois sont généralement des cloisons séparant des volumes chauffés d'espaces non chauffés.

7.2.2.1. • Cloisons maçonnées en petits éléments (bloc de béton ou en brique) (relevant de la norme NF DTU 20.13)

Il convient de vérifier notamment :

- la nature, l'épaisseur de la cloison et sa composition ;
- la planimétrie et l'état de surface du parement à doubler (aptitude au collage par plots de mortiers adhésifs à base de plâtre) ;
- le taux d'humidité de la cloison ;
- l'étanchéité à l'air des pénétrations et des jonctions avec les huisseries (test d'étanchéité à l'air éventuel).



7.2.2.2. • Cloisons en carreaux de plâtre (relevant de la norme NF DTU 25.31)

Il convient de vérifier notamment :

- l'épaisseur de la cloison ;
- la planimétrie et l'état de surface de la cloison (aptitude au collage par plots de mortiers adhésifs à base de plâtre) ;
- le taux d'humidité des carreaux de plâtre ;
- l'étanchéité à l'air des pénétrations et des jonctions avec les huisseries (test d'étanchéité à l'air éventuel).

7.2.2.3. • Cloisons en plaques de plâtre sur ossature bois ou métallique (relevant de la norme NF DTU 25.41 de l'Avis Technique ou de DTA)

Il convient de vérifier notamment :

- la nature, l'épaisseur et la composition de la cloison ;
- la planimétrie et l'état de surface du parement à doubler (aptitude au collage par plots de mortiers adhésifs à base de plâtre) ;
- le taux d'humidité des plaques de plâtre ;
- l'étanchéité à l'air des pénétrations et des jonctions avec les huisseries (test d'étanchéité à l'air éventuel).

7.2.2.4. • Cloisons en plaques autres que plâtre (plaques fibrées à base de plâtre ou de ciment) sur ossature bois ou métallique (relevant de l'Avis Technique ou de DTA)

Il convient de vérifier notamment :

- la nature, l'épaisseur et la composition de la cloison ;
- la planimétrie et l'état de surface du parement à doubler (aptitude au collage par plots de mortiers adhésifs à base de plâtre) ;
- le taux d'humidité des parements ;
- l'étanchéité à l'air des pénétrations et des jonctions avec les huisseries (test d'étanchéité à l'air éventuel).

7.2.2.5. • Cloisons ossature bois non porteuse avec revêtement intérieur en bois (relevant de la norme DTU 36.1 puis de la norme NF DTU 36.2 à sa publication)

Il convient de vérifier notamment :

- la composition de la cloison ;
- la planimétrie et l'état de surface du parement à doubler ;



- le taux d'humidité des parements ;
- l'étanchéité à l'air des pénétrations et des jonctions avec les huisseries (test d'étanchéité à l'air éventuel) ;

7.2.3. • Combles perdus

Le support de l'isolant à mettre en place sera, soit la paroi horizontale supérieure constituant le plancher haut, soit un plafond horizontal lui-même fixé sous la charpente du comble. L'isolant sera, selon les cas, positionné sur le plancher existant ou sur le plafond à mettre en œuvre.

Si un pare-vapeur doit être appliqué (membrane ou plaques revêtues de pare-vapeur), celui-ci doit être mis en œuvre côté chaud, sous l'isolant.

7.2.3.1. • Structure horizontale support

- charpente bois traditionnelle : technique relevant du DTU 31.1 ;
- charpente métallique : technique relevant du DTU 32.1 ;
- charpente bois industrielle, type ferme en W : technique relevant du DTU 31.3 ;
- planchers dalle pleine béton : technique courante relevant du DTU 21 ;
- planchers dalles alvéolées en béton précontraint : technique courante relevant du DTU 23.2 ;
- plancher sur bac collaborant : techniques relevant des Avis Techniques/DTA et CPT associés ;
- planchers poutrelles et hourdis (nature des poutrelles, des hourdis et des entrevous) : technique relevant d'Avis Techniques, DTA et CPT Planchers associés ;
- planchers bois (nature des dalles, panneaux, etc.) : technique relevant du DTU 31.1 et du DTU 51.3.

Il convient de vérifier notamment :

- la nature et la composition du support, l'entraxe des supports (en cas de fixation de plafond) et l'état du support (sain et sec) ;
- l'aptitude de la structure à supporter le poids du procédé d'isolation ;
- le taux d'humidité des charpentes bois ;
- l'étanchéité à l'air des planchers dalle béton ou poutrelles et hourdis (reboucher les réservations) ;
- l'étanchéité à l'air des planchers bois (membrane d'étanchéité à l'air sous l'isolant) ;
- l'étanchéité à l'air des pénétrations (conduits d'eau d'air, de fumée) et des jonctions avec les trappes de visite (test d'étanchéité à l'air éventuel).

7.2.4. • Combles aménagés

Les combles aménagés sont généralement constitués d'une structure porteuse (béton, poutrelles hourdis, charpente bois ou métallique) horizontale ou inclinée, elle-même support d'un plafond.

Selon les cas, ils peuvent également comporter des pointes de pignons ainsi que des pieds droits.

Seules les toitures froides ventilées seront examinées ici.

Les couvertures concernées seront celles visées dans les normes NF DTU de la série 40.

7.2.4.1. • Parois horizontales support

Composition de la structure :

- charpente bois traditionnelle : technique relevant du DTU 31.1 ;
- charpente métallique : technique relevant du DTU 32.1 ;
- charpente bois industrielle, type fermette en A : technique relevant du DTU 31.3 ;
- planchers dalle pleine béton : technique courante relevant du DTU 21 ;
- planchers dalles alvéolées en béton précontraint : technique courante relevant du DTU 23.2 ;
- planchers dalle avec prédalle béton ou bac collaborant : techniques relevant des Avis Techniques/DTA et CPT associés ;
- planchers poutrelles et entrevous, suivant nature des poutrelles et des entrevous : technique relevant des Avis Techniques, DTA et CPT Planchers associés ;
- planchers bois (suivant nature des dalles, panneaux, etc.) : technique relevant des DTU 31.1 et 51.3 ;

Il convient de vérifier notamment :

- la nature et la composition du support, l'entraxe des supports (en cas de fixation de plafond et l'état du support (sain et sec) ;
- l'aptitude de la structure à supporter le poids du procédé d'isolation ;
- le taux d'humidité des charpentes bois ;
- le taux d'humidité des charpentes bois ;
- l'étanchéité à l'air des pénétrations (conduits d'eau, d'air, de fumée) et des jonctions avec les trappes de visite (test d'étanchéité à l'air éventuel).



7.2.4.2. • Parois inclinées support

Composition de la structure :

- charpente bois traditionnelle : technique relevant du DTU 31.1 ;
- charpente métallique : technique relevant du DTU 32.1 ;
- charpente bois industrielle, type ferme en A : technique relevant du DTU 31.3 ;
- plancher rampant poutrelles/hourdis : technique relevant d'Avis Technique, DTA et CPT Planchers associé.

Il convient de vérifier notamment :

- la nature et la composition du support, l'entraxe des supports (en cas de fixation de plafond) ;
- le taux d'humidité des charpentes bois ;
- l'étanchéité à l'air des planchers poutrelles et hourdis (reboucher les réservations) ;
- la présence et la nature de l'écran de sous-toiture (HPV ou non) ;
- l'étanchéité à l'air des pénétrations (conduits d'eau, d'air, de fumée) et des jonctions avec les fenêtres de toit.

7.2.4.3. • Pieds-droits et pointes de pignons

Le pied-droit peut être de conception identique à la façade lorsque le mur est prolongé au-delà du plancher du comble jusqu'à l'appui de la charpente de toiture (sablière).

Composition de la structure :

- murs en béton banché : technique relevant du DTU 23.1 ;
- murs en maçonnerie enduite (nature et type des éléments, nature des enduits) : technique relevant du DTU 20.1 ;
- murs en maçonnerie non enduite à l'extérieur (nature et type des éléments, nature des enduits) : technique relevant du DTU 20.1 ;
- parois à ossature bois : technique relevant du DTU 31.2 ;
- parois à ossature métallique : technique relevant de la norme NF EN 1090 et du DTU 32.3.

Il convient de vérifier notamment selon la nature du support :

- l'épaisseur du mur et sa composition (classement du type de mur du point de vue de sa résistance à la pénétration de la pluie) ;
- la présence et l'état de l'enduit extérieur (étanchéité à l'air) ou à défaut la présence de l'enduit intérieur assurant cette même fonction ;
- la planimétrie et l'état de surface du mur côté intérieur (aptitude au collage par plots de mortiers adhésifs à base de plâtre ou à la fixation mécanique directe du parement intérieur ;

- l'étanchéité à l'air des pénétrations et des jonctions avec les menuiseries et coffres de volets roulants (test d'étanchéité à l'air éventuel) ;
- la présence d'un pare-pluie côté extérieur ;
- le taux d'humidité des bois.



Aide au choix du procédé d'isolation thermique ou thermo-acoustique

8



Le choix du procédé d'isolation thermique par l'intérieur et le choix de l'isolant dépendront :

- de la nature, de la composition et de l'exposition à l'eau de la paroi ;
- de son état de conservation et de son équilibre hygroscopique ;
- de la nature et de l'état des jonctions avec les autres parois et les équipements associés ;
- de l'épaisseur maximale admissible du doublage (cahier des charges du projet) ;
- de la résistance thermique attendue (cahier des charges du projet) ;
- des exigences environnementales et sanitaires (cahier des charges du projet) ;
- des exigences techniques de bon comportement mécanique du doublage (localisation du doublage) ;
- des exigences complémentaires d'isolement acoustique, de protection contre les risques en cas d'incendie et de comportement sismique (selon les réglementations applicables).

La solution d'isolation thermique par l'intérieur est choisie de manière à :

- éviter les risques de condensation dans l'épaisseur des murs (fonction de la perméabilité à la vapeur et de la résistance thermique des différents composants de la paroi doublée) ;
- limiter les risques de condensation et de dégradation au droit des zones non isolées (jonctions planchers/façade, refend/façades...) ;
- limiter les déperditions thermiques dues à des défauts d'étanchéité à l'air du gros œuvre, des doublages éventuels, des jonctions avec les menuiseries extérieures, et des incorporations diverses dans les parois ;



- ne pas dégrader les autres performances (acoustique (transmissions latérales), feu, etc.) ;
- respecter les réglementations en fonction du type et de la destination du bâtiment.

8.1. • Description du bâtiment

Les informations visées dans les articles suivants sont nécessaires pour l'aide au choix des procédés d'isolation thermique par l'intérieur et pour l'atteinte des performances attendues.

Elles concernent :

- l'environnement extérieur du bâti en termes d'exposition aux bruits, aux intempéries (pluie, vent), aux risques naturels (inondations, séisme) ou à son implantation telle que zone anciennement marécageuse, zone urbaine, présence de masques environnants, etc. ;
- les caractéristiques géométriques et spécifiques du bâti (parois opaques extérieures, baies, disposition architecturale particulière, etc.), ainsi que l'usage du bâti ;
- la nature des équipements (type de chauffage, production d'eau chaude sanitaire, réseau de distribution hydraulique, emplacement des émetteurs, réseau électrique, équipements ou composants de ventilation).

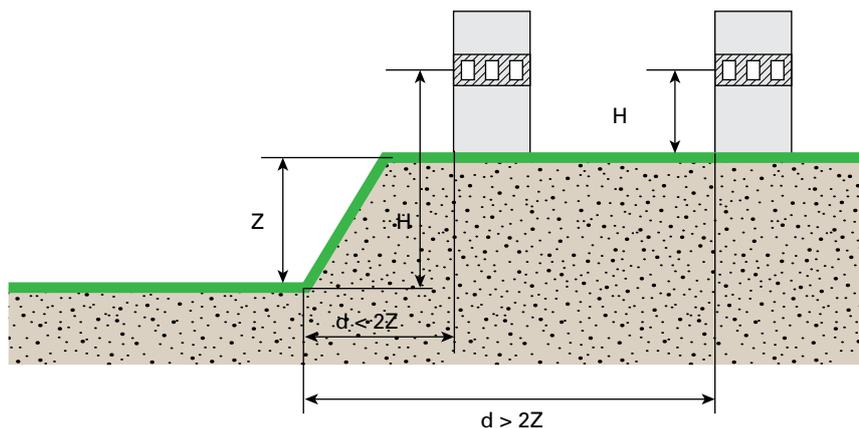
8.1.1. • Localisation, hauteur H du bâtiment au-dessus du sol

(Extrait de la norme NF DTU 20.1 P3, article 4.2.2)

Pour le classement des façades, on distingue les parois dont la partie supérieure, à une hauteur d'étage courant près, se situe :

- à moins de 6 m au-dessus du sol ;
- entre 6 m et 18 m ;
- entre 18 m et 28 m ;
- entre 28 m et 50 m ;
- entre 50 m et 100 m.

De plus, lorsque la construction est située au-dessus d'une dénivellation de pente moyenne supérieure à 1/1, la hauteur au-dessus du sol doit être comptée à partir du pied de la dénivellation, sauf si la construction est située à une distance de celle-ci supérieure à deux fois la hauteur de cette dénivellation.



▲ Figure 31 : Détermination de la hauteur de la façade en présence d'un sol avec dénivelé

8.1.2. • Exposition de la façade au vent de pluie

(Extrait du NF DTU 20.1 P3 – art. 4.2.3)

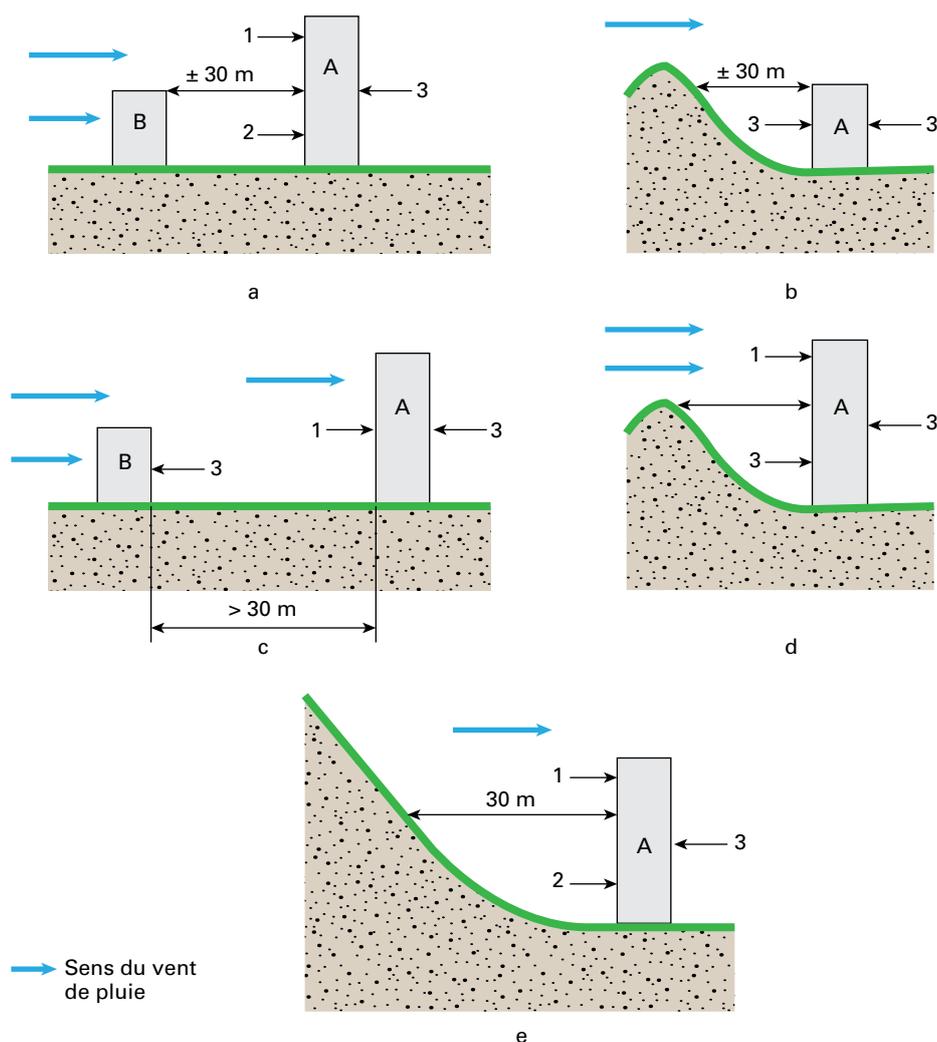
Les façades sont classées en trois catégories :

- les façades abritées ;
- les façades non abritées ;
- les façades en front de mer.

Pour déterminer la catégorie de façade, on examine l'effet de masque apporté par d'autres constructions éventuelles que l'on considère pérenne, ou par la topographie du sol.

Note

La détermination de la catégorie d'exposition de façade permet de définir en fonction du type de mur maçonné ou béton, son classement en terme de résistance à la pénétration de la pluie puis d'identifier selon ce classement, les procédés d'isolation compatibles avec cette exposition.



Légende :
 1 : Partie de façade non abritée
 2 : Partie de façade abritée
 3 : Façade abritée

▲ Figure 32 : Configurations d'exposition des façades au vent de pluie

8.1.3. • Affectation/usage avant travaux

- habitat individuel (nombre de niveaux, famille d'habitation) ;
- habitat collectif (nombre de niveaux, famille d'habitation) ;
- activité tertiaire (bureaux, ERP avec indication de hauteur, de type d'activité et de catégorie, IGH).

8.2. • Performances attendues

8.2.1. • Thermiques – énergétiques

8.2.1.1. • Contexte réglementaire

Depuis 2012, la Réglementation Thermique (RT 2012) s'applique à la quasi-totalité des bâtiments neufs.



C'est une réglementation d'objectifs, elle comporte essentiellement des exigences de résultats et quelques exigences de moyens limités au strict minimum afin de favoriser les bonnes pratiques (traitements des ponts thermiques ou affichage des consommations par exemple).

Un renforcement tous les cinq ans de la réglementation est prévu jusqu'en 2050.

L'application de la Réglementation Thermique 2012, obligatoire depuis le 1^{er} janvier 2013, est couverte par les arrêtés des 26 octobre 2010 et 28 décembre 2012.

8.2.1.2. • Respect des exigences globales (Bbio, Cep, Tic)

La RT 2012 fixe les limites globales à ne pas dépasser sur :

- le besoin bioclimatique (Bbio) ;
- les ponts thermiques (ratio ψ en $W/(m^2SHONRT.K)$) ;
- le traitement de l'étanchéité à l'air du bâti ;
- la consommation en énergie primaire (Cep) ;
- la température intérieure de confort (Tic).

8.2.1.3. • Respect des exigences minimales et valeurs limites concernant les procédés

Jusqu'à présent, en plus des exigences minimales à l'échelle du bâtiment, toutes les réglementations fixaient des exigences minimales à l'échelle des composants et des systèmes. À l'inverse, la RT 2012 ne fixe pratiquement plus d'exigence à l'échelle des composants, mais essentiellement des exigences globales à l'échelle du bâtiment.

Les murs et planchers ont un impact sur la performance thermique globale à l'échelle du bâtiment et peuvent, par ailleurs, être soumis aux exigences minimales indiquées (Tableau 2).

RT 2012	Exigences pour le neuf
2012	Pas d'exigences minimales au niveau de la paroi; Exigence au niveau du ratio ψ du bâtiment $\leq 0,28 W/(K.m^2 SHONRT)$ $U_p \leq 0,36 W/(m^2.K)$ pour les parois séparant des parties de bâtiments à occupation continue de parties de bâtiments à occupation discontinue Ψ_9 moyen $\leq 0,6 W/(m.K)$ pour la liaison entre les planchers intermédiaires et les murs donnant sur l'extérieur

▲ Tableau 2 : Rappel des exigences réglementaires dans le neuf



L'exigence minimale sur le pont thermique de liaison Ψ_9 entre un mur isolé par l'intérieur et un plancher intermédiaire impose aux concepteurs de trouver des solutions afin de traiter ce pont thermique (rupteur, planelle, isolation sous chape, etc.).

Pour plus de précisions sur les planchers bas isolés en sous-face, il convient de se reporter au guide RAGE « Isolation en sous-face des planchers bas ».

8.2.2. • Performances thermiques intrinsèques du procédé

La performance thermique des doublages et des plafonds est d'une manière générale caractérisée comme pour toutes les parois opaques par un coefficient de transmission thermique surfacique U_p s'exprimant en $W/(m^2.K)$. Ce coefficient U_p prend en compte les ponts thermiques intégrés liés au système.

Le terme de résistance thermique (R s'exprimant en $m^2.K/W$) est généralement employé pour caractériser une couche de matériau ou de produit constituant une paroi. Si plusieurs couches ou produits successifs composent le procédé ou la paroi, les résistances thermiques s'ajoutent. Les résistances thermiques intrinsèques des isolants R ($m^2.K/W$) font l'objet d'une déclaration et peuvent être certifiées.



La détermination des caractéristiques thermiques utiles des éléments de construction est conforme aux règles Th-Bât en vigueur à la date de publication du présent document (on entend par caractéristique thermique utile des éléments de construction, celle représentative de leur comportement une fois ces derniers intégrés dans l'ouvrage).

Les règles Th-Bât sont des règles professionnelles pour l'application de la réglementation thermique. Elles sont élaborées au Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB) avec l'appui du ministère chargé du logement et de l'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME).

Les règles Th-Bât sont entérinées par la commission Th-Bât qui regroupe les principaux acteurs concernés (syndicats d'industriels, groupements de bureaux d'études, centres techniques, LNE...).

Elles sont basées sur les normes européennes et sont mises à jour régulièrement pour accompagner leur évolution.

8.2.2.1. • Valeurs tabulées de résistances thermiques des murs supports

Les valeurs tabulées des coefficients de transmissions thermiques des parois font l'objet des règles TH-Bât.



À titre d'exemple, pour les parois les plus courantes, des valeurs pré-calculées des résistances thermiques en fonction de la nature du mur sont fournies dans le (Tableau 3) ci-après.

Type de mur	Épaisseurs courantes (e en cm)	Conductivité thermique lambda λ W/(m.K)	$R_{\text{mur support}} = e/\lambda$ avec e en m et λ en W/(m.K) ($\text{m}^2.\text{K}/\text{W}$)		
			Sans enduit	Avec enduit intérieur*	Avec enduit intérieur et extérieur*
Murs supports en contact avec l'extérieur					
Pierre	30	2	0,15	0,17	0,18
	40	2	0,25	0,27	0,23
	50	2	0,18	0,20	0,28
	60	2	0,30	0,32	0,33
Briques pleines ou perforées montées à joints épais	20	0,74	0,27	0,29	0,30
Briques creuses	20	0,50	0,40	0,42	0,43
Blocs béton pleins	20	1,65	0,12	0,14	0,15
Blocs béton creux de granulats courants	20	0,7	0,29	0,30	0,32
Blocs béton creux de granulats légers	20	0,44	0,45	0,47	0,49
Béton banché	20	2	0,10	0,12	0,13
Bois massif (madrier, bois empilé)	15	0,18	0,84	-	-
Contre-cloisons maçonnées					
Plaque de plâtre sur ossature métallique	7,2	-	0,2	-	-
	10	-	0,2	-	-
Carreaux de plâtre plein	5	0,40	0,13	-	-
	7	0,40	0,18	-	-
	10	0,40	0,25	-	-
Briques ou blocs de béton creux avec enduits plâtre	5	0,74	0,07	0,09	0,10
	7	0,74	0,09	0,11	0,13
	10	0,74	0,14	0,15	0,17
* Enduit intérieur : 1 cm d'enduit plâtre. Enduit extérieur : 2 cm d'enduit ciment.					

▲ **Tableau 3** : Résistances thermiques des murs supports. Valeurs pré-calculées des résistances thermiques de murs supports enduits ou non enduits

Note

La résistance thermique initiale des parois à ossature bois est variable selon l'isolant mis en œuvre. Les performances globales des parois ossature bois incluant un doublage isolant intérieur sont définies dans les fiches « Procédés – Principes de mise en œuvre » (cf. 9.3.).



8.2.2.2. • Méthode de calcul

Formule détaillée

Le coefficient de transmission thermique surfacique U_p d'une paroi verticale isolée à l'aide d'un doublage se calcule d'après la formule suivante :

$$U_p = U_c + \sum_{i,j} \frac{\psi_i \times L_i + \chi_j}{A}$$

avec :

- ψ_i : coefficient de transmission linéique dû à un élément filant (rail, lisse, chevron, panne, etc.) en W/(m.K) ;
- L_i : linéaire de pont thermique ψ_i en m ;
- χ_j : coefficient de transmission ponctuel dû à un élément ponctuel traversant l'isolation (appui, tige, suspente, etc.) en W/K ;
- U_c : coefficient de transmission thermique en partie courante du plancher, en W/(m².K) :

$$U_c = \frac{1}{R_{si} + R_{se} + \sum_i R_i}$$

avec :

- R_{se} : résistance superficielle extérieure en m².K/W ;
- R_{si} : résistance superficielle intérieure en m².K/W ;
- $\sum_i R_i$: somme des résistances thermiques de toutes les couches uniformes composant la paroi, en m².K/W.

Les coefficients ψ et χ doivent être déterminés par simulation numérique conformément à la méthode donnée dans les règles Th-Bât, fascicule 5. En l'absence de valeurs calculées numériquement, les valeurs tabulées ci-après peuvent être utilisées.

Note

La résistance thermique d'une couche uniforme est le rapport entre l'épaisseur utile de cette couche et sa conductivité thermique. Dans le cas d'un matériau en vrac, l'épaisseur utile à prendre en compte pour le calcul de la résistance thermique doit intégrer le phénomène de tassement, s'il existe.

Formule simplifiée : application aux doublages de murs

La résistance thermique d'une paroi verticale intégrant un système d'isolation par l'intérieur à l'aide d'un doublage R_p se calcule d'après la formule suivante :

$$R_p = R_{\text{mur support}} + R_{\text{doublage avec PTI}} \text{ en m}^2.\text{K/W}$$



avec :

- $R_{mur\ support}$: résistance thermique du mur support (Tableau 3), en $m^2.K/W$;
- $R_{doublage\ avec\ PTI}$: résistance thermique du doublage avec ponts thermiques intégrés (voir fiche du procédé étudié), en $m^2.K/W$.

Le coefficient de transmission thermique surfacique U_p d'une paroi intégrant un système d'isolation par l'intérieur à l'aide d'un doublage isolant fixé mécaniquement se calcule d'après la formule suivante :

$$U_p = \frac{1}{R_{si} + R_{se} + R_p} \text{ en } W/(m^2.K)$$

avec :

- $R_{si} + R_{se} = 0,17 \text{ m}^2.K/W$ dans le cas de murs de type I, II ou III (cf. 8.3.4.) ;
- $R_{si} + R_{se} = 0,26 \text{ m}^2.K/W$ dans le cas de murs de type IV (cf. 8.3.4.).

Formule simplifiée : application aux planchers hauts légers

La résistance thermique d'une paroi horizontale légère R_p se calcule d'après la formule suivante :

$$R_p = R_{plancher\ support} + R_{doublage\ avec\ PTI} \text{ en } m^2.K/W$$

avec :

- $R_{plancher\ support}$: résistance thermique du plancher support (cf. 8.1.2.), en $m^2.K/W$;
- $R_{doublage\ avec\ PTI}$: résistance thermique du doublage avec ponts thermiques intégrés (voir fiche du procédé étudié), en $m^2.K/W$.

Le coefficient de transmission thermique surfacique U_p d'un plancher haut léger se calcule d'après la formule suivante :

$$U_p = \frac{1}{R_{si} + R_{se} + R_p} \text{ en } W/(m^2.K)$$

avec : $R_{si} + R_{se} = 0,20 \text{ m}^2.K/W$.

Note

La résistance thermique R_p de la paroi intègre les éventuels ponts thermiques liés aux chevrons, pannes, suspentes, etc.

8.2.3. • Ponts thermiques de liaison

8.2.3.1. • Introduction

Les ponts thermiques représentent une part plus élevée des déperditions lorsque les parois sont isolées car la part due aux pertes surfaciques diminue.

L'impact des ponts thermiques dépend fortement du type de bâtiment et du traitement ou non des ponts thermiques de liaison.

Les ponts thermiques au niveau des encadrements des baies et des planchers bas isolés sous chape sont en général bien traités dans le cas d'une isolation thermique par l'intérieur.

Certains points singuliers sont toutefois difficiles à traiter, en particulier les planchers intermédiaires, les planchers bas isolés en sous-face ainsi que les balcons et les refends du fait que la continuité de l'isolation n'est pas facile à assurer.

8.2.3.2. • Méthode de calcul

Principe de calcul

Les ponts thermiques de liaison (PTL) doivent être déterminés par calcul numérique selon le chapitre II du fascicule 5/5 des règles Th-bât ou plus généralement selon la norme NF EN ISO 10211. En l'absence d'un calcul spécifique correspondant au système étudié, les valeurs de ponts thermiques fournies par les tableaux 4 à 11 ci-dessous peuvent être utilisées.

Note

Les valeurs indiquées sont issues soit des règles Th-U, soit recalculées numériquement conformément aux règles Th-Bât. De manière générale en ITI, les ponts thermiques de liaison mur-menuiserie sont très faibles.



Valeurs tabulées

Valeurs par défaut Ψ : liaison mur-plancher bas

Isolation en sous-face de plancher bas	Isolation en sous-face et sous chape	Isolation sous chape
$15 \text{ cm} \leq e_m \leq 30 \text{ cm}$ 	$15 \text{ cm} \leq e_m \leq 30 \text{ cm}$ 	$15 \text{ cm} \leq e_m \leq 30 \text{ cm}$
$\Psi = 0,79 \text{ W}/(\text{m.K})$	$\Psi = 0,25 \text{ W}/(\text{m.K})$	$\Psi = 0,06 \text{ W}/(\text{m.K})$ Si R sous chape $\geq 3 \text{ m}^2.\text{K}/\text{W}$

▲ Tableau 4 : Ponts thermiques de liaison mur-plancher bas



L'isolation sous chape permet de réduire fortement le pont thermique à la liaison entre le mur et le plancher bas, mais il n'est alors plus possible de bénéficier de l'inertie de la dalle. Un compromis est à trouver à l'échelle du bâtiment entre la réduction des déperditions et l'inertie qui joue un rôle important dans le confort d'été.

Valeurs par défaut Ψ : liaison mur-menuiserie

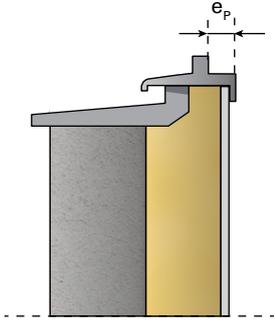
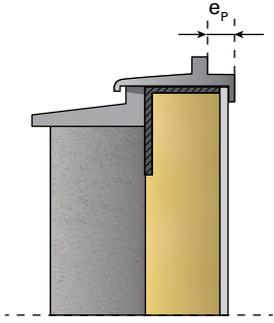
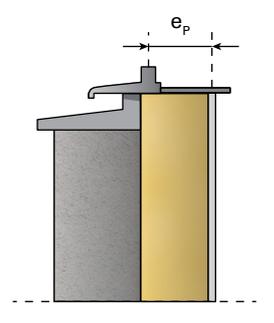
NOTE

Les valeurs présentées ci-après sont issues de modélisations numériques réalisées conformément aux règles Th-Bât. Elles sont utilisables dans le cadre d'un calcul réglementaire.

Menuiserie à l'extérieur	Menuiserie au milieu	Menuiserie à l'intérieur (au droit du mur ou de l'isolation)
$\Psi = 0,25 \text{ W}/(\text{m.K})$ si $R_i = 1 \text{ m}^2.\text{K}/\text{W}$ $\Psi = 0,15 \text{ W}/(\text{m.K})$ si $R_i = 3 \text{ m}^2.\text{K}/\text{W}$	$\Psi = 0,19 \text{ W}/(\text{m.K})$ si $R_i = 1 \text{ m}^2.\text{K}/\text{W}$ $\Psi = 0,11 \text{ W}/(\text{m.K})$ si $R_i = 3 \text{ m}^2.\text{K}/\text{W}$	$\Psi = 0,05 \text{ W}/(\text{m.K})$

▲ Tableau 5 : Ponts thermiques de liaison mur-menuiserie (coupe sur tableau)

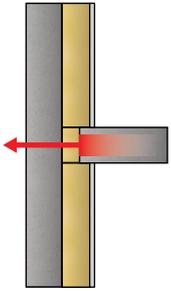


Appui déporté et menuiserie au nu intérieur avec complément d'isolation derrière l'appui	Appui aligné et menuiserie au nu intérieur sur équerre	Appui aligné ou déporté avec ébrasement côté intérieur
		
$\Psi = 0,13 \text{ W}/(\text{m.K})$	$\Psi = 0,11 \text{ W}/(\text{m.K})$	$\Psi = 0,19 \text{ W}/(\text{m.K})$ Pour $e_i = 2 \text{ cm}$

▲ Tableau 6 : Ponts thermiques de liaison mur-menuiserie (coupe sur appui)

Valeurs par défaut Ψ : liaison mur-plancher intermédiaire

Les conditions de réception et de mise en œuvre des rupteurs de ponts thermiques font l'objet d'avis techniques auxquels il convient de se reporter. Le guide RAGE « Mise en œuvre des rupteurs de ponts thermiques sous Avis Techniques » précise les dispositions communes à tous les types de rupteurs.

Configuration avec un rupteur

$\Psi = 0,35 \text{ W}/(\text{m.K})$

▲ Tableau 7: Ponts thermiques de liaison Mur/ plancher intermédiaire



Valeurs par défaut Ψ : liaison mur-plancher haut

Plancher haut léger Liaison au niveau de la façade	Plancher haut léger Liaison au niveau du pignon	Plancher haut lourd Liaison au niveau de l'acrotère
$\Psi = 0,05 \text{ W}/(\text{m.K})$	$\Psi = 0,08 \text{ W}/(\text{m.K})$	$\Psi = 0,90 \text{ W}/(\text{m.K})$

▲ Tableau 8 : Ponts thermiques de liaison mur-plancher haut

Valeurs par défaut Ψ : liaison entre murs au niveau d'un angle

Angle sortant	Angle rentrant
$\Psi = 0,02 \text{ W}/(\text{m.K})$	$\Psi = 0,24 \text{ W}/(\text{m.K})$

▲ Tableau 9 : Ponts thermiques de liaison au niveau d'un angle

Valeurs par défaut Ψ : liaison entre murs au niveau d'un refend

Façade en béton – Refend en béton
$\Psi = 0,92 \text{ W}/(\text{m.K})$

▲ Tableau 10 : Ponts thermiques de liaison mur-refend

8.2.4. • Contribution qualitative au confort d'été dans le bâtiment

Durant la saison froide, l'isolation thermique par l'intérieur ne permet pas de profiter de l'inertie thermique du mur support et limite aux autres parois lourdes du bâti (planchers et refends notamment) le stockage de l'énergie solaire pénétrant à l'intérieur du bâtiment par les baies.

Durant la saison chaude, l'isolation thermique de l'enveloppe du bâtiment, associée à de grandes baies vitrées fortement exposées au rayonnement solaire, peut dégrader le confort en été. Cet effet sera d'autant plus important que le niveau d'isolation des parois sera élevé. Afin de limiter cet inconfort, il convient de mettre en œuvre des protections solaires efficaces sur les parois vitrées (occultations, casquettes, etc.) et d'éviter de masquer l'inertie des plafonds, des planchers et des refends.

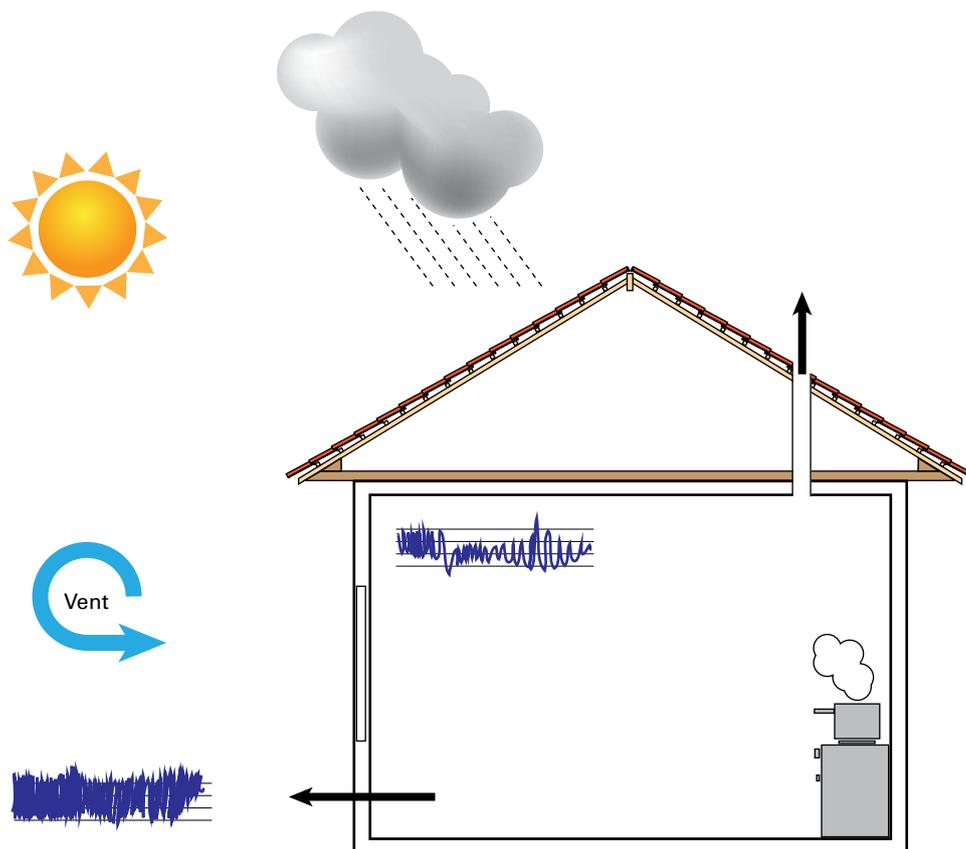
Par ailleurs, plus la performance thermique des bâtiments est importante, plus il est nécessaire de ventiler efficacement les locaux pour évacuer les apports de calories provenant des équipements (ménagers, cuisson, éclairage, médias, etc.), des activités et de l'extérieur.

8.3. • Hygrothermie

8.3.1. • Notions d'échanges hydriques à travers les parois extérieures du bâtiment

Les parois de bâtiment sont soumises à des sollicitations extérieures et intérieures de nature :

- thermiques (ensoleillement, froid, gel, etc.) ;
- hydriques (vapeur d'eau, eau de pluie, remontée capillaire, etc.).



▲ Figure 33 : Exposition des constructions aux sollicitations thermiques et hydriques

Dans nos climats, l'amplitude de variation de la température extérieure (entre un minimum négatif et un maximum positif) peut atteindre, voire dépasser, 50 °C. L'humidité relative, dans cet intervalle de température, varie de quelques pourcentages à 100 % (limite de gouttelettes d'eau en suspension, brouillard).

Les plages de variation sont beaucoup plus faibles à l'intérieur des locaux chauffés. En hiver, la température intérieure se situe autour de 20 °C (la température conventionnelle dans les réglementations thermiques est de 19 °C). En été, cette température ne devrait dépasser une valeur conventionnelle de référence de 26 °C qu'occasionnellement. Dans le même temps, l'humidité relative intérieure est conditionnée par la teneur en eau de l'air extérieur, par la production de vapeur intérieure (production humaine, production lors de préparations culinaires, les douches, l'apport d'eau sous quelque forme que ce soit), et par la ventilation. Dans les salles de bains, l'humidité relative peut être de 100 % lors ou à la suite d'une douche ou d'un bain.

Avec ces différences d'humidité et de température de part et d'autre de la paroi, des échanges de vapeur d'eau se produisent à travers les parois.

Les constituants des parois de bâtiment absorbent plus ou moins d'eau sous forme liquide ou de vapeur suivant la nature des produits.

Cette absorption d'eau entraîne des modifications des caractéristiques (diminution des caractéristiques mécaniques ou thermiques) et peut provoquer des développements fongiques dans des matériaux d'origine végétale.

La constitution des parois et leur agencement dans la paroi doivent être étudiés pour limiter ces dégradations.

Les échanges de vapeur d'eau à travers les parois du bâtiment sont fonction des pressions partielles de vapeur d'eau de part et d'autre de la paroi.

En hiver, la température intérieure est supérieure à la température extérieure. De plus, l'intérieur de l'habitation est le siège de production de vapeur. La ventilation, lorsqu'elle existe, permet d'évacuer une partie de cette vapeur d'eau. Ainsi, la pression de vapeur d'eau est plus importante du côté intérieur. Les transferts de vapeur d'eau s'effectueront de l'intérieur vers l'extérieur.

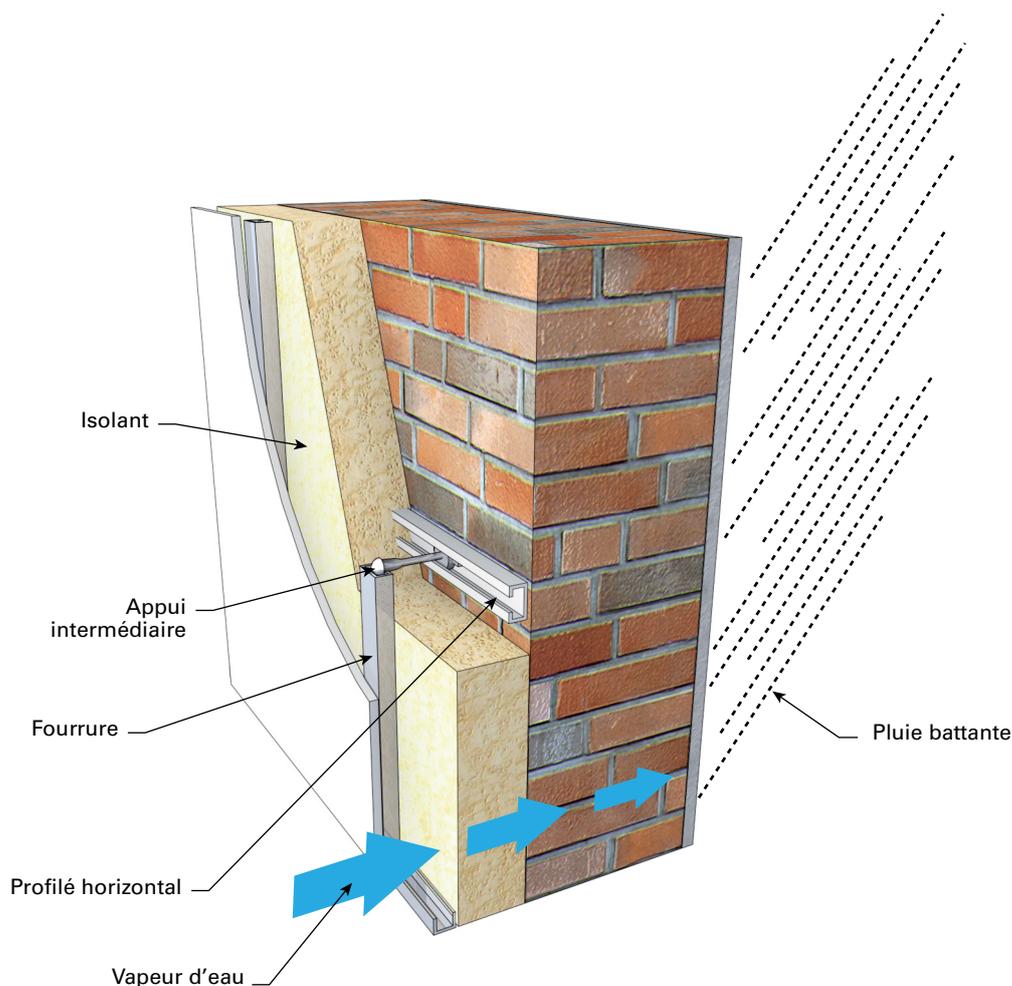
En été, quand il fait très chaud, les transferts d'humidité peuvent s'inverser. Mais les écarts de température entre l'intérieur et l'extérieur sont moins importants qu'en hiver, sauf pour des locaux climatisés.

Tous les produits de bâtiment freinent plus ou moins le transfert de vapeur d'eau, ce qui entraîne des accumulations d'eau plus ou moins prononcées dans les produits constituant la paroi.

Afin de limiter les quantités d'eau absorbées par les produits et ainsi limiter les risques de condensation et les développements fongiques, il est nécessaire de faciliter les transferts de vapeur d'eau en évitant de positionner des produits résistants aux transferts de vapeur d'eau du côté extérieur ou au milieu d'une paroi.

À ces transferts de vapeur d'eau viennent s'ajouter des absorptions d'eau sous forme liquide provenant de la pluie battante ou de remontées capillaires.

Dans ce cas, l'eau liquide va se répartir dans le produit puis, par capillarité, va gagner toute la paroi et ainsi accroître les phénomènes de condensation et de développement fongique.



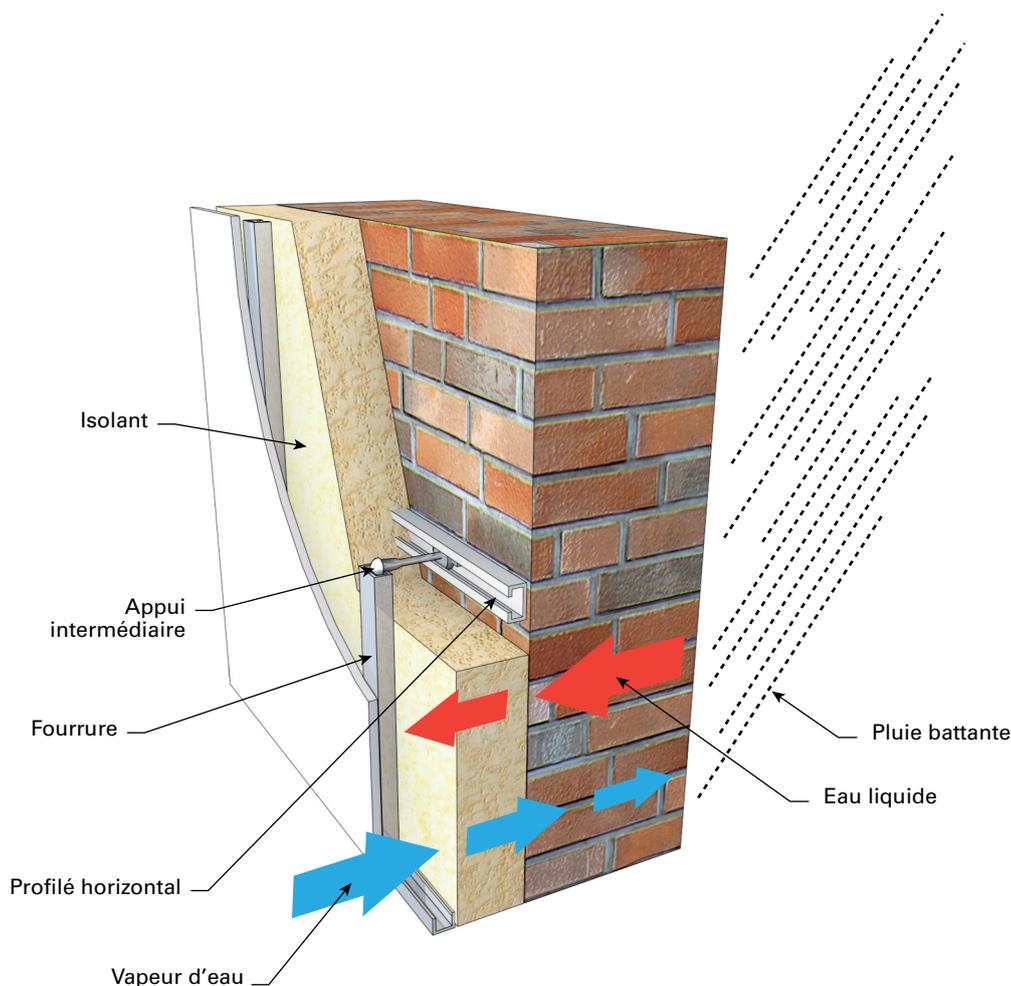
▲ Figure 34 : Transferts hydriques à travers une paroi comportant un enduit extérieur étanche à l'eau

La vapeur d'eau produite dans le local et non extraite par la ventilation traverse la paroi. La vapeur d'eau est plus ou moins freinée par les différents constituants de la paroi suivant leurs caractéristiques.

Une partie de cette vapeur d'eau est absorbée par les produits traversés. Le reste est évacué vers l'extérieur.

L'enduit extérieur appliqué sur les maçonneries empêche l'eau de pluie de pénétrer dans la structure.

Une paroi n'ayant pas d'enduit extérieur (cas des maçonneries apparentes non enduites) et n'ayant pas de protection contre la pluie battante peut absorber beaucoup d'eau sous forme liquide et transférer cette eau vers l'intérieur de la paroi. Il convient d'en tenir compte lors de la conception.



▲ Figure 35 : Transferts hydriques à travers une paroi ne comportant pas d'enduit extérieur

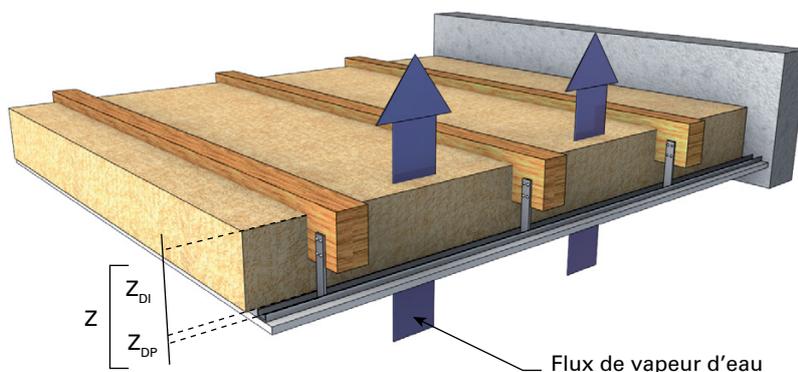
8.3.2. • Notion de pare-vapeur

Cette barrière est un pare-vapeur, parfois encore appelée « frein-vapeur ». Elle peut s'opposer plus ou moins aux transferts de vapeur d'eau suivant sa nature.

Les grandeurs nécessaires pour comparer les niveaux d'étanchéité à la vapeur d'eau des différents produits et systèmes sont données dans le (Tableau 11) ci-après :

Z	Résistance à la diffusion de vapeur d'eau en $m^2 \cdot h \cdot Pa / mg$ déterminée selon la norme NF EN 12086
$1/Z$	Perméance à la vapeur d'eau en $m^2 \cdot h \cdot Pa / mg$ $1/Z = \frac{\delta_{air}}{d \times \mu}$
δ_{air}	Perméabilité de l'air à la vapeur d'eau en $mg / (m \cdot h \cdot Pa)$ selon la norme NF EN 12086
μ	Indice de résistance à la diffusion de vapeur d'eau selon la norme NF EN 12086
d	Épaisseur du produit en mètre
Sd	Épaisseur d'une couche d'air ayant la même perméance que le matériau considéré $Sd = Z \times \delta_{air} = \mu \times d$

▲ Tableau 11 : Grandeurs nécessaires pour comparer les niveaux d'étanchéité à la vapeur d'eau des produits et des systèmes



▲ Figure 36 : Résistance à la diffusion de la vapeur Z_{DP} du parement intérieur et Z_{DI} de l'isolant

Il est à noter que, dans la littérature, les différents documents normatifs, ou dans les documents des bureaux d'études ou des maîtres d'œuvre, les unités utilisées pour ces grandeurs sont très différentes. Le (Tableau 12) permet de convertir les valeurs d'étanchéité à la vapeur dans les différentes unités :

	$g/(m^2 \cdot h \cdot mmHg)$	$kg/(m^2 \cdot s \cdot Pa)$	$mg/(m^2 \cdot h \cdot Pa)$
$g/(m^2 \cdot h \cdot mmHg)$	1	$2,084 \cdot 10^{-9}$	7,502
$kg/(m^2 \cdot s \cdot Pa)$	$4,798 \cdot 10^{+8}$	1	$3,6 \cdot 10^{+9}$
$mg/(m^2 \cdot h \cdot Pa)$	0,1333	$2,778 \cdot 10^{-10}$	1

▲ Tableau 12 : Unités de conversion des niveaux d'étanchéité à la vapeur

Les valeurs de résistance à la diffusion et les perméances à la vapeur d'eau indiquées dans le (Tableau 13) donnent un aperçu de la variabilité des valeurs à prendre en compte :

Type de matériaux	Résistance à la diffusion de la vapeur d'eau Z			Perméance à la vapeur d'eau W			Épaisseur équivalente d'air Sd
	Unité			Unité			Unité
	$(m^2 \cdot h \cdot mmHg) / g$	$(m^2 \cdot h \cdot Pa) / mg$	$(m^2 \cdot s \cdot Pa) / g$	$g / (m^2 \cdot h \cdot mmHg)$	$mg / (m^2 \cdot h \cdot Pa)$	$g / (m^2 \cdot s \cdot Pa)$	m
Plaques de plâtre 10 mm d'épaisseur	1	0,13	4,81E+08	1,00	7,50	2,08E-09	0,09

Type de matériaux	Résistance à la diffusion de la vapeur d'eau Z			Perméance à la vapeur d'eau W			Épaisseur équivalente d'air Sd
	Unité			Unité			Unité
	(m ² .h.mmHg)/g	(m ² .h.Pa)/mg	(m ² .s.Pa)/g	g/(m ² .h.mmHg)	mg/(m ² .h.Pa)	g/(m ² .s.Pa)	m
Plaques de plâtre 13 mm d'épaisseur	1,3	0,17	6,25E+08	0,77	5,77	1,60E-09	0,12
Enduit plâtre 15 mm d'épaisseur	1,5	0,20	7,21E+08	0,67	5,00	1,39E-09	0,14
Isolant en laine minérale en panneaux ou rouleaux 200 mm d'épaisseur	2,8	0,37	1,35E+09	0,36	2,68	7,43E-10	0,26
Isolant en vrac en laine minérale ou ouate 200 mm d'épaisseur	4	0,53	1,92E+09	0,25	1,88	5,20E-10	0,37
Isolant en plastique alvéolaire 100 mm d'épaisseur	36	4,80	1,73E+10	0,03	0,21	5,78E-11	3,31
Contreplaqué 5 plis	10	1,33	4,81E+09	0,10	0,75	2,08E-10	0,92
Panneaux de particules bois 15 mm	8,33	1,11	4,00E+09	0,12	0,90	2,50E-10	0,76
Panneaux de particules bois 22 mm	12,5	1,67	6,01E+09	0,08	0,60	1,66E-10	1,15
Béton plein 100 mm d'épaisseur	110 à 326	14,66 à 43,46	0,53 à 1,60E+11	0,003 à 0,009	0,07 à 0,02	18,9 à 6,25E-12	10 à 30
Enduit mortier de ciment 15 mm d'épaisseur	11 à 27	1,47 à 3,6	0,53 à 1,30 E + 10	0,04 à 0,09	0,68 à 0,28	18,9 à 7,7 E-11	1 à 2,5

▲ **Tableau 13** : Exemples de valeurs de résistance à la diffusion de vapeur d'eau (certaines étant extraites du CPT 3647)





Dans le (Tableau 14) sont indiquées des valeurs de résistance à la diffusion de vapeur d'eau de matériaux utilisés couramment :

Type de matériaux	Sd	Résistance à la diffusion de la vapeur d'eau Z		
	Unités	Unités		
	m	(m ² .s.Pa)/g	(m ² .h.mmHg)/g	(m ² .h.Pa)/mg
Kraft PE	3,00	1,6E+10	33	4
PE	18,00 à 90,00	9,4E+10 à 0,7E+11	197 à 984	26 à 131
PET alu métallisé	160,00	8,4E+11	1749	233
PET alu laminé	250,00	1,3E+12	2732	363
Membrane hygrovariable	0,1 à 3	5E+08 à 1,6E+10	1 à 33	0,15 à 4

▲ Tableau 14 : Exemples de valeurs de résistance à la diffusion de vapeur d'eau de matériaux pare-vapeur

Note

Parois perspirantes : la notion de « perspiration » n'a pas de définition officielle. C'est pourquoi ce type de paroi n'est pas traité dans ce guide.

8.3.3. • Dispositions en vue d'éviter les condensations

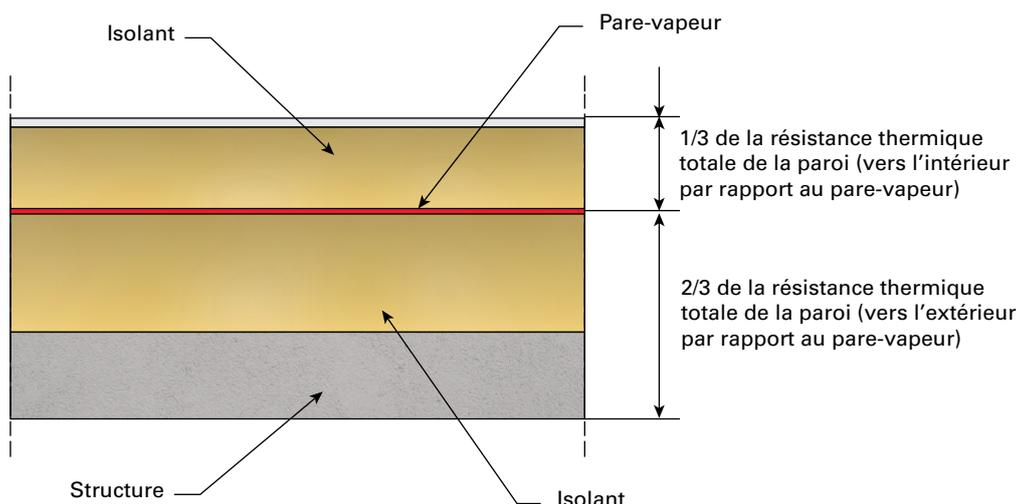
Dans ce qui suit, la paroi sera considérée comme protégée de la pluie battante et sans remontée capillaire :

- l'article 6 du DTU 20.1 P4 précise les règles de calcul pour éviter les condensations dans l'épaisseur des murs maçonnés avec isolation thermique intérieure rapportée. Ces règles sont établies en fonction des résistances thermiques et des résistances à la diffusion de la vapeur des composants de la paroi. Le calcul permet de vérifier ou d'adapter la perméabilité à la vapeur du doublage, ce qui conduit dans certains cas à adjoindre un pare-vapeur à l'isolant ou au parement intérieur ;
- le tableau d'emploi des complexes et des sandwiches de doublage, figurant dans la norme NF DTU 25.42 P1-1, dispense de ces calculs. Il précise le domaine d'emploi des complexes et des sandwiches en fonction de leur classe de perméance (P1, P2 ou P3) ;

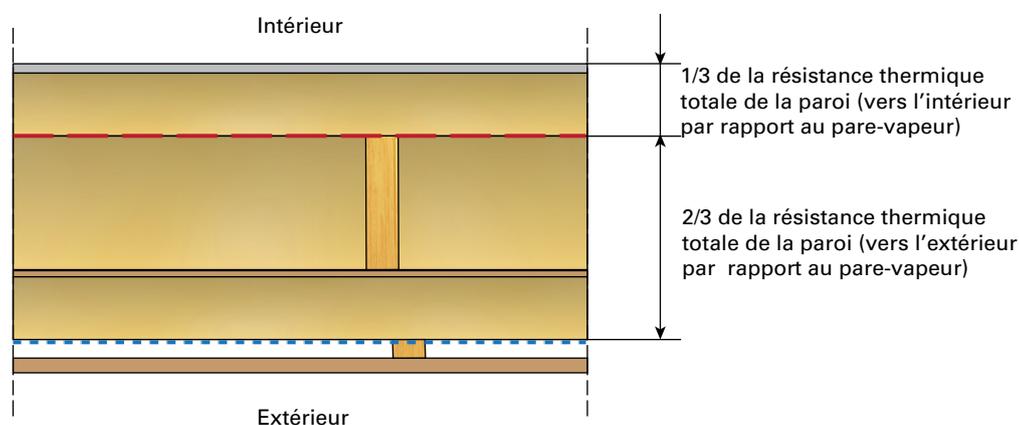
8.3.3.1. • Condensation sur la face intérieure de l'isolant

Pour éviter le risque de condensation sur la face intérieure de l'isolant (côté chaud), la résistance thermique de l'isolant RTI (lame d'air éventuelle incluse) doit être supérieure à deux fois la résistance thermique de la paroi intérieure RTP, hors zones très froides.

Dans les zones très froides, des dispositions particulières devront être adoptées.



▲ Figure 37 : Exemple de positionnement d'un pare vapeur situé entre deux couches d'isolant pour éviter la condensation dans l'isolant



▲ Figure 38 : Exemple de positionnement du pare-vapeur entre deux couches d'isolant (cas particulier de l'ossature bois)

Note

La règle 1/3-2/3 concerne le rapport des résistances thermiques des deux parties de la paroi et non le rapport des épaisseurs respectives de ces deux parties.

8.3.3.2. • Condensation dans l'épaisseur de l'isolant

Pas de prescriptions particulières pour :

- les locaux à faible hygrométrie : immeubles de bureaux non conditionnés, externats scolaires, logements équipés de ventilation mécanique contrôlée et de systèmes propres à évacuer les pointes de production de vapeur d'eau dès qu'elles se produisent (hottes, par exemple) ;
- les locaux à moyenne hygrométrie : bâtiments d'habitation, y compris cuisines et salles d'eau, correctement chauffés et ventilés, sans sur-occupation.

Pare-vapeur obligatoire (collé au dos de la plaque ou interposé entre l'isolant et la plaque de plâtre) pour les locaux à forte hygrométrie (bâtiments d'habitation médiocrement ventilés et sur-occupés, certains locaux industriels, etc.).

**Note**

On veillera particulièrement à assurer le renouvellement d'air nécessaire par une ventilation adaptée (mécanique de préférence) afin de limiter le niveau d'hygrométrie de l'air dans les locaux en évacuant la vapeur d'eau.

8.3.3.3. • Condensation sur la face intérieure de la paroi extérieure en maçonnerie

Dans le cas des parois extérieures en maçonnerie à forte résistance thermique, ($3 R_{TM}$ [résistance thermique de la maçonnerie] $> R_{Ti} + R_{TP}$), aucune prescription n'est imposée.

Dans le cas des parois extérieures à faible résistance thermique ($3 R_{TM} < R_{Ti} + R_{TP}$), il convient de limiter le flux de vapeur soit en incorporant systématiquement un pare-vapeur entre l'isolant et le parement intérieur, soit en vérifiant que les matériaux respectent les règles suivantes :

- en dehors des zones très froides (zones où la température de base, calculée conformément aux règles Th-CE, est inférieure à -15 °C ou zones d'altitude supérieure à 600 m situées en zone climatique H1 uniquement, telle qu'elle est définie par les règlements en vigueur – actuellement arrêté du 24 mars 1982), R_{DP} et R_{DI} étant respectivement les résistances au passage de la vapeur de la paroi intérieure et de l'isolant :

$$\text{si } R_{TM} < 0,086 \text{ m}^2 \cdot \text{°C/W} \text{ alors } \frac{1}{R_{DP} + R_{DI}} < 0,06 \text{ g} / \text{m}^2 \cdot \text{hmmHg}$$

Note

Compte tenu des valeurs de résistance thermique et des épaisseurs des murs de façade, R_{TM} est généralement supérieur à $0,086 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.

- dans les zones très froides :

$$\frac{1}{R_{DP} + R_{DI}} < 0,015 \text{ g} / \text{m}^2 \cdot \text{hmmHG}$$

À défaut de respecter ces règles, il convient d'éviter l'humidification du doublage intérieur. Des dispositifs de récupération et d'évacuation vers l'extérieur doivent être prévus à la partie basse du mur, ce qui est le cas des murs de type III puisque ceux-ci comportent une lame d'air, une récupération et une évacuation.

Note

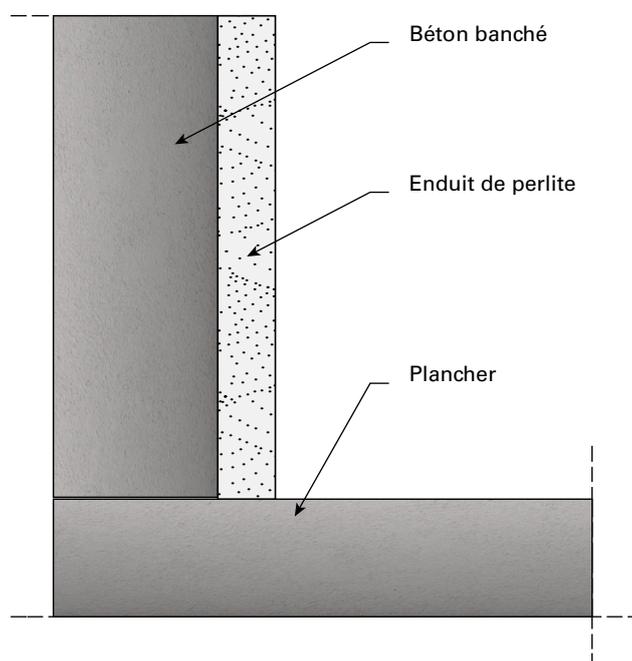
Pour des parois qui présenteraient des incertitudes sur l'apparition ou non de condensation, des simulations des transferts hygrothermiques sont conseillées.

8.3.4. • Classement des murs en fonction de leur résistance à la pénétration de la pluie

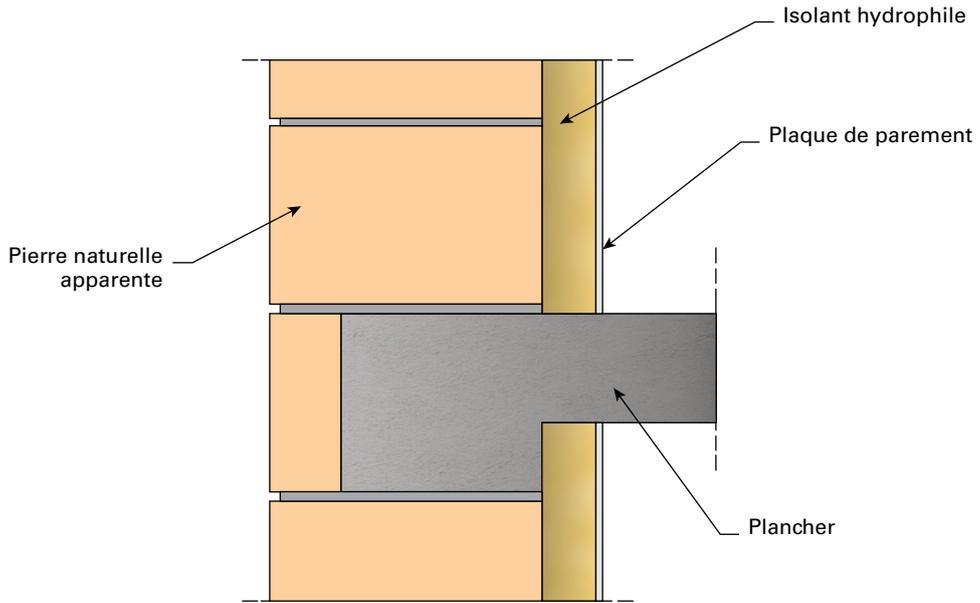
(Extraits de la norme NF DTU 20.1 : « Travaux de bâtiment – Ouvrages en maçonnerie de petits éléments – Parois et murs – Partie 3 : Guide pour le choix des types de murs de façades en fonction du site » et de la norme NF DTU 23.1 « Murs en béton banché – Annexe : Guide pour le choix des types de murs de façade en fonction du site ».)

On distingue quatre types de mur :

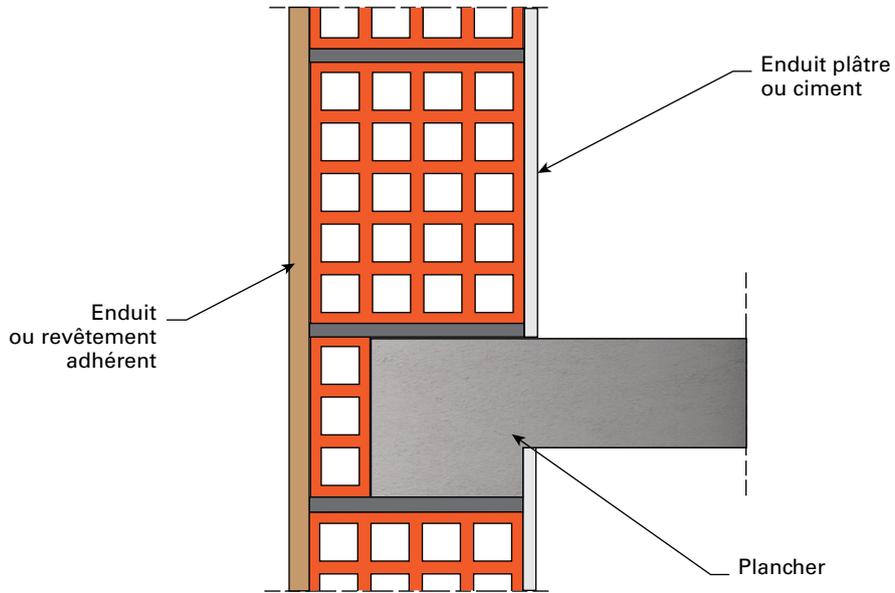
- mur de type I : mur en béton ou en maçonnerie ne comportant ni revêtement étanche sur son parement extérieur ni coupure de capillarité dans son épaisseur ;
- mur de type II :
 - type II : mur en béton banché dans lequel la coupure de capillarité est constituée par une lame d'air ou un isolant non hydrophile,
 - type IIa : mur en maçonnerie dans lequel la coupure de capillarité est constituée par des panneaux isolants non hydrophiles,
 - type IIb : mur en maçonnerie dans lequel la coupure de capillarité est constituée par une lame d'air ;
- mur de type III : mur dans lequel la paroi extérieure en maçonnerie ou en béton, non protégée par un revêtement étanche, est doublée par une seconde paroi séparée de la première par une lame d'air continue à la base de laquelle sont prévus des dispositifs de collecte et d'évacuation vers l'extérieur des eaux d'infiltration éventuelles ;
- mur de type IV : mur dont l'étanchéité à la pluie est assurée par un revêtement étanche situé en avant de la paroi en maçonnerie. L'eau ne peut pénétrer dans la maçonnerie.



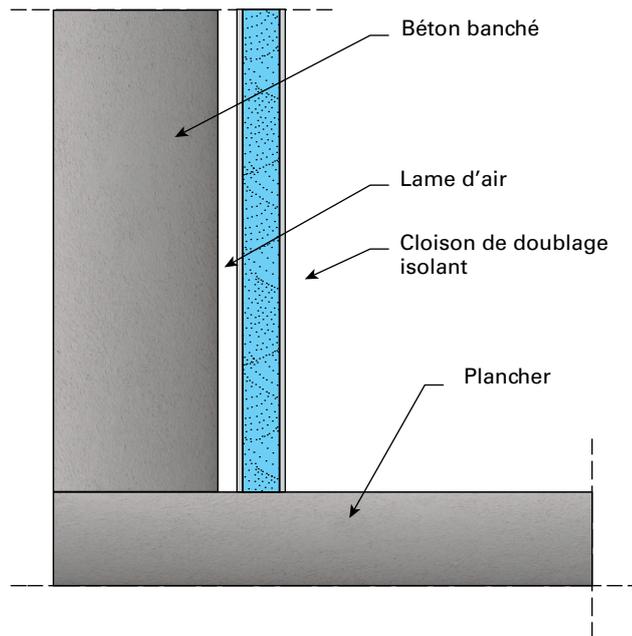
▲ Figure 39 : Exemple de mur en béton de type I



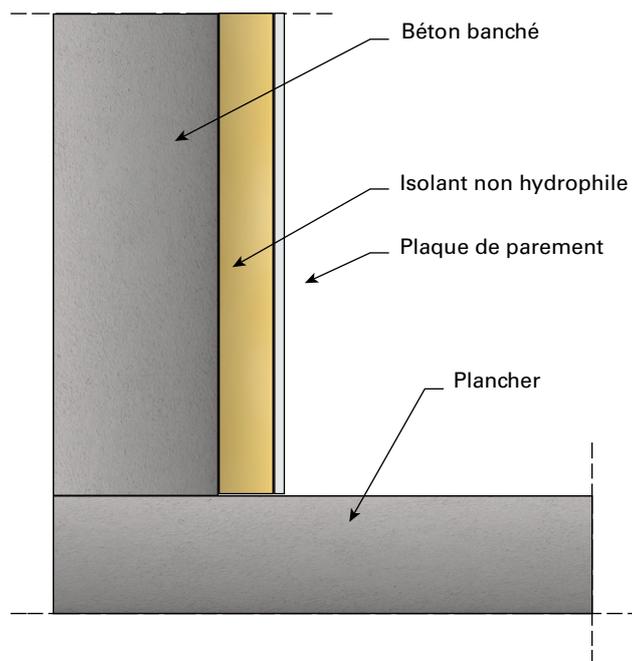
▲ Figure 40 : Exemple de mur de type I en pierre naturelle apparente



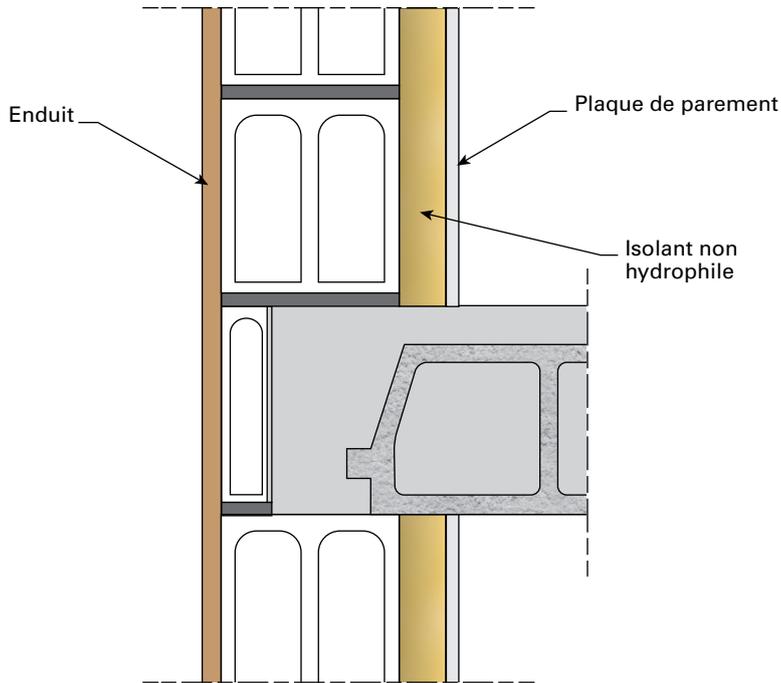
▲ Figure 41 : Exemple de mur de type I en brique de terre cuite



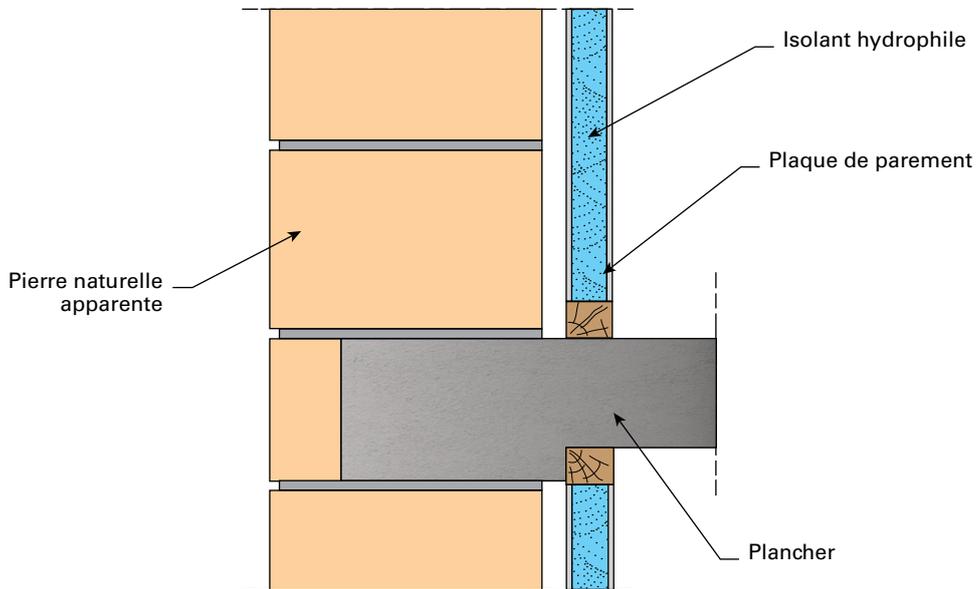
▲ Figure 42 : Exemple de mur en béton de type II



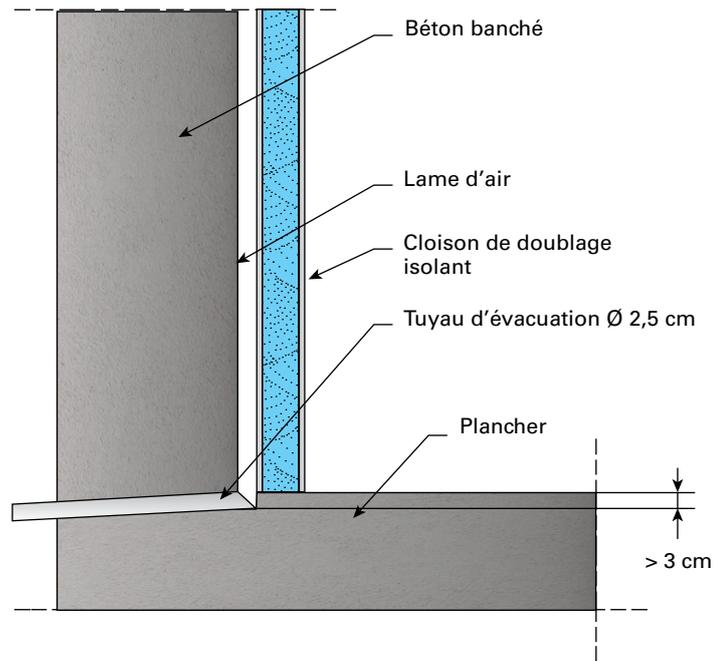
▲ Figure 43 : Autre exemple mur en béton de type II



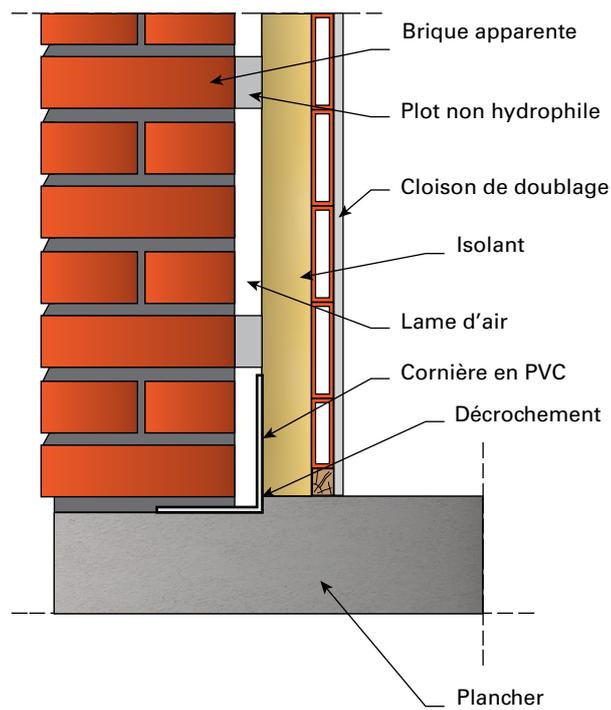
▲ Figure 44 : Exemple de mur maçonné de type IIa



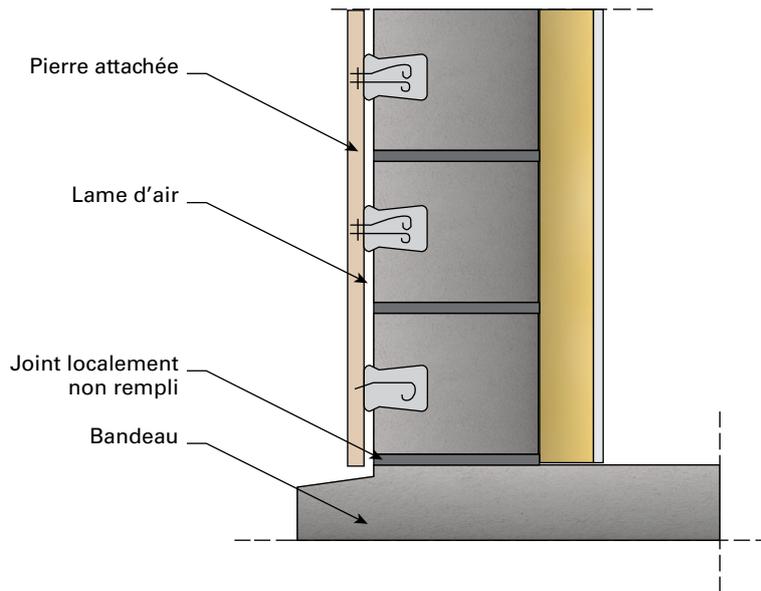
▲ Figure 45 : Exemple de mur maçonné de type IIb en pierre naturelle apparente



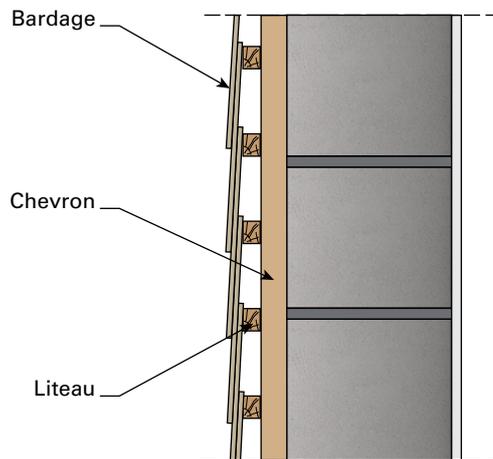
▲ Figure 46 : Exemple de mur béton de type III



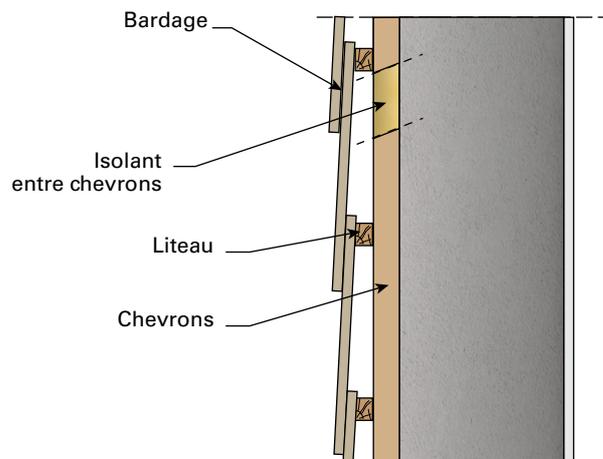
▲ Figure 47 : Exemple de mur maçonné de type III en brique apparente



▲ Figure 48 : Exemple de mur maçonné de type III avec parement extérieur en pierre agrafée



▲ Figure 49 : Exemple de mur maçonné de type IV avec bardage



▲ Figure 50 : Exemple de mur béton de type IV avec bardage



8.4. • Étanchéité à l'air

L'étanchéité à l'air de l'enveloppe doit être comprise comme un système programmé, conçu, détaillé dans les documents particuliers du marché (DPM), mis en œuvre avec soin, et dont l'efficacité peut être vérifiée en cours de chantier pour éviter une non-conformité lors du contrôle à la réception.

Le principe fondamental pour assurer une bonne étanchéité de l'enveloppe est de réaliser une « peau » étanche et continue. En plan et en coupe, le concepteur doit pouvoir suivre cette peau avec un crayon, sans le décoller de la feuille. En fonction du système constructif retenu, cette peau peut être située à l'intérieur, à l'extérieur ou dans l'épaisseur de la paroi. Chaque liaison entre composants doit être analysée afin de prévoir les matériaux qui assureront l'étanchéité à l'air de façon pérenne à cet endroit. En traitant une liaison donnée, le concepteur doit garder à l'esprit la continuité de la peau sur les liaisons avoisinantes.

Les défauts d'étanchéité à l'air des parois verticales ont des causes multiples : défauts de mise en œuvre, dégradation des parements, jonctions avec les autres parois et avec les menuiseries extérieures, percements des parements, traversées ou incorporations d'équipements techniques, etc.

Une bonne coordination des interfaces entre corps de métier est indispensable pour ne pas compromettre l'étanchéité à l'air des ouvrages réalisés.

8.4.1. • Les exigences liées au cadre réglementaire et aux labels

Dans le cadre de la Réglementation Thermique 2012, une mesure de la perméabilité doit être effectuée conformément à la norme NF EN 13829 et son guide d'application GA-P 50-784. La perméabilité à l'air est exprimée sous forme d'un débit de fuite à une pression donnée, généralement dans les méthodes réglementaires et les labels sous 4 Pa en $\text{m}^3/\text{h}/\text{m}^2$ de surface.

Pour les maisons individuelles ou accolées et les bâtiments collectifs d'habitation, la perméabilité à l'air de l'enveloppe sous 4 Pa, $Q_{4\text{Pa-surf}}$ est inférieure ou égale à :

- 0,60 $\text{m}^3/(\text{h}.\text{m}^2)$ de parois déperditives, hors plancher bas, en maison individuelle et accolée ;
- 1,00 $\text{m}^3/(\text{h}.\text{m}^2)$ de parois déperditives, hors plancher bas, en bâtiment collectif d'habitation.

La perméabilité à l'air est exprimée sous forme d'un débit de fuite à une pression de 4 Pa en $\text{m}^3/\text{h}/\text{m}^2$ de surface donnée selon la méthode de la réglementation et des labels en vigueur.



8.4.1.1. • L'étanchéité à l'air des murs maçonnés

Une étude réalisée par la FFB avec le concours du CERIB et du CTMNC montre que les différentes maçonneries enduites à l'extérieur ayant subi un test d'étanchéité à l'air présentent toutes une perméabilité à l'air très faible, moins de 1 % du débit limite de 0,6 m³/h.m² spécifié par la réglementation (valeurs mesurées sous une pression de 4 Pa) pour des enduits non fissurés et moins de 6 % de ce même débit limite pour des enduits fissurés à raison de 1,5 ml de fissure par m² d'enduit, les fissures ayant une épaisseur de 0,5 mm.

L'étude conclut qu'en partie courante, « dans les conditions visées ci-dessus, il n'est pas nécessaire d'envisager la mise en place d'un dispositif supplémentaire d'étanchéité (film plastique complémentaire ou enduit intérieur projeté) ».

L'efficacité de cette étanchéité nécessite le traitement de toutes les pénétrations et de toutes les liaisons avec les autres ouvrages (menuiseries extérieures notamment).

8.4.1.2. • Étanchéité à l'air des combles et ventilation des sous-toitures

Dans le cas des combles avec isolation par l'intérieur, le traitement de l'étanchéité à l'air ne peut être assuré par la couverture qui fait traditionnellement l'objet d'une ventilation en sous-face (solution dite de « toiture froide ») ; il est donc reporté côté intérieur de la paroi.

Le chapitre « Liaisons et points singuliers à traiter » (cf. 9.4.) traite des dispositions d'étanchéité à l'air des parois intérieures des combles.

Cette ventilation avec de l'air extérieur a pour objet d'éviter l'apparition de condensations au contact du matériau de couverture pour assurer la durabilité de ce matériau et éviter les dégradations de la charpente bois. Des orifices d'entrée et de sortie de ventilation (linéaires à l'égout et au faîtage, ou ponctuels et répartis sur l'ensemble de la couverture) permettent de créer une ventilation naturelle des combles perdus ou isolés sous rampants (avec des sections d'entrée et de sortie de ventilation et une épaisseur minimale de lame d'air définies dans les différents DTU).

Les couvertures courantes en petits éléments (tuiles, ardoises, etc.) présentent naturellement une perméabilité à l'air moyenne à forte, due aux assemblages entre éléments à simple recouvrement ou avec emboîtement sec et au nombre important d'éléments au mètre carré. Cette perméabilité présente l'intérêt d'améliorer grandement la tenue au vent des petits éléments de couverture par équilibrage de pression.

Le complexe de couverture se caractérise dorénavant par la mise en place d'une isolation très largement renforcée sous rampant (résistance thermique R supérieure ou égale à 7 m²K/W, par exemple), bien éloignée de l'expérience ancestrale des combles perdus à la base des règles de l'art en vigueur.

8.4.2. • Recensement des défauts d'étanchéité à l'air

Les fuites se situent principalement dans les liaisons façades-planchers, menuiseries extérieures, équipements électriques, trappes et éléments traversant les parois. Il est primordial de veiller particulièrement à la réalisation du traitement des points singuliers.

Toute discontinuité de la plaque de plâtre ou de la structure (ouvertures) doit faire l'objet d'un traitement particulier afin de respecter les limites de perméabilité à l'air.

Tout système doit être réalisé conformément aux règles de l'art afin d'assurer une étanchéité à l'air attendue à la réception des ouvrages. De plus, l'exploitation, l'entretien et la maintenance des parois (rebouchage des trous lors de percement, réfection des calfeutremments lors d'intervention, etc.) permettent de maintenir la performance de l'étanchéité à l'air du bâtiment dans le temps.

Des essais de perméabilité à l'air ont permis de montrer qu'un doublage (plaque de plâtre, contre-cloison maçonnée) réalisé suivant les règles de l'art est suffisamment étanche à l'air en partie courante pour répondre à la Réglementation Thermique.

Comme il est indiqué ci-dessus, la peau étanche et continue, permettant une bonne étanchéité à l'air, peut être située du côté intérieur. Dans ce cas, si le parement en plaque de plâtre fait office de peau étanche, toute discontinuité (perçement, jonctions avec les autres ouvrages, etc.) devra être correctement traitée afin de maintenir la continuité de l'étanchéité à l'air.

Pour le cas particulier du passage des réseaux électriques, une solution performante consiste à placer le tableau électrique à l'intérieur du volume chauffé, puis à réaliser la distribution et la pose des appareillages en avant de l'enveloppe étanche sans jamais la traverser.

La mise en place d'un vide technique de 50 mm entre le plan d'étanchéité et le nu intérieur de la construction permet de s'affranchir pour l'ensemble des passages des réseaux de canalisations (câbles électriques, fluides, etc.) du risque de percements accidentels de ce plan d'étanchéité. Ce vide technique ou plénum évite également une dégradation des performances de l'isolant car celui-ci ne sera pas comprimé et limite les risques de condensation en disposant ces canalisations de fluides du côté chaud de la paroi.

Note

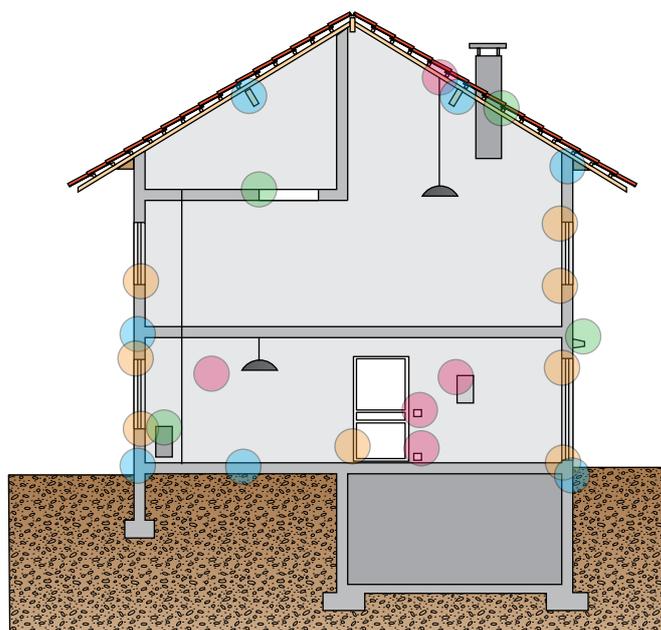
Le § Traitement des traversées et incorporations (cf. 9.4.5.) fournit des principes de réalisation des vides techniques répondant à ces critères pour l'incorporation des réseaux.

D'une manière générale, la pose d'une membrane d'étanchéité à l'air et des accessoires associés (mastics, ruban adhésif) tels que définis dans les Avis Techniques et DTA, ou tout autre produit faisant l'objet,



pour cet usage, d'un Avis Technique ou d'un DTA en cours de validité, peut contribuer à l'étanchéité à l'air de l'ouvrage en limitant les passages d'air sur les pourtours des ouvertures ainsi qu'au droit des traversées et des incorporations.

Dans le cas de construction à ossature bois, l'étanchéité à l'air est assurée par la mise en œuvre d'un film continu faisant office de pare-vapeur conformément aux spécifications du DTU 31.2. Des prescriptions et détails complémentaires sont disponibles dans les Recommandations Professionnelles RAGE « Maîtrise des performances thermiques des systèmes constructifs à ossature bois » et le Catalogue Constructions Bois (www.catalogue-construction-bois.fr).



- Fuite sur gros œuvre
- Fuite sur jonctions menuiseries
- Fuite sur incorporations électriques
- Fuite sur traversées diverses

▲ Figure 51 : Exemples de localisation des infiltrations d'air parasites

Les principales dispositions à mettre en œuvre concernent notamment le traitement des jonctions :

- en tête (sous dalle et sous plafond) ;
- en pied (sur sol brut et sur sol fini) ;
- avec les menuiseries extérieures et les volets roulants ;
- au droit des incorporations et traversées des parois.

Note

Pour le traitement des points singuliers, (cf. 9.4.).



8.5. • Dispositions concernant la ventilation des locaux

Les réglementations applicables aux bâtiments neufs exigent la maîtrise de l'apport et de l'extraction d'air ainsi que le traitement ou l'amélioration de l'étanchéité à l'air de l'enveloppe du bâti.

L'humidité relative de l'air en moyenne temporelle doit rester inférieure à un certain taux (de l'ordre de 85 %) pour éviter le développement des moisissures. La ventilation mécanique permet d'adapter le renouvellement d'air dans le logement afin d'obtenir une bonne qualité d'air intérieur nécessaire pour la santé, éviter les problèmes de moisissures tout en maîtrisant la dépense énergétique liée au renouvellement d'air. L'ouverture des fenêtres permet également un complément d'air neuf.

Les entrées d'air et les bouches d'extraction doivent être nettoyées régulièrement afin de maintenir un débit d'air adapté aux besoins.

8.6. • Isolement acoustique

8.6.1. • Contexte réglementaire dans le neuf

La réglementation acoustique est basée sur une obligation de résultat et non de moyen. Ce n'est donc pas la performance du procédé d'isolation thermique par l'intérieur (ITI) qui est réglementée mais la performance finale du bâtiment principalement en termes d'isolement entre logements et d'isolement de façade. Il est toutefois nécessaire de connaître la performance de chaque composant pour s'assurer du respect de la réglementation de l'ensemble.

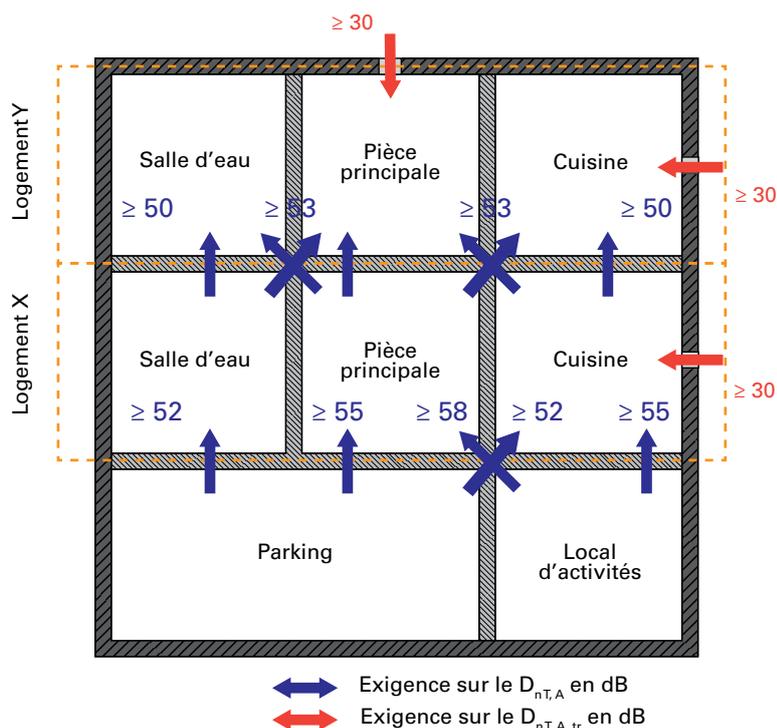
Quatre domaines d'emploi sont à ce jour concernés par la réglementation :

- les bâtiments d'habitation (arrêté du 30 juin 1999) ;
- les établissements de santé (25 avril 2003) ;
- les établissements d'enseignements (25 avril 2003) ;
- les hôtels (25 avril 2003).

Les principaux indices réglementés impactés par l'Isolation thermique par l'intérieur sont :

- isolement acoustique $D_{nT,A}$ ($= D_{nT,w} + C$) en dB (ou isolement intérieur) ;
- isolement acoustique $D_{nT,A,tr}$ ($= D_{nT,w} + C_{tr}$) en dB (ou isolement de façade).

Les valeurs seuils de la réglementation acoustique des bâtiments d'habitation (arrêté du 30 juin 1999) sont résumées dans la (Figure 52).

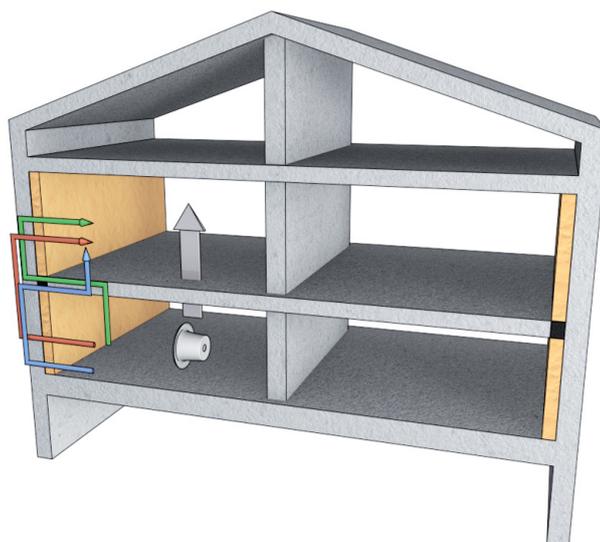


▲ Figure 52 : Principaux niveaux d'isolement au bruit aérien réglementés dans les bâtiments d'habitation en France

De plus pour tous les permis de construire (PC) déposés depuis le 1^{er} janvier 2013, le maître d'ouvrage doit fournir une attestation de bonne prise en compte de la réglementation acoustique. Cette attestation passe par un engagement sur la conception, le suivi et le contrôle par essai à la réception du chantier (ce dernier point ne concerne que les opérations de plus de 10 logements (individuels ou collectifs)).

8.6.2. • Influence des doublages thermiques sur l'isolement acoustique entre locaux

L'impact d'un doublage par l'intérieur sur l'isolement acoustique entre l'intérieur et l'extérieur est généralement négligeable (notamment pour les $D_{nT,A,tr} < 38$ dB). Cela est vrai même pour des doublages dégradant la performance de leur support et ce en raison de la présence d'éléments généralement bien plus faibles, sur le plan acoustique, dans la façade (fenêtre, entrée d'air, coffre de volet roulant, etc.). Par contre, le doublage par l'intérieur a souvent un rôle primordial sur l'isolement acoustique entre logements car il influe fortement sur les transmissions latérales qu'il diminuera ou augmentera selon qu'il est thermique ou thermo-acoustique.



▲ Figure 53 : Impact des doublages sur l'isolement entre pièces – modification des transmissions latérales

8.6.3. • Préservation de l'équilibre entre isolement entre locaux et isolement vis-à-vis de l'extérieur

En acoustique, le confort est aussi une question d'équilibre entre le niveau sonore provenant de l'extérieur et celui provenant des autres locaux. Si les bruits venant de l'extérieur sont souvent les premiers cités dans les sondages liés à la gêne sonore, ils sont impersonnels et donc souvent mieux tolérés que les bruits provenant des locaux avoisinants.



La réglementation acoustique est normalement conçue pour garantir cet équilibre.

Si le doublage choisi est uniquement thermique (et dégrade la performance acoustique du mur support), il va augmenter les transmissions latérales et donc réduire l'isolement entre les logements.

En améliorant la performance acoustique du mur support ($\Delta R > 0$), les doublages de type thermo-acoustique éliminent ce risque.

8.6.4. • Performances acoustiques intrinsèques du procédé

L'approche acoustique des systèmes différera selon leur nature. Deux grandes familles sont à distinguer :

- la première porte sur tous les systèmes de doublage (horizontaux ou verticaux) mis en œuvre sur des parois « lourdes » (voile



béton, mur maçonnerie, plancher poutrelle-entrevous, etc.). La performance est évaluée en termes d'amélioration de l'indice d'affaiblissement acoustique ΔR du doublage vis-à-vis de son support. À noter que la valeur obtenue dépend de la performance de la paroi support ;

- la seconde famille correspond à des doublages sur des murs à ossature légère, ou des plafonds en comble perdus ou aménagés. La performance est évaluée par l'indice d'affaiblissement acoustique du système complet.

8.6.4.1. • Performance acoustique des doublages sur supports lourds

L'efficacité acoustique d'un doublage dépendant de la paroi support sur lequel il est monté, en France trois supports de référence verticaux et un horizontal sont retenus :

- béton de 16 cm (référence au niveau de la norme ISO 10140-5);
- brique creuse 20 x 20 x 5 enduit une face ;
- parpaing creux 20 x 20 x 5 enduit une face ;
- plancher béton de 14 cm (référence au niveau de la norme ISO 10140-5).

Le voile de béton de 160 mm, support vertical de référence dans la norme, est généralement le support le plus pénalisant (en termes de ΔR associé pour le doublage) et donc celui souvent retenu par défaut.

8.6.4.2. • Performance acoustique des complexes de doublages collés

La performance de ces systèmes dépend fortement du module d'élasticité de l'isolant.

Dans leur grande majorité les mousses à cellules fermées (PU, XPS, PSE non élastifié) ont un module d'élasticité important, cela implique que les complexes ainsi constitués dégraderont l'indice d'affaiblissement de leur paroi support. En revanche ceux réalisés avec des isolants plus souples (PSE élastifié (PSEE) ou laine minérale (LM)) amélioreront l'indice d'affaiblissement acoustique de ces parois.

8.6.4.3. • Performance acoustique des contre-cloisons maçonnées

Les contre-cloisons maçonnées étant généralement réalisées avec des produits assez rayonnants (brique plâtrière, carreau de plâtre, etc.), il convient, notamment dans les logements collectifs, de limiter les transmissions latérales en périphérie de ces contre-cloisons en les désolidarisant du gros œuvre en tête ou en pied.

Ce type de technique est à proscrire sur chape flottante.



8.6.4.4. • Performance acoustique des systèmes de doublage avec ossature indépendante de la paroi

La performance acoustique dépend principalement de la nature et de la composition du parement, de la distance entre ce parement et la paroi support et de la nature et de l'épaisseur de l'isolant situé dans la lame d'air.

8.6.4.5. • Performance acoustique des systèmes de doublage sur ossature non indépendante

Ces systèmes se comportent de façon assez similaire à ceux du paragraphe précédent, à l'exception des différents points de connexion qui créent des courts-circuits plus ou moins pénalisants. L'impact de ces courts-circuits dépend fortement de leur densité au mètre carré ainsi que de leur souplesse. Il existe ainsi, notamment pour les plafonds suspendus, des dispositifs anti vibratiles permettant de limiter cet effet.

Toutefois, ces dispositifs ne présentent pas la même efficacité sur planchers « légers » que sur planchers lourds et leur efficacité est assez rarement évaluée sur les plans acoustique et mécanique.

8.6.4.6. • Performance acoustique des systèmes d'isolation par l'intérieur sur des éléments à ossature légère

Les systèmes couverts par ce chapitre portent aussi bien sur des doublages de murs à ossature bois que des planchers légers ou des charpentes de combles isolés par l'intérieur à l'aide d'un plafond sur ossature (bois ou métal).

S'agissant de l'isolement vis-à-vis de l'extérieur (façade et combles), le respect de l'exigence de base ($D_{nT,A,tr} \geq 30$ dB) nécessite généralement un $R_w + C_{tr}$ pour la paroi opaque supérieur ou égal à 38 dB.

Si cette performance est assez réaliste avec des systèmes standard de type plaque de plâtre (BA13) intérieure avec 200 mm d'un isolant thermique poreux à cellules ouvertes (laine minérale, végétale, animale, etc.) + un parement extérieur (tuile, bardage, etc.), il n'en est pas de même pour des systèmes à base de mousse à cellules fermées rigides ou élastifiées. En effet, outre le fait qu'ils ne peuvent être fixés mécaniquement, les complexes avec isolant en PSE élastifié, n'auraient aucune efficacité acoustique dans ce type de configuration.

Cela rend inapproprié (pour des raisons acoustiques) l'usage d'un complexe à base de mousse rigide (ou panneau sandwich) vissé sur ossature en comble aménagé ou perdu s'il n'est pas associé à un isolant thermique à cellules ouvertes en complément (ex : laine minérale, végétale ou animale, etc.).



Pour ce qui est de l'isolement entre locaux, il faut distinguer le cas d'une façade légère non porteuse mise en œuvre dans un bâtiment à ossature lourde, des bâtiments à ossature légère. Dans le premier cas, les méthodes européennes NF EN ISO 12354-1 à 6 s'appliquent toujours, mais il faut disposer de la mesure de l'isolement latéral $D_{n,f}$ de la façade, réalisée en laboratoire selon la norme NF EN ISO 10848-2. Dans le second cas, le travail de recherche prénormatif est toujours en cours et des approches devraient être normalisées dans les prochaines années (projet ACOUBOIS, action européenne COST, etc.).

8.6.5. • Points singuliers : traitement des jonctions

La recherche d'amélioration de l'étanchéité à l'air est un objectif commun à l'acoustique et à l'efficacité énergétique d'un bâtiment. En cela, les évolutions récentes conduisant à un plus grand nombre de contrôles devraient être bénéfiques sur le plan acoustique.

L'étanchéité des jonctions des doublages avec les équipements devra être préférentiellement réalisée avec des produits souples conservant leur élasticité dans le temps. L'usage de la mousse expansive de polyuréthane pour le traitement de points singuliers est à proscrire dès lors qu'une performance acoustique est recherchée.

8.7. • Sécurité incendie

8.7.1. • Généralités

La sécurité incendie dans les bâtiments vise à assurer aux personnes une protection efficace dans des situations critiques et tend ainsi à prévenir des sinistres faisant de multiples victimes.

Les trois catégories principales de mesures sont les suivantes :

- des mesures de prévention évitant la naissance du feu, sa transmission vers d'autres locaux ou vers les tiers si le foyer initial est intérieur, ou vers l'extérieur du bâtiment si le feu provient de l'extérieur ;
- des dispositions concernant l'évacuation des occupants et leur protection par des moyens incorporés au bâtiment ;
- des dispositions permettant l'accès aisé et l'intervention des services de lutte contre l'incendie.

Les principaux règlements de sécurité incendie applicables sont les suivants :

- bâtiments d'habitation : arrêté du 31 janvier 1986 modifié (ministère du Logement) ;
- établissements recevant du public : arrêté du 25 juin 1980 modifié (ministère de l'Intérieur) ;



- immeubles de grande hauteur : arrêté du 30 décembre 2011 (ministère de l'Intérieur + cosignataires) ;
- immeubles de bureaux notamment : Code du travail – arrêté du 5 août 1992 modifié (ministères du Logement, du Travail et de l'Agriculture) ;
- autres règlements spécifiques ou au cas par cas : ouvrages exceptionnels, établissements pénitentiaires, parcs de stationnement, ICPE, etc.

Parmi l'ensemble des mesures de prévention figurant dans ces règlements, il est notamment fait mention d'exigences en matière de réaction au feu, d'une part, et de résistance au feu, d'autre part.

Définition simple de la réaction au feu

La réaction au feu est l'aptitude d'un produit ou d'un matériau à contribuer au développement d'un incendie (feu dans sa phase naissante).

Les moyens permettant de déterminer les performances de réaction au feu d'un produit ou d'un matériau sont essentiellement constitués par des essais.

Les méthodes applicables et les moyens de preuve des performances sont fixés par l'arrêté du 21 novembre 2002 modifié du ministère de l'Intérieur.

Définition simple de la résistance au feu

La résistance au feu est la durée pendant laquelle un produit ou un élément de construction et d'ouvrage assure sa fonction malgré l'action du feu (feu dans sa phase développée).

Les moyens permettant de déterminer les performances de résistance au feu d'un produit ou d'un élément de construction et d'ouvrage sont élaborés par des essais, des calculs, des procédures mixant essais et calculs, et des avis d'experts.

Les méthodes applicables et les moyens de preuve des performances sont fixés par l'arrêté du 22 mars 2004 modifié du ministère de l'Intérieur.

8.7.2. • Les isolants intérieurs et les aspects phénoménologiques

Pour ce qui concerne les aspects phénoménologiques, il convient de rappeler que la plupart des feux qui surviennent dans un bâtiment ont pour origine la combustion d'un élément de mobilier ou d'équipement. Le flux de chaleur émis par ce type de foyer sollicite les revêtements des parois et fait croître leur température d'autant plus rapidement que l'inertie thermique des parois est faible.



Cela a deux conséquences :

- quelle que soit la nature de l'isolant thermique utilisé en isolation intérieure (matériau combustible ou non combustible), celui-ci va limiter la diffusion de la chaleur au travers des parois et ainsi favoriser un accroissement rapide de la température du milieu gazeux dans le local et des surfaces des parois, ce qui contribue à réduire le délai d'embrasement généralisé du contenu combustible du local ;
- si, de plus, l'isolant thermique est un matériau combustible, celui-ci va entrer rapidement en pyrolyse active, c'est-à-dire émettre des gaz combustibles et des fumées, l'inflammation pariétale précoce et généralisée déclenchant l'embrasement général du contenu de la pièce avec émission supplémentaire abondante de chaleur et de fumées.

Pour se prémunir contre l'occurrence précoce, voire très précoce (plastiques alvéolaires non ignifugés), de ces dangers (débits calorifiques élevés, fumées, gaz nocifs, déplétion d'oxygène), un principe de base en habitation est d'habiller les panneaux isolants thermiques, quelle que soit leur nature, par des plaques de parement suffisamment épaisses et constituées d'un matériau suffisamment dense afin de retarder l'échauffement de l'interface parement-matériau isolant. Par ce moyen :

- on donne à l'enveloppe interne du local, et donc au local lui-même, une inertie thermique suffisante qui permet de ne pas réduire exagérément le délai d'embrasement généralisé du fait de la construction elle-même ;
- on retarde la pyrolyse et la contribution au feu des isolants plastiques alvéolaires, ce qui permet de disposer, pour l'évacuation du local dans lequel le feu a pris naissance, d'un délai comparable à celui qu'offrirait une construction non isolée ou isolée par l'extérieur.

8.7.3. • Mesures préventives de protection contre le feu des isolants

8.7.3.1. • Bâtiments d'habitation

Du point de vue du droit applicable, l'article 16 de l'arrêté conjoint des ministères de l'Intérieur et du Logement du 31 janvier 1986 relatif à la sécurité incendie dans l'habitat neuf est dédié à l'isolation des parois par l'intérieur et renvoie aux indications du guide d'emploi des isolants combustibles dans les logements (*e-Cahier du CSTB* n° 3231, juin 2000) qui fait donc partie intégrante du dispositif réglementaire.

Pour les bâtiments d'habitation de la 1^{re} famille et dans les situations où l'on peut s'y ramener (dernier niveau des bâtiments collectifs), la considération des deux objectifs précités a) et b) est suffisante car

seuls les occupants du logement sinistré ou des logements du même palier, au dernier niveau, sont menacés par le feu et leur évacuation peut être quasi immédiate.

Dans les bâtiments d'habitation collectifs (3^e et 4^e familles), pour les niveaux autres que le dernier, le scénario à considérer est plus complexe : en effet, il convient, outre de satisfaire aux objectifs ci-dessus, d'éviter l'enfumage rapide des dégagements communs, voire de logements situés à des niveaux plus élevés, pendant un temps suffisant afin de permettre l'évacuation de ces logements et l'intervention des secours par l'intérieur de l'immeuble. De ce fait, il convient d'examiner ici non seulement des paramètres tels que les délais d'inflammation pariétale et d'embrassement général, mais aussi les débits et les quantités de fumées et de gaz toxiques susceptibles d'être dégagés, pendant une durée conventionnelle d'incendie, et qui résulteraient, pour partie, d'une pyrolyse de l'isolation thermique incorporée à la construction.

Il est évident que si les habillages de l'isolation sont eux-mêmes combustibles, ceux-ci doivent être tels qu'ils ne favorisent pas eux-mêmes la survenance précoce de l'embrassement.

Le guide d'emploi des isolants combustibles dans les logements (*e-Cahier du CSTB* n° 3231, juin 2000) indique, selon les familles d'habitation, le type et la position verticale ou horizontale de la paroi isolée par l'intérieur, les durées de protection requises et les solutions constructives admises sans justification.

Les Avis Techniques ou les DTA précisent la conformité avec cette réglementation des procédés d'isolation thermique par l'intérieur non traditionnels.

8.7.3.2. • Établissements recevant du public

Du point de vue du droit applicable, l'article AM8 de l'arrêté du ministère de l'Intérieur du 6 octobre 2004 modifié (voir son annexe I) relatif à la sécurité incendie dans les établissements recevant du public est dédié à l'isolation des parois par l'intérieur. Il est directement associé à son annexe II qui est constituée par le guide d'emploi des isolants combustibles dans les établissements recevant du public. L'ensemble forme le dispositif réglementaire.

Les mesures préventives retenues par le premier paragraphe de l'article AM8 sont :

- soit une limitation du pouvoir calorifique des isolants, voire de leur production fumigène (utilisation de produits classés au moins A2 – s2,d0 ou A2FL – s1) ;
- soit la protection par un écran de tout isolant combustible susceptible d'être exposé au feu. Cet écran a pour fonction de retarder la pénétration du flux thermique dans un tel produit afin d'en différer la pyrolyse active et/ou la fusion.



Par convention est appelé :

- « isolant combustible », tout produit d'isolation non classé au moins A2 – s2,d0 ou A2FL – s1 ;
- « écran », un écran de protection thermique.

Le guide introduit :

- les solutions constructives avec écran qui peuvent être mises en œuvre sans justification (cf. article II.1) ;
- la possibilité d'utilisation d'autres écrans, justifiés selon les dispositions de l'article II.2 ;
- enfin, la possibilité d'autres solutions constructives après justification, ainsi que prévu par le deuxième paragraphe de l'article AM8.

Les Avis Techniques ou les DTA précisent la conformité à ces réglementations des procédés d'isolation thermique par l'intérieur non traditionnels.

8.8. • Impacts environnementaux et sanitaires

Cette partie traite de la conformité des procédés d'isolation thermique par l'intérieur avec les réglementations et les prescriptions environnementales et sanitaires du projet.

L'arrêté du 23 décembre 2013 précise les modalités d'application du décret du 23 décembre 2013 relatif à la Déclaration Environnementale (DE) qui devra accompagner la commercialisation des produits de construction utilisés dans le secteur du bâtiment, dès lors que la promotion de ces produits comportera des allégations sur leurs aspects environnementaux.

Les données environnementales et sanitaires des isolants et des procédés d'isolation sont présentées sous la forme de fiches de données environnementales et sanitaires (FDES) conformes aux dispositions de la norme NF EN 15804 « Contribution des ouvrages de construction au développement durable – Déclarations environnementales sur les produits – Règles régissant les catégories de produits de construction » et son complément national, la norme XP P01-064.

8.8.1. • Fiche de déclaration environnementale et sanitaire des isolants et des doublages

Les caractéristiques environnementales et sanitaires des produits de construction sont issues de l'analyse de leur cycle de vie (ACV) qui couvre l'extraction des matériaux en carrière, la fabrication des produits, leur transport, leur vie en œuvre, le traitement des déchets de chantier et la déconstruction du bâtiment.

Le résultat de cette analyse de cycle de vie des produits de construction, réalisée de manière normalisée, constitue une partie de la fiche de déclaration environnementale et sanitaire (FDES). L'évaluation de la performance environnementale des bâtiments (PEB) a rendu nécessaire la production de ces FDES.

L'évaluation de la qualité environnementale des bâtiments (QEB) et, par conséquent, la recherche des labels HQE du bâti ont rendu nécessaire la production de ces déclarations.

La création et la mise à disposition de ces fiches relèvent à ce jour d'une démarche volontaire. Elles sont le plus souvent mises à disposition dans la base INIES, base de données française de référence sur les caractéristiques environnementales et sanitaires des produits de construction (www.inies.fr).

8.8.2. • Réglementations environnementales et sanitaires

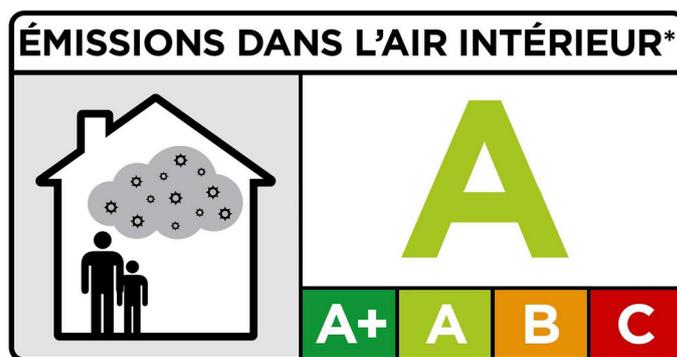
Il convient tout d'abord de rappeler que les réglementations thermiques des bâtiments existants relèvent aussi des préoccupations environnementales à travers, notamment, la réduction des émissions de CO₂.

L'étiquetage des émissions de polluants volatils des produits de construction et de décoration fait l'objet d'une réglementation applicable depuis le 1^{er} septembre 2013. Il s'agit du décret n° 2011-321 du 23 mars 2011 et de l'arrêté d'application du 19 avril 2011 relatif à l'étiquetage des produits de construction ou de revêtement de mur ou de sol et des peintures et vernis sur leurs émissions de polluants volatils, modifié par l'arrêté du 20 février 2012.

Les cloisons, les faux-plafonds, les produits d'isolation, les portes, les fenêtres et les produits destinés à la pose ou à la préparation de ces produits sont concernés.

Le décret instaure l'obligation d'indiquer sur une étiquette, placée sur le produit ou sur son emballage, ses caractéristiques d'émission, une fois mis en œuvre, en substances volatiles polluantes. Il s'agit d'une autodéclaration. Le fabricant est responsable de l'exactitude des informations mentionnées sur l'étiquette, qu'il obtient par le moyen de son choix. Un essai d'émission selon la série des normes ISO 16000 constitue le mode de preuve en cas de contrôle.

L'étiquette accompagnant le produit informe sur le niveau d'émission de substances volatiles dans l'air intérieur, présentant un risque de toxicité par inhalation, sur une échelle de classe allant de A+ (très faibles émissions) à C (fortes émissions).



▲ Figure 54 : Modèle d'étiquette extrait de l'arrêté

Le ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie a mis en ligne une page : « Mode d'emploi de l'étiquetage » sur son site : www.developpement-durable.gouv.fr/Chapitre-I-Mode-d-emploi-de-I.html.

Enfin, tous les produits de construction sont soumis depuis le 1^{er} janvier 2010 à l'arrêté du 30 avril 2009 relatif aux conditions de mises sur le marché des produits de construction et de décoration contenant des substances cancérigènes, mutagènes ou reprotoxiques de catégorie 1 ou 2 et à l'arrêté du 28 mai 2009 modifiant l'arrêté du 30 avril 2009. Les produits de construction satisfont aux exigences de ces arrêtés si leurs émissions à 28 jours en composés cancérigènes, mutagènes ou reprotoxiques de catégorie 1 ou 2 sont inférieures à 1 µg.m⁻³ selon la série des normes ISO 16000.

8.8.3. • Label bâtiment bio-sourcé

L'arrêté du 19 décembre 2012 définit le contenu et les conditions d'attribution du label « **bâtiment bio-sourcé** » aux bâtiments neufs. Il définit trois niveaux de label « bâtiment biosourcé » en fonction du taux minimal de matière bio-sourcée et précise les exigences complémentaires auxquelles doivent satisfaire ces bâtiments.

On appelle matière bio-sourcée, une matière issue de la biomasse végétale ou animale pouvant être utilisée comme matière première dans des produits de construction et de décoration, de mobilier fixe et comme matériau de construction dans un bâtiment. Les isolants d'origine végétale ou animale entrent donc dans le champ d'application de cet arrêté.

L'arrêté précise enfin les modalités de contrôle et d'attribution du label.

8.9. • Stabilité et durabilité

8.9.1. • Doublages horizontaux ou inclinés

Il convient de déterminer les sollicitations mécaniques (poids propre, effets du vent) apportées par les doublages horizontaux ou inclinés, puis de vérifier la capacité des supports (charpentes, planchers et/ou plafonds existants) à reprendre ces charges.



8.9.1.1. • Poids de l'isolation rapportée : poids du système de doublage

Le poids au mètre carré des composants des systèmes de doublage (isolant, ossature, parement) est calculé. Ce poids est ensuite majoré, conformément aux dispositions des normes DTU, pour tenir compte des effets du vent et des surcharges dues aux équipements éventuels. En fonction de l'écartement des ossatures supports du doublage et de l'entraxe des suspentes, on détermine enfin la charge rapportée par chaque suspente à la structure porteuse. Les couples profilés-suspentes sont indissociables. Il est nécessaire de vérifier que la charge par suspente est inférieure à la charge admissible du couple profilé-suspente.

Note

La charge admissible du couple profilé-suspente est égale au tiers de la charge de rupture de cet assemblage (cf. art. 5.2.6 du DTU 25.41 P1-2).

8.9.1.2. • Effets du vent sur le dimensionnement des ossatures

Dans la plupart des cas (cf. art. 6.2.2.2.1 de la norme NF DTU 25.41 P1.1), les charges à prendre en compte sont :

- le poids propre de l'ossature et des parements, plaques, complexes, etc. ;
- une surcharge de 10 daN/m² qui tient compte des effets moyens dus au vent ;
- la masse surfacique de l'isolant ;
- une charge ponctuelle complémentaire de 2 daN par surface minimale de 1,20 m x 1,20 m pour la fixation d'objets.

Note

Une surcharge d'effets moyens dus au vent inférieure à 10 daN/m² peut être prise en compte si une étude justifie que l'action du vent ne pourra dépasser cette valeur. Par défaut, les portées maximales sont calculées avec la surcharge de 10 daN/m².

Dans certains cas particuliers (profilés spéciaux, charges importantes dues au vent), une justification par calcul ou essai est nécessaire. C'est notamment le cas des plafonds horizontaux exposés à des pressions de vent supérieures à 10 daN/m² et qui nécessitent un dimensionnement spécifique ainsi que la mise en œuvre de dispositifs de blocage au droit de chaque suspente, s'opposant ainsi au soulèvement du plafond.



8.9.2. • Doublages verticaux

Les doublages doivent présenter un comportement satisfaisant vis-à-vis :

- des sollicitations de service (chocs d'usage, pression due au vent, etc.) avec une absence de dégradations ;
- des sollicitations extrêmes (chocs de sécurité) avec un non-effondrement, même partiel, de la paroi.

Les spécifications sont décrites dans les trois documents suivants :

- Eurocode 1 : Actions sur les structures (définitions des catégories de zone) ;
- normes NF DTU 25.41, 25.42 et 31.2 ;
- guide pour la présentation des éléments du dossier de demande d'Avis Technique relative à un procédé de cloison distributive ou de doublage de murs.

L'appréciation de l'aptitude à l'emploi des doublages de mur passe par la justification de la résistance aux sollicitations suivantes :

- comportement aux chocs de corps mous simulant la chute d'une personne contre la paroi ;
- comportement aux chocs de corps durs simulant l'impact d'un objet ;
- comportement sous une pression répartie simulant l'impact d'un différentiel de pression sur l'ouvrage ;
- comportement après plusieurs battements d'une porte intégrée dans l'ouvrage ;
- comportement des fixations d'éléments chargés sur l'ouvrage.

8.9.2.1. • Résistance aux chocs

Le dimensionnement des contre-cloisons et des doublages verticaux doit assurer la résistance aux chocs des ouvrages verticaux selon les types de locaux.

Comportement aux chocs de corps mous

Pour les contre-cloisons en plaques de plâtre sur ossature métallique verticale visées par le DTU 25.41, les exigences de comportement aux chocs de corps mous sont réputées satisfaites pour les configurations de cloisons de doublage de murs définies dans le (tableau 15) ci-après.



Exposition aux chocs des locaux	Constitution des contre-cloisons		Hauteur maximale
	Parement	Ossature	
Cas A Emploi dans des logements individuels (maisons individuelles, parties privatives des logements collectifs) et dans les bureaux dont les chocs d'occupation ne sont pas supérieurs à ceux des logements	1 plaque BA13 ou 1 plaque BA15	Montants simples ou doubles sans appui intermédiaire sur le support	3,90 m avec montants M100 doublés tous les 0,60 m (art. 6.4.1 du DTU 25.41 P1.1)
		Montants simples ou doubles avec appui intermédiaire sur le support	6,00 m avec montants à entraxe de 0,60 m et appuis à entraxe maximal de 1,50 m (art. 6.4.2 du DTU 25.41 P1.1)
		Fourrures avec appuis intermédiaires clipsés	2,70 m avec un appui à mi-hauteur (art. 6.4.3 du DTU 25.41 P1.1)
Cas B Emplois autres que ceux visés dans le cas A	1 plaque BA18 ou 2 plaques BA13 ou 2 plaques BA15	Montants simples ou doubles sans appui intermédiaire sur le support	3,90 m avec montants M100 doublés tous les 0,60 m (art. 6.4.1 du DTU 25.41 P1.1)

▲ **Tableau 15** : Dispositions constructives des contre-cloisons en plaques de plâtre sur ossature métallique vis-à-vis des chocs

Note

Des hauteurs maximales supérieures et une extension au cas B de certains montages peuvent être admises sur justification de leur comportement mécanique.

Les DTU ou les Avis Techniques et les DTA précisent les épaisseurs ou les constitutions minimales des autres types de contre-cloisons.

Comportement aux chocs de corps durs

Pour les parements en plaques de plâtre de type A (standard), le diamètre de l'empreinte laissée par une bille de 500 g chutant d'une hauteur de 50 cm ne doit pas être supérieur à 20 mm.

Les DTU ou les Avis Techniques et les DTA précisent les duretés de surface des autres types de contre-cloisons.

8.9.2.2. • Comportement sous des pressions réparties

Les DTU ou les Avis Techniques et les DTA précisent, en fonction de l'épaisseur des contre-cloisons maçonnées ou de la composition des contre-cloisons sèches, les hauteurs maximales compatibles avec les effets des pressions dues au vent.



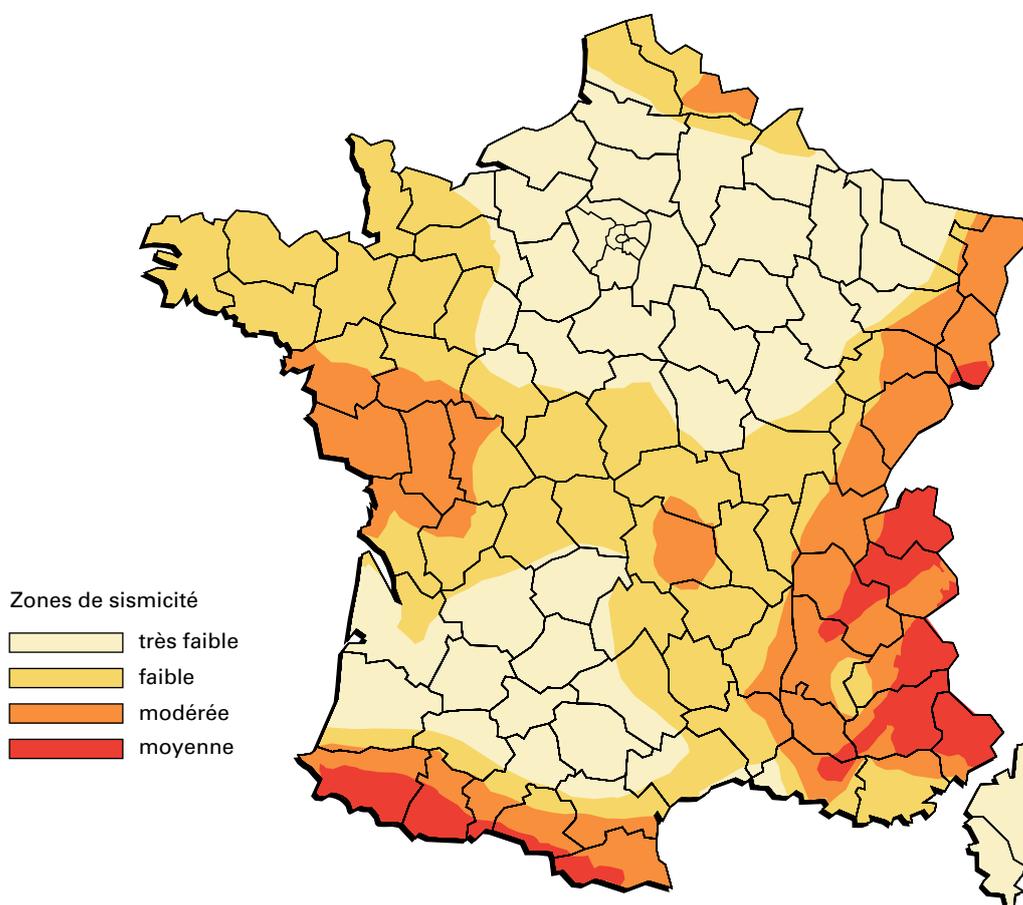
8.10. • Comportement sous sollicitations sismiques

Le territoire national est découpé en cinq zones sismiques :

- zone 1 : sismicité très faible ;
- zone 2 : sismicité faible ;
- zone 3 : sismicité modérée ;
- zone 4 : sismicité moyenne ;
- zone 5 : sismicité forte.

Le décret n° 2010-1255 délimite précisément les zones sismiques par département, canton et commune.

Une représentation simplifiée est portée sur la carte (Figure 55).



▲ Figure 55 : Carte du zonage sismique

L'arrêté du 22 octobre 2010 modifié définit quatre catégories d'importance pour les bâtiments :

- catégorie d'importance I : bâtiments dont la défaillance ne présente qu'un risque minime pour les personnes ou l'activité économique ;
- catégorie d'importance II : bâtiments dont la défaillance présente un risque moyen pour les personnes ;

- catégorie d'importance III : bâtiments dont la défaillance présente un risque élevé pour les personnes et ceux présentant le même risque en raison de leur importance socioéconomique ;
- catégorie d'importance IV : bâtiments dont le fonctionnement est primordial pour la sécurité civile, pour la défense ou pour le maintien de l'ordre public.

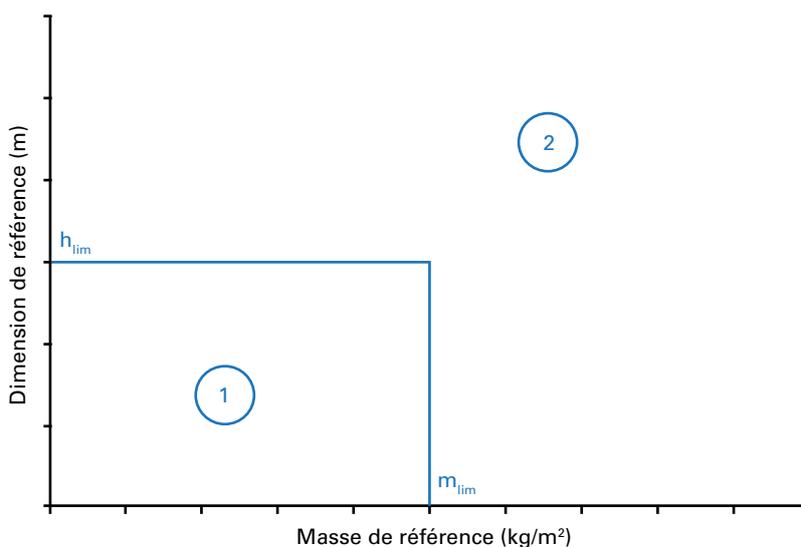
Informations relatives aux éléments non structuraux

Conformément au guide ¹ « Dimensionnement parasismique des éléments non structuraux du cadre bâti – Justifications parasismiques pour le bâtiment "à risque normal" », les éléments de second œuvre (non structuraux) nécessitant une analyse de comportement sismique sont définis par deux critères :

- une dimension de référence de l'élément h_{lim} représentant la distance verticale entre le point haut de l'élément et l'aire de chute potentielle située directement sous l'élément ;
- la masse surfacique de l'élément m_{lim} .

Pour une dimension de référence inférieure à h_{lim} et une masse inférieure à m_{lim} , le risque est considéré comme faible et il n'est pas exigé de prendre en compte l'action sismique dans la conception et le dimensionnement de l'élément (région 1).

Dans le cas contraire (région 2), si la dimension de référence est supérieure à h_{lim} ou si la masse surfacique de l'élément est supérieure à m_{lim} , les éléments doivent faire l'objet d'une prise en compte du risque sismique.



▲ Figure 56 : Délimitation des régions 1 et 2 en fonction des masses m_{lim} et des dimensions h_{lim}

Les valeurs de h_{lim} et m_{lim} sont données dans le (Tableau 16) ci-après (extrait de l'art. 1.1.2 du guide « Dimensionnement parasismique des

■ 1 Disponible sur : www.territoires.gouv.fr et/ou www.developpement-durable.gouv.fr.



éléments non structuraux du cadre bâti – Justifications parasismiques pour le bâtiment "à risque normal" » :

Familles d'éléments non structuraux du cadre bâti	Hauteur et masse de référence
Cloisons et doublages	<ul style="list-style-type: none"> • $h_{lim} = 3,5$ m • $m_{lim} = 25$ kg/m²
Plafonds suspendus	Plafonds suspendus à l'aide d'une ossature : <ul style="list-style-type: none"> • $h_{lim} = 3,5$ m • $m_{lim} = 25$ kg/m² Plafonds suspendus par système d'accroche non rigide : tous les éléments de cette famille doivent faire l'objet d'une analyse sismique ($h_{lim} = 0$ m ; $m_{lim} = 0$ kg/m ²)

▲ **Tableau 16** : Domaine d'application par famille, notamment valeurs de h_{lim} et de m_{lim}

Le (Tableau 17) ci-après donne des exemples de types de bâtiments selon la catégorie d'importance.

Catégorie d'importance	Exemples de type de bâtiments (voir arrêté du 22 octobre 2010)
I	Bâtiments sans activité humaine durable
II	Habitations individuelles ERP 4 ^e et 5 ^e catégories (sauf établissements scolaires) Bâtiments d'habitation collective (≤ 28 m) Bâtiments de bureaux et d'usage commercial non ERP (≤ 28 m, ≤ 300 personnes) Bâtiments à activité industrielle (≤ 300 personnes)
III	Établissements scolaires, ERP 1 ^{re} , 2 ^e et 3 ^e catégories Bâtiments à habitation collectifs (> 28 m) Bâtiments de bureaux (> 28 m) Bâtiments à usage commercial non ERP (> 300 personnes) Bâtiments d'activité industrielle (> 300 personnes) Bâtiments sanitaires et sociaux Bâtiments de production d'énergie
IV	Bâtiments de sécurité civile et défense Bâtiments de services communication Bâtiments de circulation aérienne, établissements de santé Bâtiments d'eau potable Bâtiments de distribution d'énergie Bâtiments de centres météorologiques

▲ **Tableau 17** : Exemples de types de bâtiments selon la catégorie d'importance

En l'absence de justificatifs, le guide ENS précise les domaines d'emploi des éléments non structuraux pour lesquels l'article 3 de l'arrêté du 22 octobre 2010 modifié ne requiert pas de dispositions parasismiques.

	Ouvrages de catégorie I	Ouvrages de catégorie II	Ouvrages de catégorie III	Ouvrages de catégorie IV
Zone 1				
Zone 2			*	*
Zone 3		*	*	*
Zone 4		*	*	*
* Domaines d'emploi nécessitant une justification des dispositions parasismiques (application des règles PS)				

▲ **Tableau 18** : Périmètre d'application du guide pour les éléments non structuraux





Phases de réalisation de l'ouvrage et gestion des interfaces

9



Cette partie précise les différentes phases de réalisation des ouvrages, les différents intervenants et les principes et précautions de mise en œuvre des procédés d'isolation thermique examinés. Il souligne les différents points critiques.

Les procédés d'isolation thermique par l'intérieur sont présentés sous forme de fiches qui peuvent être consultées et extraites individuellement. Les procédés examinés correspondent aux techniques les plus courantes.

9.1. • Préparation des travaux

Ce paragraphe traite des conditions préalables à l'exécution des travaux et des conditions de stockage des produits sur chantier.

9.1.1. • Conditions préalables à l'exécution des ouvrages

Les travaux ne doivent être entrepris que dans des constructions accessibles, hors d'air, hors d'eau et dans des locaux secs dont l'état d'avancement met les ouvrages à l'abri des intempéries et notamment du risque d'humidification par apport accidentel d'eau liquide.

Note

Les précautions à prendre, avant l'intervention de l'entreprise chargée de la réalisation des travaux d'isolation, concernent principalement :

- la mise en place de la toiture, ou dans le cas des bâtiments collectifs un décalage d'au moins cinq niveaux par rapport aux travaux de gros œuvre avec étanchéité provisoire, notamment au niveau des trémies et réservations ;
- les structures d'accueil nécessaires à la mise en œuvre des procédés d'ITI ;
- la pose des menuiseries extérieures vitrées ;
- l'exécution des enduits extérieurs des façades en maçonnerie d'éléments en cas de pose de complexes d'isolation thermique ou de contre-cloisons de doublage ;
- le traitement permettant de répondre aux critères d'étanchéité à l'air de l'enveloppe (murs, plafonds, toitures).

Lors de la reconnaissance des parois supports, il sera vérifié que toutes les dispositions constructives permettant de maîtriser la perméabilité à l'air de l'enveloppe ont été prises en amont de la mise en œuvre des contre-cloisons, notamment :

- pose et calfeutrement des menuiseries extérieures ;
- enduit extérieur sur les maçonneries ou autre solution technique validée pour cet effet ;
- calfeutrement des traversées de l'enveloppe (canalisations, etc.).

À défaut, il convient d'en avertir le maître d'ouvrage ou son représentant avant l'intervention de l'entreprise en charge des travaux d'isolation par l'intérieur.

Note

Sur prescription particulière des DPM, un test intermédiaire de perméabilité à l'air de l'enveloppe peut être réalisé.

Les supports sont acceptés conformément aux spécifications des normes DTU les concernant (nature, aspect de surface, planéité, aplomb, alignement, capacité à supporter les charges apportées par le procédé d'isolation, etc.).

9.1.2. • Conditions de stockage sur chantier

Les plaques de plâtre doivent être stockées à l'abri des intempéries, à plat sur des cales disposées dans le sens de la largeur sur un sol plan (cales d'au moins 0,05 m de large, de longueur au moins égale à la largeur des plaques, et espacées d'au plus 0,60 m).

Note

Le calage prévu au transport peut avantageusement être réutilisé. Les maintenances par fardeau se font habituellement à plat.



Le stockage doit, en outre, être organisé de façon à mettre les plaques de plâtre à l'abri des chocs ou salissures pouvant survenir du fait de l'activité du chantier.

Note

La manutention plaque par plaque est généralement effectuée sur chant en évitant d'endommager les plaques de plâtre. Il convient d'éviter, en particulier, le frottement des plaques l'une sur l'autre, la pose des plaques sur leurs angles, etc.

Les produits en poudre doivent être stockés à l'abri de l'humidité, les produits en pâte doivent être stockés à l'abri du gel et du soleil. Le stockage doit, en outre, être organisé de façon à mettre les produits à l'abri des dégradations, déchirures de sacheries pouvant survenir du fait de l'activité du chantier.

9.1.3. • Gestion et traitement des déchets de démolition et de construction

La réglementation spécifique aux déchets du BTP s'est étoffée récemment avec la loi du 12 juillet 2010 dite « loi Grenelle 2 » et la directive cadre du 19 novembre 2008 relative aux déchets.

Le sujet réglementaire le plus crucial en ce qui concerne la gestion des déchets du BTP est celui de la responsabilité :

« Vous produisez ou détenez des déchets de chantiers, vous êtes responsables de leur devenir. »

C'est le sens de l'article L. 541-2 du Code de l'environnement.

Il appartient donc à l'ensemble des acteurs de prendre les dispositions nécessaires jusqu'à l'élimination finale des déchets. Le périmètre de la répartition des rôles et des responsabilités varie selon le type de maître d'ouvrage (particulier, grand donneur d'ordre, etc.) et le type de chantier (construction, démolition-réhabilitation). Dans tous les cas, il appartient au maître d'ouvrage de formaliser ses exigences et ses attentes et au maître d'œuvre (le cas échéant) et aux entreprises de proposer des solutions.

Le secteur du bâtiment et les travaux d'isolation par l'intérieur (déconstruction et mise en œuvre) produisent trois types de déchets :

- des déchets inertes ;
- des déchets non dangereux, également appelés DIB (déchets industriels banals) ;
- des déchets dangereux.

Les listes des produits entrant dans chaque catégorie de déchets et les différentes infrastructures d'accueil adaptées à leur traitement sont précisées dans les textes réglementaires.

Le traitement des déchets doit être pris en compte dans l'évaluation des coûts et la préparation des travaux.

Lorsqu'ils sont à la charge de l'entreprise d'isolation thermique, l'entreposage (bennes, sacs), le tri et l'enlèvement en décharge des déchets de démolition et de construction doivent s'effectuer conformément aux dispositions réglementaires en fonction de la nature des produits.

L'entreprise doit pouvoir attester du respect de ces dispositions.

9.2. • Spécificités du chantier : sécurité des travailleurs et prévention des risques sanitaires et écologiques

9.2.1. • Recueil des données environnementales des produits à mettre en œuvre

Les produits de construction et de revêtement de murs et de sols, les peintures ainsi que les vernis doivent faire l'objet d'un étiquetage sur leurs émissions de polluants volatils. L'étiquetage, à la charge du fabricant ou du distributeur, doit accompagner ces produits.

Les produits de construction peuvent faire par ailleurs l'objet d'une déclaration environnementale conforme aux dispositions de la norme NFP 01-010. Cette déclaration prend alors la forme d'une fiche de déclaration environnementale et sanitaire (FDES).

9.2.2. • Fiches de données sécurité (FDS)

Ces fiches doivent être établies et tenues à disposition par les fabricants chaque fois que les produits de construction présentent un risque pour la santé. Le contenu et le format de ces fiches sont conformes au règlement (CE) n° 1907/2006, dit « règlement REACH », du Parlement européen. Reflétant l'état des connaissances du fabricant à la date indiquée, les informations contenues dans les FDS concernent :

- l'identification du produit et du producteur ;
- l'identification des dangers ;
- la composition du produit et des informations sur les composants ;
- les premiers secours ;
- les mesures de lutte contre l'incendie ;
- les mesures à prendre en cas de rejet accidentel ;
- les mesures relatives à la manipulation et le stockage ;
- le contrôle de l'exposition et les protections individuelles ;
- les propriétés physiques et chimiques du produit ;
- la stabilité et la réactivité du produit ;
- les informations toxicologiques ;



- l'écologie ;
- les considérations relatives à l'élimination ;
- le transport ;
- les informations réglementaires ;
- les autres informations utiles.

L'attention des utilisateurs est attirée sur les risques éventuellement encourus lorsqu'un produit est utilisé à d'autres usages que ceux pour lesquels il est conçu. La fiche FDS ne dispense en aucun cas l'utilisateur de connaître et d'appliquer l'ensemble des textes réglementant son activité.

Si le produit est utilisé en tant que composant d'un autre produit, les informations s'y trouvant peuvent ne pas être applicables

9.3. • Fiches techniques

Dans la suite, divers cas de figure sont présentés sous forme de fiches. Ces 19 fiches correspondent aux procédés de mise en œuvre de l'isolation thermique les plus fréquemment rencontrés.

La liste des fiches est récapitulée dans la (Figure 2).

[FICHE 1] : Principes de mise en œuvre de l'isolation thermique dans les combles perdus : cas de l'isolant posé déroulé sur des plafonds ou des planchers

[FICHE 2] : Principes de mise en œuvre de l'isolation thermique dans les combles perdus : cas de l'isolant à base de laine minérale ou de fibres végétales en vrac soufflé sur des plafonds ou des planchers

[FICHE 3] : Principes de mise en œuvre de l'isolation thermique dans les combles perdus : cas des panneaux et des rouleaux d'isolants (laine minérale, fibres végétales ou textiles) en plafond horizontal sous plancher

[FICHE 4] : Principes de mise en œuvre de l'isolation thermique dans les combles aménagés : cas de l'isolation des plafonds inclinés ou horizontaux. Procédés avec plaques de plâtre ou lambris sur ossature bois ou métallique

[FICHE 5] : Principes de mise en œuvre de l'isolation thermique dans les combles aménagés : cas de l'isolation des plafonds inclinés ou horizontaux. Procédés avec plaques de plâtre ou lambris sur ossature bois ou métallique et membrane d'étanchéité à l'air sans écran HPV sous toiture

[FICHE 6] : Principes de mise en œuvre de l'isolation thermique dans les combles aménagés : cas de l'isolation des plafonds inclinés ou horizontaux. Procédés avec complexes et sandwichs de doublage plaques de plâtre – isolant vissés sur ossature bois ou métal

[FICHE 7] : Principes de mise en œuvre de l'isolation thermique dans les combles aménagés : cas de l'isolation thermique des pieds-droits

[FICHE 8] : Principes de mise en œuvre de l'isolation thermique des parois verticales : cas des complexes d'isolation thermique (plaque-isolant) collés ou fixés mécaniquement sur mur béton ou maçonné

[FICHE 9] : Contre-cloisons avec parement en plaques de plâtre et panneaux ou rouleaux de laine minérale¹ sur ossature métallique avec appuis intermédiaires clipsés, en doublage de mur béton ou maçonné (NF DTU 25.41)

[FICHE 10] : Contre-cloisons avec parement plaques de plâtre et panneaux ou rouleaux de laine minérale, sur ossature métallique sans appui intermédiaire, en doublage de mur béton ou maçonné (NF DTU 25.41)

[FICHE 11] : Contre-cloisons avec parement plaques de plâtre et panneaux ou rouleaux de laine minérale, sur ossature bois, en doublage de mur béton ou maçonné

[FICHE 12] : Contre-cloison avec parement plaques de plâtre, panneaux ou rouleaux de laine minérale et membrane d'étanchéité sur ossature métallique en doublage de mur béton ou maçonné

[FICHE 13] : Isolation thermique par projection de mousse de polyuréthane et habillage par contre-cloison avec parement plaque de plâtre sur ossature métallique, en doublage de mur béton ou maçonné

[FICHE 14] : Contre-cloisons maçonnées (briques, blocs béton, béton cellulaire, carreaux de plâtre), avec isolant thermique en panneaux ou isolants en vrac insufflés dans la cavité

[FICHE 15] : Sandwiches d'isolation thermique (plaque-isolant-plaque) fixés sur ossature bois

[FICHE 16] : Cloisons non porteuses en plaques de plâtre sur ossature métallique avec isolant thermique incorporé ou doublage rapporté

[FICHE 17] : Cloisons en plaques de plâtre sur ossature bois

[FICHE 18] : Panneaux et rouleaux de laine minérale avec parement intérieur en doublage sur contre-lattage bois de murs à ossature bois (DTU 31.2)

[FICHE 19] : Panneaux et rouleaux de laine minérale avec parement intérieur en doublage sur ossature secondaire bois de murs à ossature bois (DTU 31.2)

¹ D'autres isolants peuvent être utilisés mais nécessitent une évaluation technique (DTA) ou une étude de faisabilité.



Fiche 1 – Principes de mise en œuvre de l'isolation thermique dans les combles perdus : cas de l'isolant posé déroulé sur des plafonds ou des planchers



Il est important de respecter scrupuleusement les règles de l'art de mise en œuvre pour permettre d'atteindre dans l'ouvrage fini les performances déclarées et/ou certifiées des isolants.

Les configurations examinées sont les suivantes :

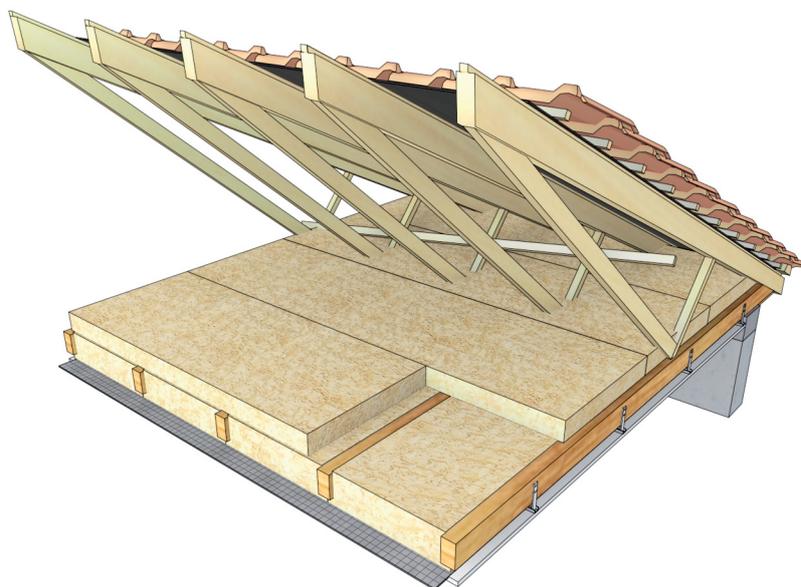
- isolation sur plancher bois ;
- isolation sur plafond, cas des charpentes traditionnelles ;
- isolation sur plafond, cas des fermettes industrielles en W.



▲ Figure 57 : Isolation en combles perdus sur plancher bois



▲ Figure 58 : Isolation en combles perdus sur plafond : cas des charpentes traditionnelles



▲ Figure 59 : Isolation en combles perdus sur plafond : cas des charpentes industrielles en W

Description succincte

Ces techniques consistent à intégrer des panneaux ou des rouleaux d'isolants sur le plancher de combles perdus ou entre les éléments



d'ossature du plancher ou, en l'absence de plancher, sur le plafond des locaux situés sous les combles perdus. En fonction de la performance souhaitée, il est possible de mettre en œuvre une ou plusieurs couches d'isolants.

Les isolants utilisés sont principalement des laines minérales. D'autres isolants peuvent également être utilisés (panneaux en plastique alvéolaire ou isolants d'origine végétale ou animale).

Pour les procédés utilisant des isolants combustibles, il convient de vérifier que les parois supports existantes répondent aux critères des guides de l'isolation par l'intérieur des bâtiments d'habitation et des ERP du point de vue des risques en cas d'incendie.

On veillera particulièrement à la mise en œuvre des panneaux isolants qui doivent être positionnés bord à bord. Dans le cas de plusieurs couches d'isolants, la pose doit être réalisée à joints décalés ou croisés.

Les spécifications concernant les produits et les prescriptions de mise en œuvre sont définies dans la norme NF DTU 31.2. Des prescriptions et détails complémentaires sont disponibles dans les Recommandations professionnelles RAGE « Maîtrise des performances thermiques des systèmes constructifs à ossature bois » et le catalogue constructions bois (www.catalogue-construction-bois.fr).



Dans le cas de bâtiments à ossature bois conformes à la norme NF DTU 31.2, la mise en œuvre d'un film pare-vapeur en plafond sous combles perdus est obligatoire. Il convient d'assurer la continuité du film pare-vapeur entre les parois verticales et le plafond. Une ossature secondaire intérieure mise en œuvre après pose du pare-vapeur permet la fixation directe du parement du plafond (lambris) ou la fixation des suspentes de l'ossature du plafond (plaque de plâtre) sans percement du pare-vapeur. Les caractéristiques mécaniques du pare-vapeur sont adaptées pour soutenir l'isolant.

Un complément d'isolation thermique peut être mis en œuvre sous le pare-vapeur. L'épaisseur de l'isolant dans cette configuration est limitée de façon à ce que sa résistance thermique soit toujours inférieure ou égale à la moitié de celle de l'isolant du comble (cf. 6.3.3.1.).

Statut et référentiels des produits et du procédé

Pour les matériaux isolants posés sur plafonds en plaques de plâtre, les prescriptions de mise en œuvre sont définies dans la norme NF DTU 25.41 P1.1.

Les matériaux isolants tels que les laines minérales, les plastiques alvéolaires et les isolants d'origine végétale ou animale font l'objet



d'Avis Techniques, DTA et d'un CPT (*e-Cahier du CSTB* n° 3647) définissant les prescriptions de mise en œuvre des procédés d'isolation thermique rapportée en planchers de greniers et combles perdus faisant l'objet d'un Avis Technique, DTA ou constat de traditionnalité ».

Les prescriptions de mise en œuvre des procédés d'isolation thermique de combles perdus et de combles aménagés font également l'objet d'Avis Techniques auquel est associé un CPT (*e-Cahier du CSTB* n° 3560_V2).

Pour les autres matériaux, les prescriptions de mise en œuvre sont définies dans les Avis Techniques.

Valeurs tabulées des ponts thermiques intégrés

Il n'y a pas de ponts thermiques intégrés si les panneaux sont bien jointifs et non interrompus par un élément en bois ou en métal.

Les valeurs de résistance thermique des isolants figurent dans les certificats ACERMI.

Exemple(s) d'application pour une isolation thermique sur plancher bois

Hypothèse : support en bois de 22 mm d'épaisseur.

		Conductivité thermique utile de l'isolant (W/(m.K))					
		0,025	0,030	0,035	0,040	0,045	0,050
Épaisseur de l'isolant (mm)	100	4,12	3,46	2,98	2,62	2,34	2,12
	150	6,12	5,12	4,41	3,87	3,46	3,12
	200	8,12	6,79	5,84	5,12	4,57	4,12
	250	10,12	8,46	7,27	6,37	5,68	5,12
	300	12,12	10,12	8,69	7,62	6,79	6,12
	350	14,12	11,79	10,12	8,87	7,90	7,12
	400	16,12	13,46	11,55	10,12	9,01	8,12

▲ **Tableau 19** : Résistance thermique de la paroi étudiée, plancher bois compris (m².K/W)

Risques de condensation

Faut-il ou non un pare-vapeur ?

L'utilité et les caractéristiques du pare-vapeur sont déterminées selon les prescriptions du *e-Cahier du CSTB* n° 3647 intitulé « Mise en œuvre des procédés d'isolation thermique rapportée en planchers de greniers et combles perdus faisant l'objet d'un Avis Technique, d'un DTA ou d'un Constat de traditionnalité ».

Pour déterminer si un pare-vapeur est nécessaire, il convient de calculer la résistance à la diffusion de la vapeur d'eau de la paroi (Z).



Il sera tenu compte du fait que l'isolant est recouvert ou non par le dessus.

$$Z = Z_{DI} + Z_{DP}$$

- Unités : $\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{mmHg} / \text{g}$ ou $\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{Pa} / \text{mg}$.
- Règle de conversion :
 - $X \text{ g} / (\text{m} \cdot \text{h} \cdot \text{mmHg}) = (X / 133.3) \cdot 10^3 \text{ mg} / (\text{m} \cdot \text{h} \cdot \text{Pa})$;
 - $X \text{ m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{mmHg} / \text{g} = (X \cdot 133.3) \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{Pa} / \text{mg}$.

où :

- Z_{DI} correspond à la résistance à la diffusion de vapeur de l'isolant (épaisseur/ δ) ;
- Z_{DP} correspond à la résistance à la diffusion de vapeur du plancher ou du plafond ;
- δ correspond à la perméabilité à la vapeur d'eau de l'isolant.

Le (Tableau 13) et le (Tableau 14) donnent des exemples de résistance à la diffusion de vapeur d'eau de constituants de parois.

Les valeurs minimales de Z , Z_{mini} , dépendent (art. 4.3.1 du CPT, *e-Cahier du CSTB* n° 3647) :

- de l'existence ou non d'une surface de répartition au-dessus de l'isolant ;
- du type de matériau de couverture ;
- du rapport entre la section des ventilations et la surface projetée horizontale de la couverture ;
- du niveau d'hygrométrie des locaux ;
- de la zone climatique (hors zone très froide ou en zone très froide).

Si Z est supérieur à Z_{mini} , il n'est pas de nécessaire de mettre en œuvre un pare-vapeur.

Si Z est inférieur à Z_{mini} , il est nécessaire de mettre en œuvre un pare-vapeur.

Plus particulièrement, le (Tableau 20) précise, pour une isolation en laine minérale de combles perdus en pose horizontale, la pertinence de la présence d'un pare-vapeur.

Techniques d'isolation	Présence d'un pare-vapeur**	
	Il existe : -un plancher bois (ou autre) au-dessus de l'isolation ou/et -il existe un écran de sous-toiture non ventilé à sous-face*	Autre cas
Sur plancher béton	Oui	Non
Sur plancher bois par-dessus les solives	Oui	Non
Sur plancher bois	Oui	Oui



Techniques d'isolation	Présence d'un pare-vapeur**	
	Il existe : -un plancher bois (ou autre) au-dessus de l'isolation ou/et -il existe un écran de sous- toiture non ventilé à sous- face*	Autre cas
Sur plancher bois en une couche entre fermettes	Oui	Non
Sur plancher bois en deux couches entre et sous fermettes	Oui	Non
Sous plancher béton	Technique exclue	Technique exclue
Faux comble reliant des rampants isolés	Oui	Oui
* Les Avis Techniques ou homologations d'écran de sous-toiture non ventilé à leur sous-face exigent la présence d'un pare-vapeur. ** En zone très froide, la présence d'un pare-vapeur est obligatoire.		

▲ **Tableau 20** : Cas des isolants en laines minérales réalisés sur planchers de combles hors cas de la zone très froide (Source CPT n° 3560_V2)

Si un pare-vapeur est nécessaire

Si un pare-vapeur est nécessaire, celui-ci est placé du côté chaud du plancher, en sous-face de l'isolation.

Note

Dans le cas de bâtiments ossature bois conformes à la norme NF DTU 31.2, la mise en œuvre d'un film pare-vapeur en plafond sous combles perdus est obligatoire.



L'isolant doit être posé jusqu'au bord de la paroi verticale ou de la panne sablière et être remonté sur la panne lorsqu'elle est à niveau. Si la deuxième couche d'isolant possède un couché polyéthylène ou tout autre revêtement faisant office de pare-vapeur, celui-ci doit être suffisamment perforé (au moins un trou tous les cm²) ou scarifié (au moins une scarification tous les 10 cm sur toute la longueur du produit) de façon à laisser passer la vapeur d'eau et éviter les risques de condensation entre les deux couches d'isolants.

Étanchéité à l'air

Il convient d'assurer l'étanchéité à l'air par le moyen le plus approprié (pour un plancher maçonné, par exemple, on procédera au colmatage des zones potentielles de passage d'air avec des produits appropriés comme les mortiers à base de ciment ou de plâtre). En présence de plancher bois sans plafond ou avec plafond en lambris bois, une membrane d'étanchéité à l'air, ou tout autre produit faisant l'objet pour cet usage d'un Avis Technique ou d'un DTA en cours de validité, devra être mise en œuvre sur le plancher.

**Note 1**

La membrane d'étanchéité à l'air pourra également faire fonction de pare-vapeur si ses caractéristiques de perméabilité à la vapeur satisfont aux critères précisés dans le paragraphe précédent.

Le traitement des jonctions entre les lés, des jonctions périphériques et des traversées sera réalisé conformément aux dispositions de l'Avis Technique du procédé. La compatibilité entre les différents produits et la compatibilité des couples adhésifs-supports doivent être assurées.

Note 2

Dans le cas de constructions à ossature bois relevant de la norme NF DTU 31.2, l'étanchéité à l'air est assurée par la mise en œuvre d'un film continu faisant office de pare-vapeur conformément aux spécifications du DTU 31.2.

Principaux points singuliers à traiter

Les principaux points singuliers à traiter sont les suivants :

- traitement de la trappe d'accès ;
- traitement des spots électriques incorporés dans les plafonds ;
- traitement des systèmes de ventilation : le groupe de ventilation doit être hors du volume destiné à recevoir l'isolant et à une hauteur suffisante. L'isolation thermique des combles ne peut se substituer au calorifugeage des gaines ;
- traitement des jonctions avec les conduits de fumées ;
- canalisations d'eau en charge (mise hors gel des canalisations dans les combles perdus).

Ces dispositions sont détaillées au § « Liaisons et points singuliers à traiter » (cf. 9.4.).

Stabilité et durabilité

Dans le cas de planchers légers ou de plafonds suspendus, il convient de s'assurer que les masses rajoutées (isolants, équipements, etc.) sont compatibles avec leur dimensionnement.

Dans le cas de plafonds suspendus à base de plaques de plâtre, les dimensionnements de la norme NF DTU 25.41 sont donnés pour des charges admissibles d'isolant de 6, 10 et 15 daN/m². Si le poids d'isolant excède 15 daN/m², une étude spécifique doit être menée pour assurer la stabilité du plafond.

Le couple fourrure-suspente ou montant-suspente constitue un système indissociable dont la charge de rupture mesurée en laboratoire dans les conditions d'essais définies à l'annexe D de la norme NF DTU 25.41 P1-2 doit être au moins égale au triple de la charge de service de la suspente, avec un minimum de 75 daN. Les performances obtenues doivent faire l'objet d'un rapport d'essais intégrant les références, les caractéristiques et un schéma de la suspente.



Isolation acoustique

Si l'utilisation d'isolants de type poreux (laine d'origine minérale, animale, végétale, etc.) dans ce type de procédé permet généralement d'augmenter l'isolement entre l'intérieur et l'extérieur du bâtiment et d'atteindre le niveau de base requis en construction neuve (30 dB), il n'en est pas de même pour les mousses isolantes à cellules fermées (PSE, PU, XPS, etc.). En conséquence, lorsqu'une amélioration de l'isolement acoustique vis-à-vis de l'extérieur est recherchée, il est déconseillé d'utiliser ce type d'isolant, surtout au-dessus d'une pièce principale (chambre, salon, etc.).

Sécurité incendie

Protection des isolants combustibles

Le guide d'emploi des isolants combustibles dans les logements (*e-Cahier du CSTB* n° 3231, juin 2000) et l'annexe II « Guide d'emploi des isolants combustibles dans les ERP » de l'article AM8 de l'arrêté du 6 octobre 2004 précisent les durées de protection requises et listent les écrans admis sans justification. Les autres types d'écran doivent faire l'objet d'un essai de comportement au feu.

Les Avis Techniques ou les DTA précisent la conformité avec cette réglementation des procédés d'isolation thermique par l'intérieur non traditionnels.

Conduits de fumées et conduit de cheminée

La présence d'un conduit de cheminée nécessite une étude particulière. Les dispositions définies dans le DTU 24.1 (travaux de fumisterie) concernant la réalisation des conduits de fumées individuels et collectifs, tubages, etc. et destinées à évacuer les produits de combustion des appareils prévus pour le chauffage et la production d'eau chaude sanitaire doivent être respectées.

Il convient également, le cas échéant, de se reporter aux prescriptions des Avis Techniques relatifs aux conduits d'évacuation des fumées.

Les conduits maçonnés sont autoportants et n'ont aucun contact avec la structure. Dans le cas contraire, les éléments supportant le conduit seront incombustibles (remplissage de trémie en béton ou écarteur métallique, par exemple).

Pour l'insertion dans une structure, une distance de sécurité entre la face externe du conduit et les matériaux combustibles avoisinants doit être respectée.

Cette distance de sécurité est déterminée en fonction de la résistance thermique (R_u) de la paroi du conduit et de sa classe de température (T) et varie entre 2 cm et 16 cm. (cf. 9.4.7.) : « Traitement des jonctions avec les conduits de fumées ».

À noter que la norme NF DTU 24.1 recommande de ne pas isoler la partie non combustible faisant la liaison entre le conduit et les matériaux combustibles, aussi bien en traversée de plancher qu'en traversée de charpente de couverture.



Incorporation de sources de chaleur dans les plénums

L'insertion, sans précaution particulière, de matériels électriques non protégés (spots électriques, dans des plafonds isolés thermiquement (Cf. norme C15100) risque de dégrader l'étanchéité à l'air du parement et de produire des échauffements d'autant plus importants que la résistance thermique de l'isolant sera élevée. Ces échauffements pourront conduire à la dégradation irréversible de l'isolant et à une combustion lente ou à une inflammation de l'isolant. L'encapsulation de ces spots dans une coquille préfabriquée ou reconstituée à partir de produits non combustibles est nécessaire quel que soit le type d'isolant tant pour l'étanchéité à l'air que pour la sécurité contre l'incendie.

Les Avis Techniques ou les DTA peuvent prévoir des dispositions particulières relatives à la mise en œuvre de ces produits, sous réserve de justifications appropriées (notamment conservation de l'étanchéité à l'air, risques d'échauffement, etc.).

Les systèmes de chauffage par plafond rayonnant utilisant des films chauffants électriques doivent faire l'objet d'Avis Techniques qui définissent les dispositions de mise en œuvre.

Les appareils d'éclairage ne doivent pas être encastrés dans les plafonds suspendus pris en compte pour la détermination de la résistance au feu des planchers et des charpentes.

Comportement sismique

Du fait de sa catégorie et de sa localisation, le bâtiment peut nécessiter une justification de son comportement vis-à-vis de l'action sismique.

Lorsque tel est le cas :

- si les caractéristiques et les dispositions de mise en œuvre du procédé de plafond (masse et hauteur) sont inférieures aux seuils rappelés ci-après, il n'y a pas lieu d'effectuer de vérification parasismique spécifique ;
- à défaut, il convient de se reporter à une évaluation (Avis Technique ou DTA) ou de disposer d'une étude spécifique sur l'utilisation de ce procédé de plafond en regard de l'exigence de bon comportement sous séisme.

Rappel : les valeurs de h_{lim} et m_{lim} sont données ci-après (Tableau 21) :

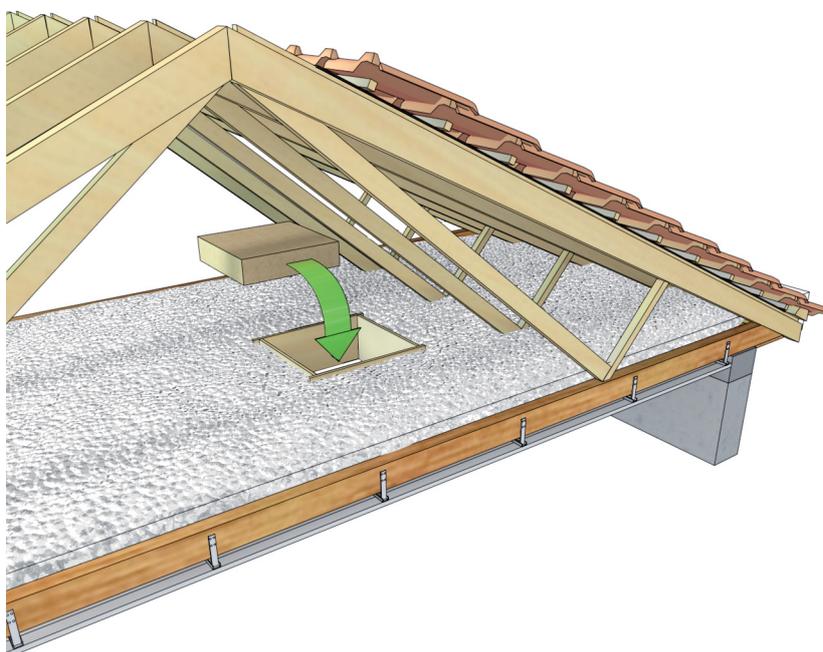
Familles d'éléments non structuraux du cadre bâti	Domaine d'application par famille
Plafonds suspendus	Plafonds suspendus à l'aide d'une ossature : <ul style="list-style-type: none"> • $h_{lim} = 3,5$ m • $m_{lim} = 25$ kg/m² Plafonds suspendus par système d'accroche non rigide : tous les éléments de cette famille doivent faire l'objet d'une analyse sismique ($h_{lim} = 0$ m ; $m_{lim} = 0$ kg/m ²)

▲ Tableau 21 : Valeurs de h_{lim} et de m_{lim} des plafonds sous sollicitations sismiques

Fiche 2 – Principes de mise en œuvre de l'isolation thermique dans les combles perdus : cas de l'isolant à base de laine minérale ou de fibres végétales en vrac soufflé sur des plafonds ou des planchers



Il est important de respecter scrupuleusement les règles de l'art de mise en œuvre pour permettre d'atteindre dans l'ouvrage fini les performances déclarées et/ou certifiées des isolants.



▲ **Figure 60** : Exemple de configuration d'isolation sur planchers ou plafonds de combles perdus à base d'isolant en vrac

Description

Cette technique consiste à recouvrir la surface d'un plancher ou d'un plafond suspendu de combles non aménageables à l'aide d'un isolant en vrac. Ces procédés d'isolation thermique sont mis en œuvre par soufflage à l'aide de machines pneumatiques.

En fonction de la performance souhaitée, le soufflage des produits en vrac permet d'obtenir une couche homogène d'isolant. Si ce n'est pas le cas, il y a une perte thermique. Le soufflage des isolants permet une bonne répartition de l'isolant autour des éléments de la charpente.

Pour les procédés utilisant des isolants combustibles, il convient de vérifier que les parois supports existantes répondent aux critères des



guides de l'isolation par l'intérieur des bâtiments d'habitation et des ERP du point de vue des risques en cas d'incendie.

Une distance minimale de 60 mm doit être respectée entre la sous-face de fermette et le support (plafond-plancher) pour assurer une continuité de l'isolant sur toute la surface du support et assurer une performance thermique sans défaut. Cette disposition peut ne pas s'appliquer lorsque le support est solidaire des solives.

L'épaisseur installée est l'épaisseur au moment de la pose. La mesure de l'épaisseur sera réalisée conformément à la méthode définie dans le *e-Cahier du CSTB* n° 3693 visé ci-après. La masse d'isolant mise en œuvre est déterminée en multipliant le nombre de sacs utilisés lors du soufflage par le poids de ces sacs.

Le tassement « s » est la réduction de l'épaisseur au cours du temps du fait des variations cycliques de l'humidité et des conditions climatiques. « s » est exprimé en pourcentage de l'épaisseur installée. Ce pourcentage est donné dans les certificats ACERMI des isolants.

Si des panneaux isolants sont déjà mis en œuvre, ceux-ci doivent être retirés.

Une fiche « chantier » doit être établie à la fin du chantier. Elle précise notamment le type et la référence commerciale de l'isolant, le numéro d'Avis Technique, l'épaisseur utile et la résistance thermique installée. Un exemplaire de cette fiche accompagné des étiquettes des sacs est agrafé dans le comble à un endroit facile d'accès pour lecture.

Note

Dans le cas de bâtiments ossature bois conformes au DTU 31.2, la mise en œuvre d'un film pare-vapeur en plafond sous combles perdus est obligatoire. Il convient d'assurer la continuité du film pare-vapeur entre les parois verticales et les plafonds. Une ossature secondaire intérieure mise en œuvre après pose du pare-vapeur permet la fixation des suspentes du plafond sans percement du pare-vapeur.

Statut et référentiels des produits et du procédé

Les procédés d'isolation thermique par soufflage d'isolant en vrac font l'objet d'Avis Techniques ou de DTA.

Les points communs de mise en œuvre de ces procédés ont été intégrés dans le cahier des prescriptions techniques communes de mise en œuvre des procédés d'isolation thermique de combles par soufflage d'isolant en vrac (*e-Cahier du CSTB* n° 3693, avril 2011).

Les particularités propres à chaque procédé sont précisées dans les Avis Techniques ou les DTA.

Note

La mise en œuvre par déversement manuel n'est visée ni dans les Avis Techniques ou les DTA, ni dans ce guide.

Les valeurs de résistance thermique de l'isolant en vrac figurent dans les certificats ACERMI.

Valeurs tabulées des ponts thermiques intégrés

Isolant soufflé sur plafond en plaques de plâtre sur ossature métallique suspendue sous fermettes bois.

Épaisseur d'isolant utile (mm)	100	400
χ_{suspente} (W/K)	0,003	0,000
ψ_{rail} (W/[m.K])	0,000	0,000
ψ_{fermette} (W/[m.K])	0,012	0,005

▲ **Tableau 22** : Ponts thermiques intégrés de la paroi étudiée

Pour le calcul de la résistance thermique, c'est l'épaisseur utile e_{utile} du procédé qui est prise en compte ; elle tient compte du tassement « s ».

$$e_{\text{utile}} = e_{\text{installée}} \times (1-s)$$

Exemple d'application pour un plafond isolé entre fermettes avec un isolant en vrac

Hypothèses :

Résistance thermique du revêtement intérieur en plaque de plâtre BA13	0,05 m ² .K/W
Entraxe des fermettes	0,6 m
Entraxe des suspentes	1,20 m
Densité de suspentes (1/1,20 x 0,50)	1,67 m ⁻²

		Conductivité thermique utile de l'isolant (W/[m.K])				
		0,030	0,035	0,040	0,045	0,050
Épaisseur de l'isolant (mm)	100	3,10	2,71	2,40	2,15	1,95
	150	4,57	3,97	3,52	3,15	2,86
	200	6,00	5,22	4,62	4,15	3,77
	250	7,43	6,47	5,74	5,15	4,68
	300	8,90	7,76	6,87	6,17	5,60
	350	10,44	9,09	8,05	7,23	6,56
	400	12,08	10,50	9,29	8,33	7,55

▲ **Tableau 23** : Résistances thermiques de la paroi étudiée (m².K/W)

Risques de condensation

Faut-il ou non un pare-vapeur ?

L'utilité et les caractéristiques du pare-vapeur sont déterminées selon les prescriptions du *e-Cahier du CSTB* n° 3647 intitulé « Mise en œuvre des procédés d'isolation thermique rapportée en planchers de greniers et combles perdus faisant l'objet d'un Avis Technique, d'un DTA ou d'un Constat de traditionnalité ».



Pour déterminer si un pare-vapeur est nécessaire, il faut calculer la résistance à la diffusion de la vapeur d'eau de la paroi (Z).

$$Z = Z_{DI} + Z_{DP}$$

- Unités : $m^2 \cdot h \cdot mmHg/g$ ou $m^2 \cdot h \cdot Pa/mg$

où :

- Z_{DI} correspond à la résistance à la diffusion de vapeur de l'isolant ;
- Z_{DP} correspond à la résistance à la diffusion de vapeur du plancher.

Le (Tableau 13) et le (Tableau 14) donnent des exemples de résistance à la diffusion de vapeur d'eau de constituants de parois.

Les valeurs minimales de Z, Z_{mini} , dépendent (art. 4.3.1 du CPT, e-Cahier du CSTB n° 3647) :

- de l'existence ou non d'une surface de répartition au-dessus de l'isolant ;
- du type de matériau de couverture ;
- du rapport entre la section des ventilations et la surface projetée horizontale de la couverture ;
- du niveau d'hygrométrie des locaux ;
- de la zone climatique (hors zone très froide ou en zone très froide).

Si Z est supérieur à Z_{mini} , il n'est pas nécessaire de mettre en œuvre un pare-vapeur.

Si Z est inférieur à Z_{mini} , il est nécessaire de mettre en œuvre un pare-vapeur.

Si un pare-vapeur est nécessaire

Si un pare-vapeur est nécessaire, celui-ci est placé de façon continue du côté chaud du plancher, en sous-face du procédé d'isolation thermique.

Note

Dans le cas de bâtiments ossature bois conformes à la norme NF DTU 31.2, la mise en œuvre d'un film pare-vapeur en plafond sous combles perdus est obligatoire. Il convient d'assurer la continuité du film pare-vapeur entre les parois verticales et les plafonds. Les spécifications concernant les produits et les prescriptions de mise en œuvre sont définies dans la norme NF DTU 31.2.

Étanchéité à l'air

Les produits en vrac, de par leur nature, sont perméables à l'air. Avec ce type de technique, c'est le plancher ou le plafond suspendu qui doivent assurer l'étanchéité à l'air. L'étanchéité à l'air doit également être assurée au niveau de la jonction entre le plancher et la paroi verticale.



En présence d'un plancher maçonné, on procédera au colmatage des défauts d'étanchéité avec des produits appropriés (mortiers à base de ciment ou de plâtre).

En présence de plancher bois sans plafond, l'étanchéité à l'air ne pouvant être assurée par le seul platelage, la mise en place d'une membrane, ou de tout autre produit faisant l'objet pour cet usage d'un Avis Technique ou d'un DTA en cours de validité, peut s'avérer nécessaire. Dans ce cas, les raccords entre lés, avec la maçonnerie ainsi que le traitement des traversées, doivent être réalisés conformément aux dispositions prévues dans les Avis Techniques. La compatibilité entre les différents produits et la compatibilité des couples adhésifs-suppports doivent être assurées.

Note 1

La membrane d'étanchéité à l'air pourra également faire fonction de pare-vapeur si ses caractéristiques de perméabilité à la vapeur satisfont aux critères précisés dans le paragraphe précédent.

Note 2

Dans le cas de construction à ossature bois relevant de la norme NF DTU 31.2, l'étanchéité à l'air est assurée par la mise en œuvre d'un film continu faisant office de pare-vapeur conformément aux spécifications du DTU 31.2. Comme indiqué précédemment, des prescriptions et détails complémentaires sont disponibles dans les Recommandations professionnelles RAGE « Maîtrise des performances thermiques des systèmes constructifs à ossature bois » et le Catalogue Constructions Bois (www.catalogue-construction-bois.fr).

Principaux points singuliers à traiter

Les principaux points singuliers à traiter sont les suivants :

- traitement de la trappe d'accès ;
- mise en place de déflecteurs ;
- traitement des spots électriques incorporés dans les plafonds ;
- traitement des systèmes de ventilation : le groupe de ventilation doit être hors du volume destiné à recevoir l'isolant et à une hauteur suffisante. Le soufflage d'isolant ne peut pas se substituer au calorifugeage des gaines ;
- traitement des jonctions avec les conduits de fumées ;
- traitement des canalisations d'eau en charge (mise hors gel des canalisations dans les combles perdus).

Les principales dispositions sont détaillées au § « Liaisons et points singuliers à traiter » (cf. 9.4.).

Stabilité et durabilité

Dans le cas de plafonds suspendus à base de plaques de plâtre, les dimensionnements de la norme NF DTU 25.41 sont donnés pour des



charges admissibles d'isolant de 6, 10 et 15 daN/m². Si le poids d'isolant excède 15 daN/m², une étude spécifique doit être menée pour assurer la stabilité du plafond.

Le couple fourrure-suspente ou montant-suspente constitue un système indissociable dont la charge de rupture mesurée en laboratoire dans les conditions d'essais définies à l'annexe D du DTU 25.41 P1-2 doit être au moins égale au triple de la charge de service de la suspente, avec un minimum de 75 daN. Les performances obtenues doivent faire l'objet d'un rapport d'essais intégrant les références, les caractéristiques et un schéma de la suspente.

Isolation acoustique

Ces isolants étant poreux, ils permettent généralement, dans ce type de système, d'obtenir l'isolement de base (30 dB) entre l'intérieur et l'extérieur du bâtiment.

Sécurité incendie

Protection des isolants combustibles

Le guide d'emploi des isolants combustibles dans les logements (*e-Cahier du CSTB* n° 3231, juin 2000) et l'annexe II « Guide d'emploi des isolants combustibles dans les ERP » de l'article AM8 de l'arrêté du 6 octobre 2004 précisent les durées de protection requises et listent les écrans admis sans justification. Les autres types d'écran doivent faire l'objet d'un essai de comportement au feu.

Les Avis Techniques ou les DTA précisent la conformité avec cette réglementation des procédés d'isolation thermique par l'intérieur non traditionnels.

Conduits de fumée et de cheminée

La présence d'un conduit de cheminée nécessite une étude particulière. Les dispositions définies dans la norme NF DTU 24.1 (travaux de fumisterie) concernant la réalisation des conduits de fumée individuels et collectifs, tubages, etc. destinés à évacuer les produits de combustion des appareils prévus pour le chauffage et la production d'eau chaude sanitaire doivent être respectées.

Il convient également, le cas échéant, de se reporter aux prescriptions des Avis Techniques relatifs aux conduits d'évacuation des fumées.

Les conduits maçonnés sont autoportants (aucun contact avec la structure) ou, dans le cas contraire, les éléments supportant le conduit seront incombustibles (remplissage de trémie en béton ou écarteur métallique, par exemple).

Pour l'insertion dans une structure, une distance de sécurité entre la face externe du conduit et les matériaux combustibles avoisinants doit être respectée.

Cette distance de sécurité est déterminée en fonction de la résistance thermique (R_u) de la paroi du conduit et de sa classe de température (T) et varie entre 2 cm et 16 cm. (cf. 9.4.7.) : « Traitement des jonctions avec les conduits de fumée ».

À noter que le DTU 24.1 recommande de ne pas isoler la partie non combustible faisant la liaison entre le conduit et les matériaux combustibles, aussi bien en traversée de plancher qu'en traversée de charpente de couverture.

Incorporation de sources de chaleur dans l'isolant

L'insertion, sans précaution particulière, de matériels électriques non protégés (spots électriques, dans des plafonds isolés thermiquement (cf. norme C15100) risque de dégrader l'étanchéité à l'air du parement et de produire des échauffements d'autant plus importants que la résistance thermique de l'isolant sera élevée. Ces échauffements pourront conduire à la dégradation irréversible de l'isolant et à une combustion lente ou à une inflammation de l'isolant. L'encapsulation de ces spots dans une coquille préfabriquée ou reconstituée à partir de produits non combustibles est nécessaire quel que soit le type d'isolant tant pour l'étanchéité à l'air que pour la sécurité contre l'incendie.

Les Avis Techniques ou DTA peuvent prévoir des dispositions particulières relatives à la mise en œuvre de ces produits, sous réserve de justifications appropriées (notamment conservation de l'étanchéité à l'air, risques d'échauffement, etc.).



Les systèmes de chauffage par plafond rayonnant utilisant des films chauffants électriques doivent faire l'objet d'Avis Techniques qui définissent les dispositions de mise en œuvre.

Les appareils d'éclairage ne doivent pas être encastrés dans les plafonds suspendus pris en compte pour la détermination de la résistance au feu des planchers et des charpentes.

Comportement sismique

Du fait de sa catégorie et de sa localisation, le bâtiment peut nécessiter une justification de son comportement vis-à-vis de l'action sismique.

Lorsque tel est le cas :

- si les caractéristiques et les dispositions de mise en œuvre du procédé de plafond (masse et hauteur) sont inférieures aux seuils indiqués (cf. 8.9.) et rappelées ci-après, il n'y a pas lieu d'effectuer de vérification parasismique spécifique ;
- à défaut, il convient de se reporter à une évaluation (Avis Technique ou DTA) ou de disposer d'une étude spécifique sur l'utilisation de ce procédé de plafond en regard de l'exigence de bon comportement sous séisme.

Rappel : les valeurs de h_{lim} et m_{lim} sont données ci-après (Tableau 24) :

Familles d'éléments non structuraux du cadre bâti	Domaine d'application par famille
Plafonds suspendus	Plafonds suspendus à l'aide d'une ossature : <ul style="list-style-type: none"> • $h_{lim} = 3,5$ m • $m_{lim} = 25$ kg/m² Plafonds suspendus par système d'accroche non rigide : tous les éléments de cette famille doivent faire l'objet d'une analyse sismique ($h_{lim} = 0$ m ; $m_{lim} = 0$ kg/m ²)

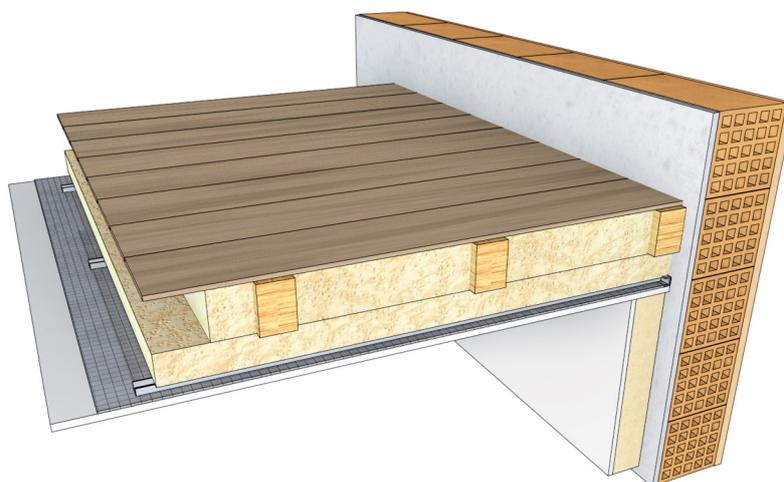
▲ Tableau 24 : Valeurs de h_{lim} et de m_{lim} des plafonds sous sollicitations sismiques



Fiche 3 – Principes de mise en œuvre de l'isolation thermique dans les combles perdus : cas des panneaux et des rouleaux d'isolants (laine minérale, fibres végétales ou textiles) en plafond horizontal sous plancher



Il est important de respecter scrupuleusement les règles de l'art de mise en œuvre pour permettre d'atteindre dans l'ouvrage fini les performances déclarées et/ou certifiées des isolants.



▲ Figure 61 : Isolation thermique sous plancher bois de combles perdus : isolant entre solives et sous solives, plafond en plaque de plâtre sur ossature métallique

Description

Ce procédé consiste à réaliser, sous le plancher des combles perdus, un plafond en plaques de plâtre sur ossature métallique ou revêtement intérieur bois (lambris) sur ossature bois et à incorporer dans le plénum sous le plancher et/ou entre les éléments d'ossature du plancher des panneaux ou des rouleaux d'isolant. En fonction de la performance souhaitée, il est possible de disposer l'isolant en une ou plusieurs couches.

Les isolants sont composés de panneaux semi-rigides ou de rouleaux de laine minérale ou de produits d'origine végétale ou textile issus le plus souvent de filières de recyclage.



Pour les procédés utilisant des isolants combustibles, il convient de vérifier que le parement du plafond répond aux critères des guides de l'isolation par l'intérieur des bâtiments d'habitation et des ERP du point de vue des risques en cas d'incendie.

On veillera particulièrement à la mise en œuvre des panneaux isolants qui doivent être bord à bord.

Statut et référentiels des produits et du procédé

La mise en œuvre des plafonds en plaques de plâtre et des matériaux isolants normalisés incorporés dans les plénums est définie dans la norme NF DTU 25.41 P1-1.

La mise en œuvre des revêtements intérieur bois (plaque-lambris) sur ossature bois est définie dans la future norme NF DTU 36.2 et les prescriptions concernant les matériaux isolants intégrés dans les plénums définies dans la norme NF DTU 31.2.

Les matériaux isolants tels que les laines minérales et, par extension, certains produits d'origine végétale (chanvre, lin, cellulose, etc.), font également l'objet d'Avis Techniques, de DTA ou de Constats de traditionnalité et d'un CPT (*e-Cahier du CSTB* n° 3647) définissant les prescriptions de mise en œuvre des procédés d'isolation thermique rapportée en planchers de greniers et combles perdus faisant l'objet d'un Avis Technique, d'un DTA ou d'un Constat de traditionnalité.

Pour les autres matériaux ou les mises en œuvre, les prescriptions sont définies dans les Avis Techniques.

Les prescriptions de mise en œuvre des procédés d'isolation thermique de combles perdus et de combles aménagés font également l'objet d'Avis Techniques auxquels est associé un CPT (*e-Cahier du CSTB* n° 3560_V2).

Valeurs tabulées des ponts thermiques intégrés

Épaisseur d'isolant (mm)	Solives de 75 x 230 (mm ²)
	300*
$\chi_{suspente}$ (W/K)	0,000
ψ_{rail} (W/[m.K])	0,001
ψ_{solive} (W/[m.K]) si isolation entre solives	0,036

* Valeurs valables pour 200 mm entre solives et 100 mm sous solives.

▲ **Tableau 25** : Ponts thermiques intégrés de la paroi étudiée (isolation entre et sous plancher à solives)



Exemple : 300 mm d'isolant dont 200 mm entre solives et 100 mm sous les solives

Hypothèses :

– résistance thermique du parement plaques de plâtre BA13	0,05 m ² .K/W
– dimensions des solives	75 x 230 mm ²
– entraxe de solives	0,5 m
– entraxe de rails	0,5 m
– densité de suspentes (1/1,20 x 0,50)	1,67 m ⁻²

		Conductivité thermique de l'isolant (W/[m.K])					
Épaisseur totale (mm)	300	0,025	0,030	0,035	0,040	0,045	0,050
		5,95	5,40	4,95	4,56	4,23	3,95

▲ **Tableau 26** : Résistance thermique de la paroi étudiée (m².K/W)

Risques de condensation

Faut-il ou non un pare-vapeur ?

L'utilité et les caractéristiques du pare-vapeur sont déterminées selon les prescriptions du e-Cahier du CSTB n° 3560_V2 intitulé « Isolation thermique des combles : isolation en laine minérale faisant l'objet d'un Avis Technique ou d'un Constat de traditionalité ».

Pour déterminer si un pare-vapeur est nécessaire, il convient de calculer la résistance à la diffusion de la vapeur d'eau de la paroi (Z) .

Plus particulièrement, le (Tableau 20) précise, pour une isolation en laine minérale de combles perdus en pose horizontale, la pertinence de la présence d'un pare-vapeur en dehors des zones très froides dans lesquelles le pare-vapeur est obligatoire (Source : e-Cahier du CSTB n° 3560_V2 intitulé « Isolation thermique des combles : isolation en laine minérale faisant l'objet d'un Avis Technique ou d'un Constat de traditionalité »).

Si un pare-vapeur est nécessaire

Si un pare-vapeur est nécessaire, celui-ci est placé du côté chaud du plancher, en sous-face de l'isolation.

Il peut être précollé au dos des plaques de plâtre ou fixé par adhésif sous l'ossature avant vissage des plaques de plâtre.

Dans le cas de revêtement intérieur bois (plaque-lambris) sur ossature bois, le pare-vapeur est fixé par agrafage sur l'ossature bois et maintenu par les supports du revêtement (tasseaux).



Dans le cas de deux couches de panneaux isolants, la pose est réalisée à joints décalés ou croisés. Si la couche supérieure d'isolant possède un couché polyéthylène ou tout autre revêtement faisant office de pare-vapeur, celui-ci doit être suffisamment perforé (au moins un trou tous les cm²) ou scarifié (au moins une scarification tous les 10 cm sur toute la longueur du produit) de façon à laisser passer la vapeur d'eau et éviter les risques de condensation entre les deux couches d'isolants.

Note

Dans le cas de bâtiments ossature bois conformes à la norme NF DTU 31.2, la mise en œuvre d'un film pare-vapeur en plafond sous combles perdus est obligatoire. Il convient d'assurer la continuité du film pare-vapeur entre les parois verticales et les plafonds. Les spécifications concernant les produits et les prescriptions de mise en œuvre sont définies dans la norme NF DTU 31.2.

Étanchéité à l'air

La réception des supports ayant permis de recenser les défauts éventuels d'étanchéité à l'air du plancher des combles, il convient d'y remédier avant mise en œuvre de l'isolation.

En présence d'un plancher maçonné, on procédera au colmatage des défauts d'étanchéité avec des produits appropriés (mortiers à base de ciment ou de plâtre).

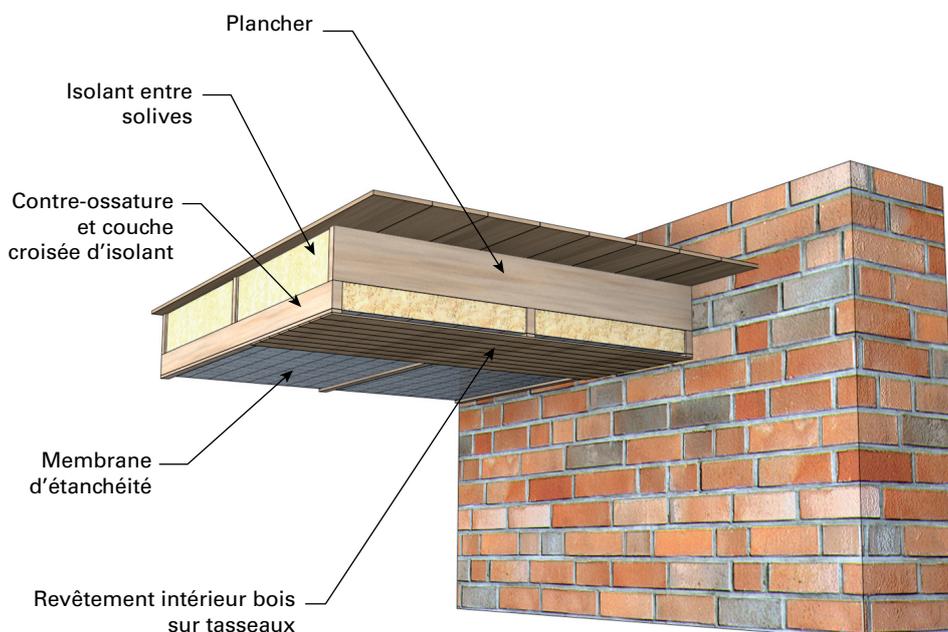
En présence d'un plancher bois, celui-ci étant par construction plus ou moins perméable à l'air, l'étanchéité à l'air sera assurée soit par le parement en plaque de plâtre, soit par une membrane d'étanchéité à l'air sous Avis Technique ou tout autre produit faisant l'objet pour cet usage d'un Avis Technique ou d'un DTA en cours de validité.

Dans le cas d'un plafond sans membrane, les traversées du parement en plaques de plâtre seront limitées au minimum et soigneusement étanchées avec, selon les cas, un mortier adhésif à base de plâtre ou un mastic. Les jonctions du plafond avec les parois verticales seront traitées conformément aux dispositions des normes NF DTU 25.41 et 25.42. (cf. 9.4.1.) « Jonctions entre plafonds et parois verticales en tête ».

Dans le cas d'un plafond avec membrane d'étanchéité et parement en plaques de plâtre, la mise en œuvre de la membrane, le traitement des jonctions entre les lés, les jonctions périphériques et les traversées seront réalisés conformément aux dispositions de l'Avis Technique du procédé.

Dans le cas d'un plafond avec revêtement intérieur bois (lambris), la mise en œuvre d'une membrane d'étanchéité est indispensable pour assurer l'étanchéité à l'air. Cette membrane peut également assurer la fonction du pare-vapeur.

La membrane est fixée sur une ossature secondaire (ou directement sur les solives dans le cas d'une couche unique d'isolant) par agrafage. Les tasseaux supports de revêtement intérieur assurent la fixation définitive de la membrane et permettent de ménager un vide technique. Le traitement des jonctions entre les lés, des jonctions périphériques et des traversées sera réalisé conformément aux dispositions de l'Avis Technique du procédé.



▲ Figure 62 : Mise en œuvre de la membrane

Principaux points singuliers à traiter

Les principaux points singuliers à traiter sont les suivants :

- traitement des jonctions avec les parois verticales ;
- traitement de la trappe d'accès ;
- traitement des spots électriques incorporés dans les plafonds ;
- traitement des jonctions avec les conduits de fumées ;
- traitement des canalisations d'eau en charge (mise hors gel des canalisations dans les combles perdus).

Ces dispositions sont détaillées au § « Liaisons et points singuliers à traiter » (cf. 9.4.).

Stabilité et durabilité

Dans le cas d'un plancher léger, il convient de s'assurer que les masses rajoutées (plafond, isolant) sont compatibles avec le dimensionnement de celui-ci.



Dans le cas de plafonds suspendus à base de plaques de plâtre, les dimensionnements de la norme NF DTU 25.41 sont donnés pour des charges d'isolant admissibles de 6, 10 et 15 daN/m². Si le poids d'isolant excède 15 daN/m², une étude spécifique doit être menée pour assurer la stabilité du plafond.

Le couple fourrure-suspente ou montant-suspente constitue un système indissociable dont la charge de rupture mesurée en laboratoire dans les conditions d'essais définies à l'annexe D du DTU 25.41 P1-2 doit être au moins égale au triple de la charge de service de la suspente, avec un minimum de 75 daN. Les performances obtenues doivent faire l'objet d'un rapport d'essais intégrant les références, les caractéristiques et un schéma de la suspente.

Isolation acoustique

Ce type de procédé permet généralement d'obtenir l'isolement acoustique de base (30 dB) entre l'intérieur et l'extérieur du bâtiment.

La performance acoustique de ce type de procédé sera d'autant plus élevée que les parements seront lourds et étanches, que l'espace entre les deux parements sera important et que le nombre de connexions entre le plafond et le plancher sera faible. Des montages avec des systèmes d'ossature primaire permettent, en supprimant toute connexion entre le plancher et le plafond, d'améliorer la performance acoustique. L'utilisation de fixations antivibratiles entre plancher léger et plafond n'est pas forcément efficace, ces dispositifs systèmes étant dédiés au découplage de plafond sous des planchers lourds.

Sécurité incendie

Protection des isolants combustibles

Le guide d'emploi des isolants combustibles dans les logements (*e-Cahier du CSTB* n° 3231, juin 2000) et l'annexe II « Guide d'emploi des isolants combustibles dans les ERP » de l'article AM8 de l'arrêté du 6 octobre 2004 précisent les durées de protection requises et listent les écrans admis sans justification. Les autres types d'écran doivent faire l'objet d'un essai de comportement au feu.

Les Avis Techniques ou les DTA précisent la conformité avec cette réglementation des procédés d'isolation thermique par l'intérieur non traditionnels.

Incorporation de sources de chaleur dans l'isolant

L'insertion, sans précaution particulière, de matériels électriques non protégés (spots électriques, dans des plafonds isolés thermiquement (cf. norme C15100) risque de dégrader l'étanchéité à l'air du parement et de produire des échauffements d'autant plus importants que la résistance thermique de l'isolant sera élevée. Ces échauffements pourront conduire à la dégradation irréversible de l'isolant et à une

combustion lente ou à une inflammation de l'isolant. L'encapsulation de ces spots dans une coquille préfabriquée ou reconstituée à partir de produits non combustibles est nécessaire quel que soit le type d'isolant tant pour l'étanchéité à l'air que pour la sécurité contre l'incendie.

Les Avis Techniques ou DTA peuvent prévoir des dispositions particulières relatives à la mise en œuvre de ces produits, sous réserve de justifications appropriées (notamment conservation de l'étanchéité à l'air, risques d'échauffement, etc.).

Les systèmes de chauffage par plafond rayonnant utilisant des films chauffants électriques doivent faire l'objet d'Avis Techniques qui définissent les dispositions de mise en œuvre.

Les appareils d'éclairage ne doivent pas être encastrés dans les plafonds suspendus pris en compte pour la détermination de la résistance au feu des planchers et des charpentes.

Conduits de fumée et de cheminée

La présence d'un conduit de cheminée nécessite une étude particulière. Les dispositions définies dans la norme NF DTU 24.1 (travaux de fumisterie) concernant la réalisation des conduits de fumée individuels et collectifs, des tubages, etc. et destinées à évacuer les produits de combustion des appareils prévus pour le chauffage et la production d'eau chaude sanitaire doivent être respectées.

Il convient également, le cas échéant, de se reporter aux prescriptions des Avis Techniques relatifs aux conduits d'évacuation des fumées.

Les conduits maçonnés sont autoportants (aucun contact avec la structure) ou, dans le cas contraire, les éléments supportant le conduit seront incombustibles (remplissage de trémie en béton ou écarteur métallique, par exemple).

Pour l'insertion dans une structure, une distance de sécurité entre la face externe du conduit et les matériaux combustibles avoisinants doit être respectée.

Cette distance de sécurité est déterminée en fonction de la résistance thermique (R_u) de la paroi du conduit et de sa classe de température (T) et varie entre 2 cm et 16 cm (cf. 9.4.7) : « Traitement des jonctions avec les conduits de fumées ».

Il est à noter que la norme NF DTU 24.1 recommande de ne pas isoler la partie non combustible faisant la liaison entre le conduit et les matériaux combustibles, aussi bien en traversée de plancher qu'en traversée de charpente de couverture.

Comportement sismique

Du fait de sa catégorie et de sa localisation, le bâtiment peut nécessiter une justification de son comportement vis-à-vis de l'action sismique.



Lorsque tel est le cas :

- si les caractéristiques et les dispositions de mise en œuvre du procédé de plafond (masse et hauteur) sont inférieures aux seuils indiqués (cf. 8.9.) et rappelées ci-après, il n'y a pas lieu d'effectuer de vérification parasismique spécifique ;
- à défaut, il convient de se reporter à une évaluation (Avis Technique ou DTA) ou de disposer d'une étude spécifique sur l'utilisation de ce procédé de plafond en regard de l'exigence de bon comportement sous séisme.

Rappel : les valeurs de h_{lim} et m_{lim} sont données ci-après (Tableau 27) :

Familles d'éléments non structuraux du cadre bâti	Domaine d'application par famille
Plafonds suspendus	Plafonds suspendus à l'aide d'une ossature : <ul style="list-style-type: none"> • $h_{lim} = 3,5$ m • $m_{lim} = 25$ kg/m² Plafonds suspendus par système d'accroche non rigide : tous les éléments de cette famille doivent faire l'objet d'une analyse sismique ($h_{lim} = 0$ m ; $m_{lim} = 0$ kg/m ²)

▲ Tableau 27 : Valeurs de h_{lim} et de m_{lim} des plafonds sous sollicitations sismiques

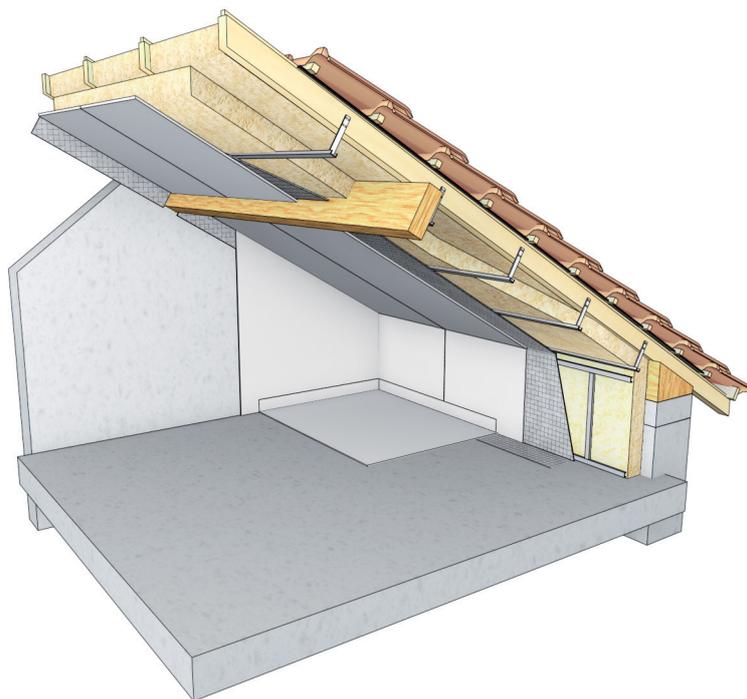
Fiche 4 – Principes de mise en œuvre de l'isolation thermique dans les combles aménagés : cas de l'isolation des plafonds inclinés ou horizontaux. Procédés avec plaques de plâtre ou lambris sur ossature bois ou métallique



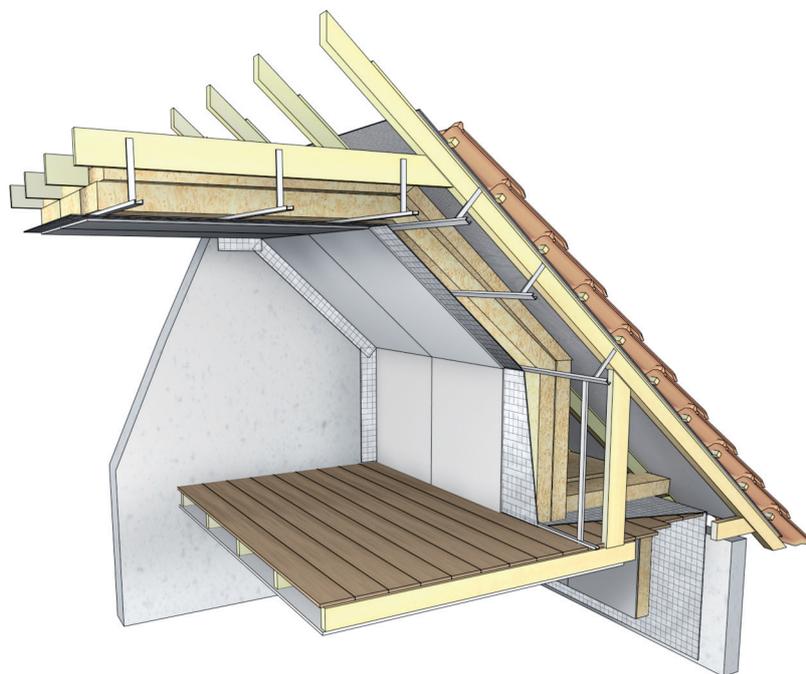
Il est important de respecter scrupuleusement les règles de l'art de mise en œuvre pour permettre d'atteindre dans l'ouvrage fini les performances déclarées et/ou certifiées des isolants.



▲ Figure 63 : Isolation thermique de rampant et pied-droit en combles aménagés, charpente traditionnelle, parement sur ossature bois non représenté



▲ Figure 64 : Isolation thermique de rampant et pied-droit en combles aménagés, charpente traditionnelle et plancher bois, parement sur ossature acier



▲ Figure 65 : Isolation thermique de rampant et pied-droit en combles aménagés, fermettes industrielles en A, parement sur ossature acier (représentation avec plancher béton)



Description

Les (Figure 63), (Figure 64) et (Figure 65) illustrent les trois types de configuration de charpente et de constitution de plafond et de pied-droit présentés dans cette fiche :

- charpente bois traditionnelle avec parement de plafond et pied-droit sur ossature bois, plancher lourd ;
- charpente bois traditionnelle avec parement de plafond et pied-droit sur ossature métallique, plancher bois ;
- charpente industrialisée composée de fermettes en A avec parement de plafond et pied-droit sur ossature métallique, plancher lourd.

Les procédés d'isolation thermique visés consistent à installer des panneaux ou des rouleaux d'isolant en une ou deux couches sur les rampants et les pieds-droits des combles aménagés, puis à les habiller d'un parement (plaques, panneaux, lambris) fixé sur une ossature secondaire bois ou métallique.

Les isolants utilisés sont principalement des laines minérales. D'autres isolants peuvent également être utilisés (panneaux en plastique alvéolaire, isolants d'origine végétale ou animale).

Lorsqu'une couche d'isolant est disposée entre les chevrons ou les arbalétriers des fermettes, une lame d'air continue d'au moins 2 cm d'épaisseur doit être ménagée pour assurer une ventilation de la sous-face de la couverture.

Cette lame d'air n'est pas nécessaire lorsqu'un écran de sous-toiture à haute perméabilité à la vapeur (HPV) est mis en œuvre au-dessus des chevrons ou des arbalétriers des fermettes.

Pour les procédés utilisant des isolants combustibles, il convient de vérifier que le parement intérieur du plafond et du pied-droit répond aux critères des guides de l'isolation par l'intérieur des bâtiments d'habitation et des ERP du point de vue des risques en cas d'incendie.

On veillera particulièrement à la mise en œuvre des panneaux isolants qui doivent être positionnés bord à bord.

Les produits isolants en rouleau ou en panneau comportant un surfaçage pare-vapeur sont mis en œuvre avec cette face toujours positionnée côté intérieur.

Les produits isolants en rouleau ou en panneau comportant un surfaçage pare-vapeur sont mis en œuvre avec cette face toujours positionnée côté intérieur.

Description du traitement des pieds-droits : voir [FICHE 7].



Note

Dans le cas de bâtiments à ossature bois conformes à la norme NF DTU 31.2, la mise en œuvre d'un film pare-vapeur en combles aménagés est obligatoire. Il convient d'assurer la continuité du film pare-vapeur entre les parois verticales, horizontales et en rampant. Une contre-ossature intérieure mise en œuvre après pose du pare-vapeur permet la fixation des suspentes du plafond sans percement du pare-vapeur. Les caractéristiques mécaniques du pare-vapeur doivent être compatibles avec le fait de supporter l'isolant.

Un complément d'isolation thermique peut être mis en œuvre sous le pare-vapeur. Dans cette configuration, l'épaisseur de l'isolant est limitée de façon à ce que sa résistance thermique soit toujours inférieure ou égale à la moitié de celle de l'isolant du comble.

Statut et référentiels des produits et du procédé

La mise en œuvre des plafonds et des pieds-droits en plaques de plâtre et celle des matériaux isolants normalisés incorporés sont définies dans la norme NF DTU 25.41 P1.1.

La mise en œuvre des revêtements intérieur bois (lambris) sur ossature bois est définie dans la future norme NF DTU 36.2 et les prescriptions concernant les matériaux isolants intégrés dans les pléniums définies dans la norme NF DTU 31.2.

Les matériaux isolants tels que les laines minérales et, par extension, certains produits d'origine végétale (chanvre, lin, cellulose, etc.) font également l'objet d'Avis Techniques, de DTA ou de Constats de traditionnalité et d'un CPT (*e-Cahier du CSTB* n° 3560_V2) définissant les prescriptions de mise en œuvre des procédés d'isolation thermique des combles.

Pour les autres matériaux, les prescriptions sont définies dans les Avis Techniques.

Valeurs tabulées des ponts thermiques intégrés

Cas 1 : isolation entre pannes et sous pannes

	Dimensions pannes	75 x 200 mm ²	100 x 300 mm ²
	Épaisseur d'isolant (mm)	260 dont 200 entre pannes et 60 sous pannes	360 dont 300 entre pannes et 60 sous pannes
Isolation en deux couches, la première entre les pannes et la seconde sous les pannes	$\chi_{suspente}$ (W/K)	0,005	0,004
	ψ_{rail} (W/[m.K])	0,000	0,000
	ψ_{panne} (W/[m.K])	0,019	0,020

▲ Tableau 28 : Ponts thermiques intégrés de la paroi étudiée



Cas 2 : isolation entre chevrons et entre pannes

	Dimensions chevrons : 40 x 60 mm ² Dimensions pannes : 75 x 200 mm ²	Dimensions chevrons : 40 x 60 mm ² Dimensions pannes : 100 x 300 mm ²	Dimensions chevrons : 60 x 80 mm ² Dimensions pannes : 75 x 200 mm ²	Dimensions chevrons : 60 x 80 mm ² Dimensions pannes : 100 x 300 mm ²
Épaisseur d'isolant (mm)	260 dont : 60 entre chevrons 200 entre pannes	300 dont : 60 entre chevrons 240 entre pannes	280 dont : 80 entre chevrons 200 entre pannes	320 dont : 80 entre chevrons 240 entre pannes
$\chi_{suspente}$ (W/K)	0,000	0,003	0,004	0,003
$\chi_{croisement}$ (W/K)	0,001	0,001	0,001	0,002
ψ_{rail} (W/[m.K])	0,000	0,000	0,000	0,000
$\psi_{chevron}$ (W/[m.K])	0,002	0,002	0,004	0,003
ψ_{panne} (W/[m.K])	0,018	0,027	0,016	0,024

▲ **Tableau 29** : Ponts thermiques intégrés de la paroi étudiée

Cas 3 : isolation entre fermettes

Valable pour une distance de 60 mm entre le bas de la fermette et le rail support du revêtement	Épaisseur d'isolant (mm)	140	280
	$\chi_{suspente}$ (W/K)		0,002
ψ_{rail} (W/[m.K])		0,000	0,000
$\psi_{fermette}$ (W/[m.K])		0,029	0,016

▲ **Tableau 30** : Ponts thermiques intégrés de la paroi étudiée

Exemples d'application

Cas 1 : isolation entre pannes et sous pannes

Hypothèses :

Résistance thermique R du revêtement intérieur en plaque de plâtre BA13	0,05 m ² .K/W
Épaisseur d'isolation	260 mm
Entraxe des rails (m)	0,6 m
Entraxe des pannes et portée des rails (m)	1,5 m
Densité de suspentes	1,11 m ²
Épaisseur et disposition de l'isolant	260 mm (200 entre pannes et 60 sous pannes)



		Conductivité thermique utile de l'isolant (W/[m.K])				
		0,030	0,035	0,040	0,045	0,050
Épaisseur de l'isolant (mm)	260	7,48	6,54	5,82	5,24	4,76

▲ **Tableau 31** : Résistance thermique de la paroi étudiée (m².K/W)

Cas 2 : isolation entre chevrons et entre pannes

Hypothèses :

Entraxe des pannes	1,5 m
Entraxe des chevrons	0,6 m
Entraxe des rails	0,6 m
Densité de suspentes	1,39 m ²
Résistance thermique R du parement plaques de plâtre BA13	0,05 m ² .K/W
Épaisseur et disposition de l'isolant	300 mm (60 entre chevrons et 240 entre pannes)

		Conductivité thermique utile de l'isolant (W/[m.K])				
		0,030	0,035	0,040	0,045	0,050
Épaisseur de l'isolant (mm)	300	8,57	7,50	6,67	6,01	5,47

▲ **Tableau 32** : Résistance thermique de la paroi étudiée (m².K/W)

Cas 3 : isolation entre fermettes

Hypothèses :

Entraxe des fermettes	0,6 m
Épaisseur d'isolant entre fermettes	280 mm
Densité de suspentes	1,39 m ²
Entraxe des rails	0,6 m
Résistance thermique R du parement plaques de plâtre BA13	0,05 m ² .K/W

		Conductivité thermique utile de l'isolant (W/[m.K])				
		0,030	0,035	0,040	0,045	0,050
Épaisseur de l'isolant (mm)	280	7,39	6,53	5,85	5,30	4,84

▲ **Tableau 33** : Résistance thermique de la paroi étudiée (m².K/W)

Risques de condensation

Faut-il ou non un pare-vapeur ?

L'utilité et les caractéristiques du pare-vapeur sont déterminées selon les prescriptions du *e-Cahier du CSTB* n° 3560_V2 intitulé « Isolation thermique des combles : isolation en laine minérale faisant l'objet d'un Avis Technique ou d'un Constat de traditionalité ».

Si un pare-vapeur est nécessaire

Si un pare-vapeur est nécessaire, celui-ci est placé du côté chaud, en sous-face de l'isolation.

Il peut être précollé au dos des plaques de plâtre ou fixé par adhésif sous l'ossature avant vissage des plaques de plâtre.

Dans le cas de revêtement intérieur bois (lambris) sur ossature bois, le pare-vapeur est fixé par agrafage sur l'ossature bois et maintenu par les supports du revêtement (tasseaux).



Dans le cas de deux couches de panneaux isolants, la pose est réalisée à joints décalés ou croisés. Si la couche supérieure d'isolant possède un couché polyéthylène ou tout autre revêtement faisant office de pare-vapeur, celui-ci doit être perforé ou scarifié de façon à laisser passer la vapeur d'eau et éviter les risques de condensation entre les deux couches d'isolant.

Note

Dans le cas de bâtiments ossature bois conformes à la norme NF DTU 31.2, la mise en œuvre d'un film pare-vapeur en plafond sous combles perdus est obligatoire.

Étanchéité à l'air

L'étanchéité à l'air est assurée soit par le parement (cas de la plaque de plâtre), soit par une membrane d'étanchéité à l'air sous Avis Technique.

Dans le cas d'un plafond sans membrane, les traversées du parement en plaques de plâtre seront limitées au minimum et soigneusement étanchées avec, selon les cas, un mortier adhésif à base de plâtre ou un mastic. Les jonctions du plafond avec les parois verticales seront traitées conformément aux dispositions des normes NF DTU 25.41 et 25.42. (cf. 9.4.1.) « Jonctions entre plafonds et parois verticales ».

Dans le cas d'un plafond avec membrane d'étanchéité, avec parement en plaques de plâtre, la mise en œuvre de la membrane, le traitement des jonctions entre les lés, les jonctions périphériques et les traversées seront réalisés conformément aux dispositions de l'Avis Technique du procédé.

Dans le cas d'un plafond avec revêtement intérieur bois (lambris), la mise en œuvre d'une membrane d'étanchéité est indispensable pour assurer l'étanchéité à l'air.

La membrane est fixée sur l'ossature bois par agrafage. Les tasseaux supports de revêtement intérieur assurent la fixation définitive et permettent de ménager un vide technique. Le traitement des jonctions entre les lés, les jonctions périphériques et les traversées seront réalisés conformément aux dispositions de l'Avis Technique du procédé.

**Note 1**

La membrane d'étanchéité à l'air pourra également faire fonction de pare vapeur si ses caractéristiques de perméabilité à la vapeur satisfont aux critères précisés dans le paragraphe précédent.

Note 2

Dans le cas de bâtiments à ossature bois relevant de la norme NF DTU 31.2, l'étanchéité à l'air est assurée par la mise en œuvre d'un film continu faisant office de pare-vapeur conformément aux spécifications du DTU 31.2. Comme indiqué précédemment, des prescriptions et détails complémentaires sont disponibles dans les Recommandations professionnelles RAGE « Maîtrise des performances thermiques des systèmes constructifs à ossature bois » et le catalogue constructions bois (www.catalogue-construction-bois.fr).

Principaux points singuliers à traiter

Les principaux points singuliers à traiter sont les suivants :

- traitement des jonctions avec les parois verticales et les parois horizontales ;
- traitement des jonctions avec les fenêtres de toit ;
- traitement des incorporations électriques ;
- traitement des jonctions avec les conduits de fumées ;
- traitement des canalisations d'eau en charge (mise hors gel des canalisations dans les combles perdus).

Les principales dispositions sont détaillées au § « Liaisons et points singuliers à traiter » (cf. 9.4.).

Stabilité et durabilité

Pour les plafonds suspendus à base de plaques de plâtre, les dimensionnements de la norme NF DTU 25.41 sont donnés pour des charges admissibles d'isolant de 6, 10 et 15 daN/m². Si le poids d'isolant excède 15 daN/m², une étude spécifique doit être menée pour assurer la stabilité du plafond.

Le couple fourrure-suspente ou montant-suspente constitue un système indissociable dont la charge de rupture mesurée en laboratoire dans les conditions d'essais définies à l'annexe D du DTU 25.41 P1.2 doit être au moins égale au triple de la charge de service de la suspente, avec un minimum de 75 daN. Les performances obtenues doivent faire l'objet d'un rapport d'essais intégrant les références, les caractéristiques et un schéma de la suspente.

Les dispositions concernant la stabilité des pieds-droits, assimilés à des contre-cloisons, sont définies dans la norme NF DTU 25.41 P1.1. Elles concernent le comportement aux chocs et la résistance aux pressions réparties.

Isolation acoustique

Si l'usage d'isolant de type poreux (laine d'origine minérale, animale, végétale, etc.), en épaisseur suffisante dans ce type de procédé, permet généralement d'augmenter l'isolement entre l'intérieur et l'extérieur du bâtiment et d'atteindre le niveau de base requis en construction neuve (30 dB), il n'en est pas de même pour les mousses isolantes à cellules fermées (PSE, PU, XPS, etc.). En conséquence, lorsqu'une amélioration de l'isolement acoustique vis-à-vis de l'extérieur est recherchée, il est déconseillé d'utiliser ce type d'isolant, surtout au-dessus d'une pièce principale (chambre, salon, etc.).

La performance acoustique de ce type de procédé sera d'autant plus élevée que le parement intérieur sera lourd et étanche, que les éléments de couverture seront étanches à l'air, que l'espace entre le parement intérieur et les éléments de couvertures sera important et que le nombre de connexions entre le plafond et la charpente sera faible. Des montages avec des systèmes d'ossature primaire permettent, en supprimant toute connexion entre le plancher et le plafond, d'améliorer la performance acoustique.

Sécurité incendie

Protection des isolants combustibles

Le guide d'emploi des isolants combustibles dans les logements (*e-Cahier du CSTB* n° 3231, juin 2000) et l'annexe II « Guide d'emploi des isolants combustibles dans les ERP » de l'article AM8 de l'arrêté du 6 octobre 2004 précisent les durées de protection requises et listent les écrans admis sans justification. Les autres types d'écran doivent faire l'objet d'un essai de comportement au feu.

Les Avis Techniques ou les DTA précisent la conformité avec cette réglementation des procédés d'isolation thermique par l'intérieur non traditionnels.

Incorporation de sources de chaleur dans l'isolant

L'insertion, sans précaution particulière, de matériels électriques non protégés (spots électriques, dans des plafonds isolés thermiquement (Cf. norme C15100) risque de dégrader l'étanchéité à l'air du parement et de produire des échauffements d'autant plus importants que la résistance thermique de l'isolant sera élevée. Ces échauffements pourront conduire à la dégradation irréversible de l'isolant et à une combustion lente ou à une inflammation de l'isolant. L'encapsulation de ces spots dans une coquille préfabriquée ou reconstituée à partir de produits non combustibles est nécessaire quel que soit le type d'isolant tant pour l'étanchéité à l'air que pour la sécurité contre l'incendie.

Les Avis Techniques ou DTA peuvent prévoir des dispositions particulières relatives à la mise en œuvre de ces produits, sous réserve de justifications appropriées (notamment conservation de l'étanchéité à l'air, risques d'échauffement, etc.).



Les systèmes de chauffage par plafond rayonnant utilisant des films chauffants électriques doivent faire l'objet d'Avis Techniques qui définissent les dispositions de mise en œuvre.

Les appareils d'éclairage ne doivent pas être encastrés dans les plafonds suspendus pris en compte pour la détermination de la résistance au feu des planchers et des charpentes.

Conduits de fumée et de cheminée

La présence d'un conduit de cheminée nécessite une étude particulière. Les dispositions définies dans le DTU 24.1 (travaux de fumisterie) concernant la réalisation des conduits de fumée individuels et collectifs, des tubages, etc. et destinés à évacuer les produits de combustion des appareils prévus pour le chauffage et la production d'eau chaude sanitaire doivent être respectées.

Il convient également, le cas échéant, de se reporter aux prescriptions des Avis Techniques relatifs aux conduits d'évacuation des fumées.

Les conduits maçonnés sont autoportants (aucun contact avec la structure) ou, dans le cas contraire, les éléments supportant le conduit seront incombustibles (remplissage de trémie en béton ou écarteur métallique, par exemple).

Pour l'insertion dans une structure, une distance de sécurité entre la face externe du conduit et les matériaux combustibles avoisinants doit être respectée.

Cette distance de sécurité est déterminée en fonction de la résistance thermique (R_u) de la paroi du conduit et de sa classe de température (T) et varie entre 2 cm et 16 cm. (cf. 9.4.7.) : « Traitement des jonctions avec les conduits de fumées ».

À noter que la norme NF DTU 24.1 recommande de ne pas isoler la partie non combustible faisant la liaison entre le conduit et les matériaux combustibles, aussi bien en traversée de plancher qu'en traversée de charpente de couverture.

Comportement sismique

Du fait de sa catégorie et de sa localisation, le bâtiment peut nécessiter une justification de son comportement vis-à-vis de l'action sismique.

Lorsque tel est le cas :

- si les caractéristiques et les dispositions de mise en œuvre du procédé de plafond (masse et hauteur) sont inférieures aux seuils indiqués au § 8.9 de ce guide et rappelées ci-après, il n'y a pas lieu d'effectuer de vérification parasismique spécifique ;
- à défaut, il convient de se reporter à une évaluation (Avis Technique ou DTA) ou de disposer d'une étude spécifique sur l'utilisation de ce procédé de plafond en regard de l'exigence de bon comportement sous séisme.

Rappel : les valeurs de h_{lim} et m_{lim} sont données ci-après (Tableau 34) :

Familles d'éléments non structuraux du cadre bâti	Domaine d'application par famille
Cloisons et doublages	<ul style="list-style-type: none"> • $h_{lim} = 3,5$ m • $m_{lim} = 25$ kg/m²
Plafonds suspendus	<p>Plafonds suspendus à l'aide d'une ossature :</p> <ul style="list-style-type: none"> • $h_{lim} = 3,5$ m • $m_{lim} = 25$ kg/m² <p>Plafonds suspendus par système d'accroche non rigide : tous les éléments de cette famille doivent faire l'objet d'une analyse sismique ($h_{lim} = 0$ m ; $m_{lim} = 0$ kg/m²)</p>

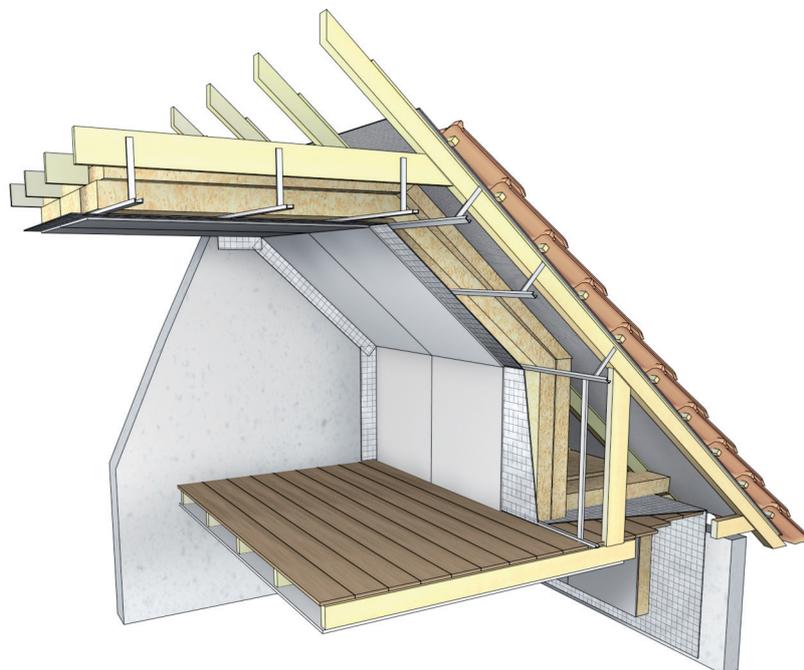
▲ **Tableau 34** : Valeurs de h_{lim} et de m_{lim} des plafonds sous sollicitations sismiques



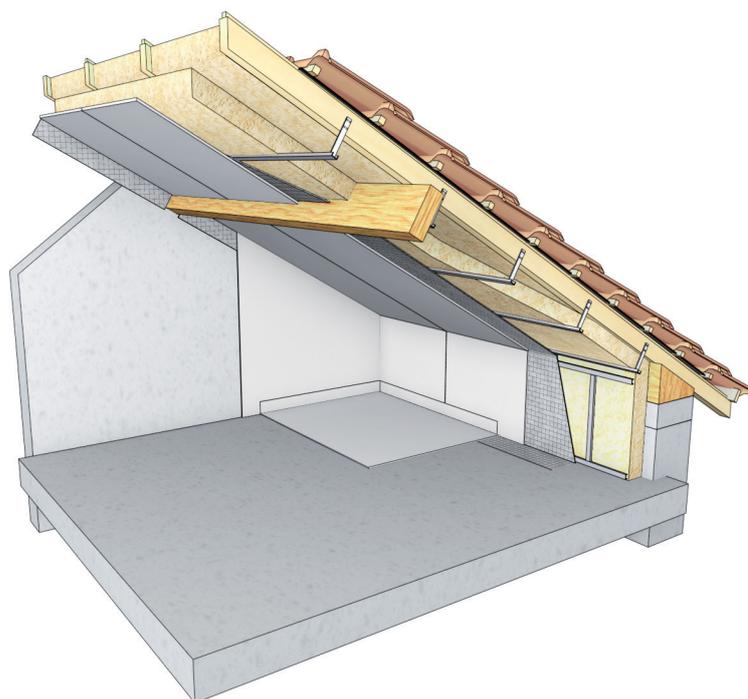
Fiche 5 – Principes de mise en œuvre de l'isolation thermique dans les combles aménagés : cas de l'isolation des plafonds inclinés ou horizontaux. Procédés avec plaques de plâtre ou lambris sur ossature bois ou métallique et membrane d'étanchéité à l'air sans écran HPV sous toiture



Il est important de respecter scrupuleusement les règles de l'art de mise en œuvre pour permettre d'atteindre dans l'ouvrage fini les performances déclarées et/ou certifiées des isolants.



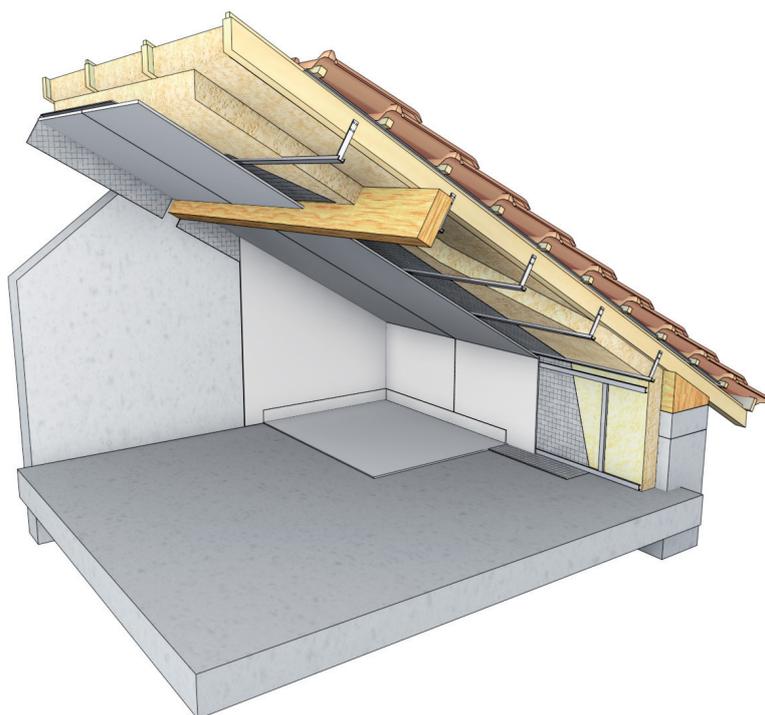
▲ Figure 66 : Isolation thermique avec membrane d'étanchéité à l'air, membrane au contact du parement – cas d'une charpente industrielle (fermette en A)



▲ Figure 67 : Isolation thermique avec membrane d'étanchéité à l'air, membrane au contact du parement – cas d'une charpente traditionnelle



▲ Figure 68 : Isolation thermique avec membrane d'étanchéité à l'air, membrane au contact de l'isolant – cas d'une charpente industrielle (fermette en A)



▲ Figure 69 : Isolation thermique avec membrane d'étanchéité à l'air, membrane au contact de l'isolant – cas d'une charpente traditionnelle

Description

Cette technique traite du cas d'une isolation thermique mise en œuvre avec interposition d'une membrane d'étanchéité à l'air, sous un complexe de couverture existant et sans écran HPV (haute perméabilité à la vapeur). Le parement intérieur (plaques, panneaux, lambris) est fixé sur une ossature secondaire bois ou métallique.

Note

Ces solutions techniques permettent d'assurer une bonne étanchéité à l'air des parois concernées contribuant ainsi à la qualité globale du bâtiment.

Lorsqu'il est requis, l'usage d'écran de sous-toiture de type HPV (haute perméabilité à la vapeur d'eau) permet la pose de l'isolant au contact de l'écran, sans lame d'air entre l'écran et l'isolant. Un pare-vapeur indépendant et continu doit alors compléter cette isolation côté intérieur.

La mise en œuvre comporte deux montages selon la position de la membrane d'étanchéité à l'air :

- premier montage : membrane fixée sur les ossatures bois ou métalliques, donc au contact avec le parement du plafond ;
- second montage : membrane fixée sur la charpente avant mise en œuvre des ossatures bois ou métalliques supports du parement.



L'étanchéité à l'air est optimisée par la pose de la membrane et la création d'un vide technique entre cette membrane et le parement du plafond. Ce vide technique ménagé par une ossature secondaire bois ou métallique permet l'incorporation d'équipements électriques sans avoir à traverser la membrane, donc sans affecter l'étanchéité à l'air de la paroi. Lorsque le parement intérieur est lui-même étanche à l'air (cas de la plaque de plâtre, par exemple), la résistance thermique du montage est majorée de la valeur de la résistance thermique de la lame d'air créée entre la membrane et ce parement.

Les dispositions de mise en œuvre de la membrane, notamment les recouvrements entre lés, l'étanchéité des jonctions périphériques, des jonctions avec les fenêtres de toit et l'étanchéité des traversées par des conduits, sont définies dans l'Avis Technique du procédé.

Les isolants utilisés, constitués de panneaux ou de rouleaux, sont principalement des laines minérales. D'autres isolants peuvent également être utilisés (isolants d'origine végétale ou animale).

Lors de la pose des isolants entre les chevrons ou les arbalétriers des fermettes, du fait de l'absence d'écran de sous toiture HPV, une lame d'air continue d'au moins 2 cm d'épaisseur doit être ménagée pour assurer une ventilation de la sous-face de la couverture.

Pour les procédés utilisant des isolants combustibles, il convient de vérifier que le parement intérieur du plafond et du pied-droit répond aux critères des guides de l'isolation par l'intérieur des bâtiments d'habitation et des ERP du point de vue des risques en cas d'incendie.

On veillera particulièrement à la mise en œuvre des panneaux isolants qui doivent être positionnés bord à bord.

Description du traitement des pieds-droits : voir [FICHE 7].

Note

Dans le cas de bâtiments à ossature bois conformes à la norme NF DTU 31.2, la mise en œuvre d'un film pare-vapeur en combles aménagés est obligatoire comme décrit dans la [FICHE 4]. Les spécifications concernant les produits et les prescriptions de mise en œuvre sont définies dans la norme NF DTU 31.2.

Statut et référentiels des produits et du procédé

Les produits et la mise en œuvre des isolants, de la membrane et des parements des plafonds et des pieds-droits font l'objet d'Avis Techniques ou d'un DTA et d'un Cahier de prescriptions techniques communes de mise en œuvre des procédés d'isolation thermique de combles (*e-Cahier du CSTB n° 3560_V2*) auxquels il convient de se référer.

La mise en œuvre des plafonds et des pieds-droits en plaques de plâtre sur ossature est définie dans la norme NF DTU 25.41 P1.1.

La mise en œuvre des revêtements intérieur bois (lambris) sur ossature bois est définie dans la future norme NF DTU 36.2.



Valeurs tabulées des ponts thermiques intégrés

La membrane d'étanchéité à l'air ne modifie pas les ponts thermiques.

Note

D'autres configurations de montage et d'autres valeurs de ponts thermiques sont données dans la [FICHE 4].

Cas 1 : isolation entre chevrons et entre pannes

	Dimensions chevron : 40 x 60 mm ² Dimensions panne : 100 x 300 mm ²
Épaisseur d'isolant (mm)	300 dont 60 entre chevrons et 240 entre pannes
$\chi_{suspente}$ (W/K)	0,003
$\chi_{croisement}$ (W/K)	0,001
ψ_{rail} (W/[m.K])	0,000
$\psi_{chevron}$ (W/[m.K])	0,002
ψ_{panne} (W/[m.K])	0,027

▲ **Tableau 35** : Ponts thermiques intégrés de la paroi étudiée

Cas 2 : isolation entre fermettes

Épaisseur d'isolant (mm)	280
$\chi_{suspente}$ (W/K)	0,001
ψ_{rail} (W/[m.K])	0,000
$\psi_{fermette}$ (W/[m.K])	0,016
Valable pour une distance de 60 mm entre le bas de la fermette et le rail support du revêtement	

▲ **Tableau 36** : Ponts thermiques intégrés de la paroi étudiée

Exemples d'application

Les calculs de résistance thermique ont été menés pour des montages sans lame d'air étanche entre le parement intérieur et la membrane.

Cas 1 : isolation entre chevrons et entre pannes

Hypothèses :

Entraxe des pannes	1,5 m
Entraxe des chevrons	0,6 m
Entraxe des rails	0,6 m
Densité de suspentes	1,39 m ⁻²
Résistance thermique R du parement plaques de plâtre BA13	0,05 m ² .K/W

Épaisseur de l'isolant	300 mm (60 entre chevrons + 240 entre pannes)
------------------------	---

		Conductivité thermique utile de l'isolant (W/[m.K])				
		0,030	0,035	0,040	0,045	0,050
Épaisseur de l'isolant (mm)	300	8,57	7,50	6,67	6,01	5,47

▲ **Tableau 37** : Résistance thermique de la paroi étudiée (m².K/W)

Cas 2 : isolation entre fermettes

Hypothèses :

Entraxe des fermettes	0,6 m
Épaisseur d'isolant entre fermettes	280 mm
Densité de suspentes	1,39 m ²
Entraxe des rails	0,6 m
Résistance thermique R du parement plaque de plâtre BA13	0,05 m ² .K/W

		Conductivité thermique utile de l'isolant (W/[m.K])				
		0,030	0,035	0,040	0,045	0,050
Épaisseur de l'isolant (mm)	280	7,39	6,53	5,85	5,30	4,84

▲ **Tableau 38** : Résistance thermique de la paroi étudiée (m².K/W)

Risques de condensation

La sous-face de la couverture étant ventilée par une lame d'air, la performance de perméance à la vapeur d'eau et d'étanchéité à l'air de la paroi côté intérieur est obtenue par la pose d'un parement intérieur assurant la fonction d'étanchéité à l'air et s'opposant au passage de la vapeur d'eau.

Lorsque la membrane d'étanchéité à l'air fait également fonction de pare-vapeur, il n'y a pas de risque de condensation. La performance du pare-vapeur est définie en fonction de la configuration et de la zone climatique dans les DTU de la série 40.

Lorsque la membrane d'étanchéité à l'air fonctionne comme un pare-vapeur hygrovariable à perméance variable côté intérieur, il convient de se référer à l'avis technique qui précise les conditions d'emploi de ce type de pare-vapeur.

Étanchéité à l'air

L'étanchéité à l'air est assurée par la membrane d'étanchéité. La mise en œuvre de la membrane, l'ossature secondaire ménageant un vide technique, le traitement des jonctions entre les lés, les jonctions périphériques et les traversées seront réalisés conformément aux dispositions de l'Avis Technique du procédé.

**Note**

Dans le cas de bâtiments à ossature bois relevant de la norme NF DTU 31.2, l'étanchéité à l'air est assurée par la mise en œuvre d'un film continu faisant office de pare-vapeur conformément aux spécifications du DTU 31.2. Comme indiqué précédemment, des prescriptions et détails complémentaires sont disponibles dans les Recommandations professionnelles RAGE « Maîtrise des performances thermiques des systèmes constructifs à ossature bois » et le Catalogue Constructions Bois (www.catalogue-construction-bois.fr).

Principaux points singuliers à traiter

Les principaux points singuliers à traiter sont les suivants :

- traitement des recouvrements entre lés de membrane ;
- traitement des jonctions avec les parois verticales et les parois horizontales ;
- traitement des jonctions avec les fenêtres de toit ;
- traitement des incorporations électriques ;
- traitement des jonctions avec les conduits de fumées ;
- traitement des canalisations d'eau en charge (mise hors gel des canalisations dans les combles perdus).

Les principales dispositions sont détaillées au § « Liaisons et points singuliers à traiter » (cf. 9.4.).

Stabilité et durabilité

Pour les plafonds suspendus à base de plaques de plâtre, les dimensionnements de la norme NF DTU 25.41 sont établis pour des charges admissibles d'isolant de 6, 10 et 15 daN/m². Si le poids d'isolant excède 15 daN/m², une étude spécifique doit être menée pour assurer la stabilité du plafond.

Le couple fourrure-suspente ou montant-suspente constitue un système indissociable dont la charge de rupture mesurée en laboratoire dans les conditions d'essais définies à l'annexe D du DTU 25.41 P1.2 doit être au moins égale au triple de la charge de service de la suspente, avec un minimum de 75 daN. Les performances obtenues doivent faire l'objet d'un rapport d'essais intégrant les références, les caractéristiques et un schéma de la suspente.

Les dispositions concernant la stabilité des pieds-droits, assimilés à des contre-cloisons, sont définies dans la norme NF DTU 25.41 P1.1. Elles concernent le comportement aux chocs et la résistance aux pressions réparties.

Isolation acoustique

Les isolants associés à cette technique étant de type poreux (laine d'origine minérale, animale, végétale, etc.), en épaisseur suffisante, ce type de procédé, permet généralement d'augmenter l'isolement entre l'intérieur et l'extérieur du bâtiment et d'atteindre le niveau de base requis en construction neuve (30 dB).

La performance acoustique de ce type de procédé, sera d'autant plus élevée, que le parement intérieur sera lourd et étanche, que les éléments de couverture seront étanches à l'air, que l'espace entre le parement intérieur et les éléments de couvertures sera important et que le nombre de connexions entre le plafond et la charpente sera faible. Des montages avec des systèmes d'ossature primaire permettent, en supprimant toute connexion entre le plancher et le plafond, d'améliorer la performance acoustique.

Sécurité incendie

Protection des isolants combustibles

Le guide d'emploi des isolants combustibles dans les logements (*e-Cahier du CSTB* n° 3231, juin 2000) et l'annexe II « Guide d'emploi des isolants combustibles dans les ERP » de l'article AM8 de l'arrêté du 6 octobre 2004 précisent les durées de protection requises et listent les écrans admis sans justification. Les autres types d'écran doivent faire l'objet d'un essai de comportement au feu.

Les Avis Techniques ou les DTA précisent la conformité avec cette réglementation des procédés d'isolation thermique par l'intérieur non traditionnels.

Incorporation de sources de chaleur dans l'isolant

L'insertion, sans précaution particulière, de matériels électriques non protégés (spots électriques, dans des plafonds isolés thermiquement (Cf. norme C15100) risque de dégrader l'étanchéité à l'air du parement et de produire des échauffements d'autant plus importants que la résistance thermique de l'isolant sera élevée. Ces échauffements pourront conduire à la dégradation irréversible de l'isolant et à une combustion lente ou à une inflammation de l'isolant. L'encapsulation de ces spots dans une coquille préfabriquée ou reconstituée à partir de produits non combustibles est nécessaire quel que soit le type d'isolant tant pour l'étanchéité à l'air que pour la sécurité contre l'incendie.

Les Avis Techniques ou DTA peuvent prévoir des dispositions particulières relatives à la mise en œuvre de ces produits, sous réserve de justifications appropriées (notamment conservation de l'étanchéité à l'air, risques d'échauffement, etc.).

Les systèmes de chauffage par plafond rayonnant utilisant des films chauffants électriques doivent faire l'objet d'Avis Techniques qui définissent les dispositions de mise en œuvre.

Les appareils d'éclairage ne doivent pas être encastrés dans les plafonds suspendus pris en compte pour la détermination de la résistance au feu des planchers et des charpentes.

Conduits de fumée et de cheminée

La présence d'un conduit de cheminée nécessite une étude particulière. Les dispositions définies dans la norme NF DTU 24.1 (travaux de fumisterie) concernant la réalisation des conduits de fumée individuels et collectifs, des tubages, etc. et destinés à évacuer les produits



de combustion des appareils prévus pour le chauffage et la production d'eau chaude sanitaire doivent être respectées.

Il convient également, le cas échéant, de se reporter aux prescriptions des Avis Techniques relatifs aux conduits d'évacuation des fumées.

Les conduits maçonnés sont autoportants (aucun contact avec la structure) ou, dans le cas contraire, les éléments supportant le conduit seront incombustibles (remplissage de trémie en béton ou écarteur métallique, par exemple).

Pour l'insertion dans une structure, une distance de sécurité entre la face externe du conduit et les matériaux combustibles avoisinants doit être respectée.

Cette distance de sécurité est déterminée en fonction de la résistance thermique (R_u) de la paroi du conduit et de sa classe de température (T) et varie entre 2 cm et 16 cm (cf. 9.4.7.) « Traitement des jonctions avec les conduits de fumée ».

Il est à noter que la norme NF DTU 24.1 recommande de ne pas isoler la partie non combustible faisant la liaison entre le conduit et les matériaux combustibles, aussi bien en traversée de plancher qu'en traversée de charpente de couverture.

Comportement sismique

Du fait de sa catégorie et de sa localisation, le bâtiment peut nécessiter une justification de son comportement vis-à-vis de l'action sismique.

Lorsque tel est le cas :

- si les caractéristiques et les dispositions de mise en œuvre du procédé de plafond (masse et hauteur) sont inférieures aux seuils rappelés ci-après, il n'y a pas lieu d'effectuer de vérification parasismique spécifique ;
- à défaut, il convient de se reporter à une évaluation (Avis Technique ou DTA) ou de disposer d'une étude spécifique sur l'utilisation de ce procédé de plafond en regard de l'exigence de bon comportement sous séisme.

Rappel : les valeurs de h_{lim} et m_{lim} sont données ci-après (Tableau 39) :

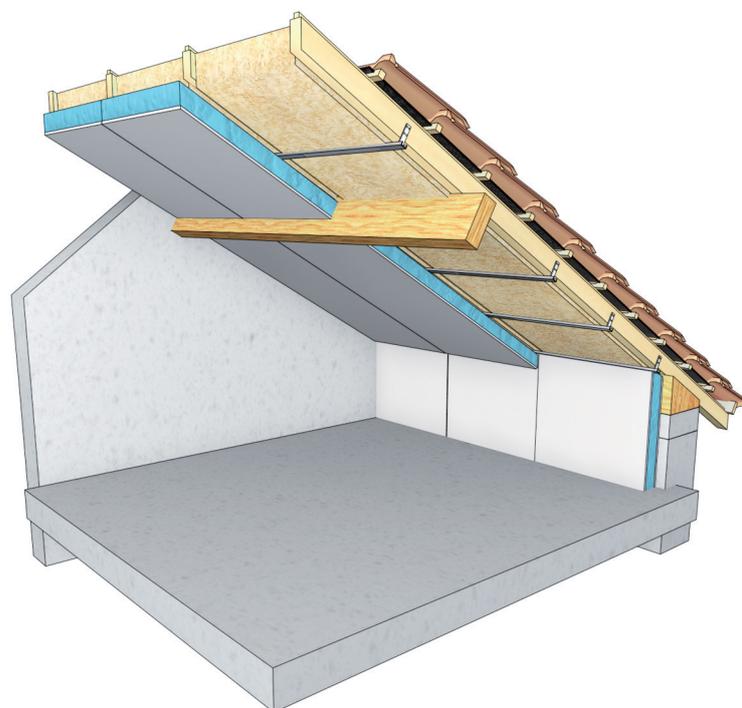
Familles d'éléments non structuraux du cadre bâti	Domaine d'application par famille
Cloisons et doublages	<ul style="list-style-type: none"> • $h_{lim} = 3,5$ m • $m_{lim} = 25$ kg/m²
Plafonds suspendus	Plafonds suspendus à l'aide d'une ossature : <ul style="list-style-type: none"> • $h_{lim} = 3,5$ m • $m_{lim} = 25$ kg/m² Plafonds suspendus par système d'accroche non rigide : tous les éléments de cette famille doivent faire l'objet d'une analyse sismique ($h_{lim} = 0$ m ; $m_{lim} = 0$ kg/m ²)

▲ Tableau 39 : Valeurs de h_{lim} et de m_{lim} des plafonds sous sollicitations sismiques

Fiche 6 – Principes de mise en œuvre de l'isolation thermique dans les combles aménagés : cas de l'isolation des plafonds inclinés ou horizontaux. Procédé avec complexes et sandwichs de doublage plaques de plâtre – isolant vissés sur ossature bois ou métal



Il est important de respecter scrupuleusement les règles de l'art de mise en œuvre pour permettre d'atteindre dans l'ouvrage fini les performances déclarées et/ou certifiées des isolants.



▲ **Figure 70** : Isolation thermique en combles aménagés de rampant par complexe vissé sur ossature acier et de pied-droit par sandwichs vissés sur ossature bois horizontale

Description

Les complexes sont obtenus par collage d'un panneau isolant sur une plaque de plâtre revêtue ou non d'un pare-vapeur.

Les isolants associés sont des laines minérales (verre ou roche), des polystyrènes expansés rigides ou élastifiés, des polystyrènes extrudés et des polyuréthannes.

Les complexes sont fixés par vissage à entraxe de 30 cm sur des ossatures secondaires bois ou métalliques fixées ou suspendues perpendiculairement à la charpente support. L'entraxe des ossatures secondaires varie de 30 à 60 cm en fonction de l'épaisseur de l'isolant du complexe,



de l'épaisseur de la plaque de plâtre (BA10 ou BA13) et du sens de pose des panneaux (pose parallèle ou perpendiculaire à l'ossature).

L'épaisseur maximale de l'isolant des complexes fixés mécaniquement est limitée à 80 mm.

Les complexes à base de polystyrène expansé élastifié ne doivent pas être mis en œuvre par fixation mécanique.

Du fait de la limitation d'épaisseur des complexes fixés mécaniquement, leur résistance thermique est insuffisante pour satisfaire aux exigences globales de la réglementation thermique 2012. Les complexes fixés mécaniquement en plafond, doivent donc être associés à un isolant complémentaire mis en œuvre et maintenu par l'ossature secondaire avant fixation des complexes.

Lors de la pose de cet isolant entre les chevrons ou les arbalétriers des fermettes, une lame d'air continue d'au moins 2 cm d'épaisseur doit être ménagée pour assurer une ventilation de la sous-face de la couverture.

Note

Lorsqu'un écran de sous-toiture de type HPV (haute perméabilité à la vapeur d'eau) est requis, la pose de l'isolant peut être réalisée au contact de l'écran, sans lame d'air entre l'écran et l'isolant. Dans ce cas, le complexe mis en œuvre doit être de type P3 (complexe pare-vapeur). À défaut, un pare-vapeur indépendant et continu est disposé entre le complexe et l'isolant (cf. [risques de condensation]).

On veillera particulièrement à la mise en œuvre des panneaux isolants qui doivent être positionnés bord à bord.

Statut et référentiels des produits et du procédé

Le procédé est traditionnel et sa mise en œuvre est décrite dans la norme NF DTU 25.42 « Ouvrages de doublage et habillage en complexes et sandwichs plaques de plâtre et isolant ».

Si les produits, la configuration ou la mise en œuvre diffèrent des dispositions décrites dans le DTU visé ci-dessus, ces produits font l'objet d'Avis Techniques.

Les constituants utilisés, les complexes, les enduits de traitement des joints et des vis sont visés par des normes et sont identifiables par un marquage CE ainsi que pour la plupart d'entre eux par des marques de qualité (voir [ANNEXE A]).

Les écrans de sous-toiture font l'objet d'une certification. Les Avis Techniques de ces systèmes précisent leur mise en œuvre.

Valeurs tabulées des ponts thermiques intégrés

Ces valeurs sont établies dans le cas d'un plancher haut avec une isolation de 150 mm entre fermettes déjà présente sur laquelle on rapporte un complexe de 80 mm d'épaisseur vissé sur ossature métallique suspendue sur les fermettes.



Épaisseur et composition de l'isolation thermique	Ponts thermiques	
	150 mm entre fermettes + complexe avec isolant de 80 mm d'épaisseur	$\chi_{\text{fixation complexe}}$ (W/K)
χ_{suspente}		0,000
ψ_{fermette} (W/[m.K])		0,010
ψ_{rail} (W/[m.K])		0,003

▲ Tableau 40 : Ponts thermiques intégrés de la paroi étudiée

Exemple d'application

Hypothèses :

Section des bois de fermettes	36 x 220 mm ²
Épaisseur d'isolant déjà présent entre les fermettes	150 mm
Conductivité de l'isolant présent entre fermettes	0,035 W/(m.K)
Épaisseur de l'isolant du complexe	80 mm
Résistance thermique R du parement du complexe : plaque de plâtre BA13	0,05 m ² .K/W
Densité de fixation du complexe (1/0,60 x 0,30)	5,6 m ²
Densité de suspentes de l'ossature métallique support (1/0,60 x 1,20)	1,39 m ²
Entraxe de fermettes	0,6 m
Entraxe de rails	0,6 m

	Conductivité thermique utile de l'isolant du complexe (W/[m.K])					
	0,025	0,030	0,035	0,040	0,045	0,050
150 mm d'isolant ($\lambda = 0,035$ W/m.K) entre fermettes + complexe avec isolant de 80 mm d'épaisseur	5,84	5,52	5,28	5,09	4,95	4,83

▲ Tableau 41 : Résistance thermique de la paroi étudiée (m².K/W)

Risques de condensation

Faut-il ou non un pare-vapeur ?

L'utilité et les caractéristiques du pare-vapeur sont déterminées selon les prescriptions du *e-Cahier du CSTB* n° 3560_V2 intitulé « Isolation thermique des combles : isolation en laine minérale faisant l'objet d'un Avis Technique ou d'un Constat de traditionalité ».

Note

Les complexes de doublage sont classés P1, P2 ou P3 en fonction de leur perméabilité à la vapeur d'eau.



Si un pare-vapeur est nécessaire

Si un pare-vapeur est nécessaire, celui-ci est placé du côté chaud, en sous-face de l'isolation.

Dans ce cas, le complexe de doublage doit être de type P3 (complexe pare-vapeur). Lorsque l'isolant n'est pas lui-même étanche à la vapeur, le parement du complexe est constitué d'une plaque de plâtre avec pare-vapeur.

Lorsque le pare-vapeur est constitué d'une membrane assurant la double fonction de pare-vapeur et d'étanchéité à l'air, fixée sur l'ossature secondaire avant pose des panneaux de complexes, il convient de vérifier que la résistance thermique du complexe n'est pas supérieure à la moitié de la résistance thermique de la première couche d'isolant.

Étanchéité à l'air

L'étanchéité à l'air est assurée soit par le parement du complexe de doublage, soit par une membrane d'étanchéité à l'air ou tout autre produit sous Avis Technique pour cet usage.

Dans le cas d'un plafond sans membrane, les traversées du parement en plaques de plâtre seront limitées au minimum et soigneusement étanchées avec, selon les cas, un mortier adhésif à base de plâtre ou un mastic. Les jonctions du plafond avec les parois verticales seront traitées conformément aux dispositions de la norme NF DTU 25.42 (cf. 9.4.1.) : « Jonctions entre plafonds et parois verticales ».

Dans le cas de plafond avec membrane d'étanchéité, cette dernière doit être fixée sur l'ossature secondaire avant la pose des panneaux de complexes. La mise en œuvre de la membrane, le traitement des jonctions entre les lés, les jonctions périphériques et les traversées seront réalisés conformément aux dispositions de l'Avis Technique du procédé.

Si la membrane fait également fonction de pare-vapeur, il convient de vérifier que la résistance thermique du complexe n'est pas supérieure à la moitié de la résistance thermique de la première couche d'isolant.

Principaux points singuliers à traiter

Les principaux points singuliers à traiter sont les suivants :

- traitement des jonctions avec les parois verticales et les parois horizontales ;
- traitement des jonctions avec les fenêtres de toit ;
- traitement des incorporations électriques ;
- traitement des jonctions avec les conduits de fumées ;
- traitement des canalisations d'eau en charge (mise hors gel des canalisations dans les combles perdus).



Les principales dispositions sont détaillées au § « Liaisons et points singuliers à traiter » (cf. 9.4.).

Stabilité et durabilité

Pour les plafonds horizontaux et inclinés, les dimensionnements de l'ossature sont donnés par la norme NF DTU 25.41 pour des charges admissibles d'isolant de 6, 10 et 15 daN/m² (isolant de la première couche + isolant du complexe). Si le poids d'isolant excède cette charge, une étude spécifique doit être menée pour assurer la stabilité du plafond.

Le couple fourrure-suspente ou montant-suspente constitue un système indissociable dont la charge de rupture mesurée en laboratoire dans les conditions d'essais définies à l'annexe D du NF DTU 25.41 P1-2 doit être au moins égale au triple de la charge de service de la suspente, avec un minimum de 75 daN. Les performances obtenues doivent faire l'objet d'un rapport d'essais intégrant les références, les caractéristiques et un schéma de la suspente.

La stabilité des pieds-droits sous l'effet des chocs et des pressions réparties est réputée satisfaite dès lors que les dispositions de la norme NF DTU 25.42 P1-1 sont respectées.

Isolation acoustique

Ce type de procédé peut permettre d'obtenir l'isolement acoustique de base (30 dB) entre l'intérieur et l'extérieur du bâtiment lorsque la première couche d'isolant est de type poreux (laine minérale ou végétale) et que son épaisseur est suffisante (150 mm, par exemple).

Sécurité incendie

Protection des isolants combustibles

Le guide d'emploi des isolants combustibles dans les logements (*e-Cahier du CSTB* n° 3231, juin 2000) et l'annexe II « Guide d'emploi des isolants combustibles dans les ERP » de l'article AM8 de l'arrêté du 6 octobre 2004 précisent les durées de protection requises et listent les écrans admis sans justification.

Les autres types d'écran doivent faire l'objet d'un essai de comportement au feu.

Note 1

L'article AM8 ne vise pas les complexes avec parement BA13 en plafond dans les ERP.

Note 2

Le guide d'emploi des isolants combustibles dans les habitations autorise, dans toutes familles d'habitation, l'emploi des complexes de doublage avec parement BA10 ou BA13 en plafond horizontal ou incliné mis en œuvre conformément aux dispositions de la norme NF DTU 25.42.

Incorporation de sources de chaleur dans l'isolant

L'insertion, sans précaution particulière, de matériels électriques non protégés (spots électriques, dans des plafonds isolés thermiquement (Cf. norme C15100) risque de dégrader l'étanchéité à l'air du parement et de produire des échauffements d'autant plus importants que la résistance thermique de l'isolant sera élevée. Ces échauffements pourront conduire à la dégradation irréversible de l'isolant et à une combustion lente ou à une inflammation de l'isolant. L'encapsulage de ces spots dans une coquille préfabriquée ou reconstituée à partir de produits non combustibles est nécessaire quel que soit le type d'isolant tant pour l'étanchéité à l'air que pour la sécurité contre l'incendie.

Les Avis Techniques ou DTA peuvent prévoir des dispositions particulières relatives à la mise en œuvre de ces produits, sous réserve de justifications appropriées (notamment conservation de l'étanchéité à l'air, risques d'échauffement, etc.).

Conduits de fumée et de cheminée

La présence d'un conduit de cheminée nécessite une étude particulière. Les dispositions définies dans la norme NF DTU 24.1 (travaux de fumisterie) concernant la réalisation des conduits de fumée individuels et collectifs, tubages, etc. et destinés à évacuer les produits de combustion des appareils prévus pour le chauffage et la production d'eau chaude sanitaire doivent être respectées.

Il convient également, le cas échéant, de se reporter aux prescriptions des Avis Techniques relatifs aux conduits d'évacuation des fumées.

Les conduits maçonnés sont autoportants (aucun contact avec la structure) ou, dans le cas contraire, les éléments supportant le conduit seront incombustibles (remplissage de trémie en béton ou écarteur métallique, par exemple).

Pour l'insertion dans une structure, une distance de sécurité entre la face externe du conduit et les matériaux combustibles avoisinants doit être respectée.

Cette distance de sécurité est déterminée en fonction de la résistance thermique (R_u) de la paroi du conduit et de sa classe de température (T) et varie entre 2 cm et 16 cm (cf. 9.4.7.) : « Traitement des jonctions avec les conduits de fumées ».

Il est à noter que la norme NF DTU 24.1 recommande de ne pas isoler la partie non combustible faisant la liaison entre le conduit et les matériaux combustibles, aussi bien en traversée de plancher qu'en traversée de charpente de couverture.



Comportement sismique

Du fait de sa catégorie et de sa localisation, le bâtiment peut nécessiter une justification de son comportement vis-à-vis de l'action sismique.

Lorsque tel est le cas :

- si les caractéristiques et dispositions de mise en œuvre du procédé de plafond (masse et hauteur) sont inférieures aux seuils indiqués au § 8.9. de ce guide et rappelées ci-après, il n'y a pas lieu d'effectuer de vérification parasismique spécifique ;
- à défaut, il convient de se reporter à une évaluation (Avis Technique ou DTA) ou de disposer d'une étude spécifique sur l'utilisation de ce procédé de plafond en regard de l'exigence de bon comportement sous séisme.

Rappel : les valeurs de h_{lim} et m_{lim} sont données ci-après (Tableau 42).

Familles d'éléments non structuraux du cadre bâti	Domaine d'application par famille
Cloisons et doublages	<ul style="list-style-type: none"> • $h_{lim} = 3,5$ m • $m_{lim} = 25$ kg/m²
Plafonds suspendus	Plafonds suspendus à l'aide d'une ossature : <ul style="list-style-type: none"> • $h_{lim} = 3,5$ m • $m_{lim} = 25$ kg/m² Plafonds suspendus par système d'accroche non rigide : tous les éléments de cette famille doivent faire l'objet d'une analyse sismique ($h_{lim} = 0$ m ; $m_{lim} = 0$ kg/m ²)

▲ **Tableau 42** : Valeurs de h_{lim} et de m_{lim} des plafonds et cloisons sous sollicitations sismiques



Fiche 7 – Principes de mise en œuvre de l'isolation thermique dans les combles aménagés : cas de l'isolation thermique des pieds-droits



Il est important de respecter scrupuleusement les règles de l'art de mise en œuvre pour permettre d'atteindre dans l'ouvrage fini les performances déclarées et/ou certifiées des isolants.

Cette fiche complète, lorsque nécessaire, les indications des fiches de procédé d'isolation des plafonds horizontaux et inclinés [FICHE 4], [FICHE 5] et [FICHE 6].

Complexes d'isolation thermique (plaque-isolant) collés ou fixés mécaniquement

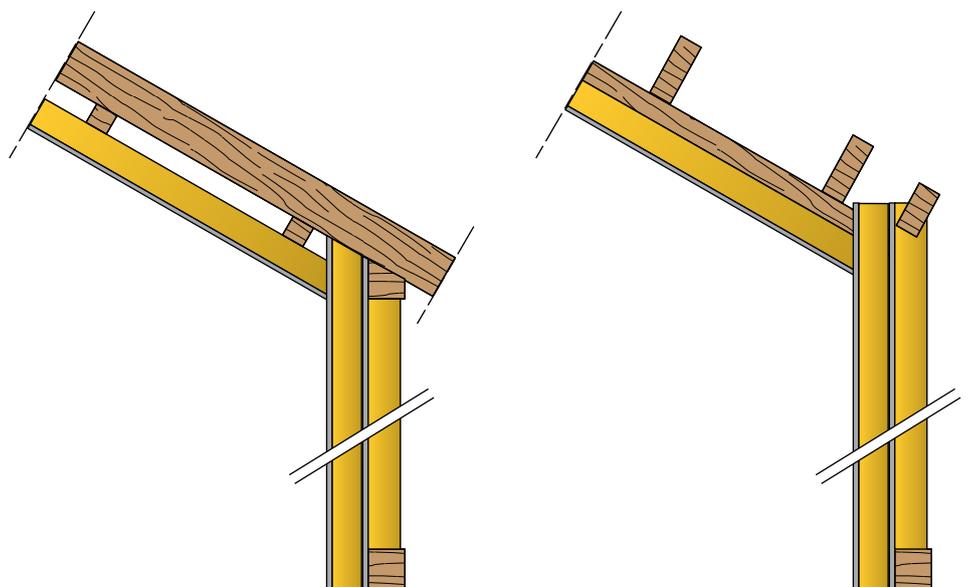
Le procédé est visé par la norme NF DTU 25.42 P1-1.

Dans le cas de doublage de pieds droits en charpente bois, la pose est de type perpendiculaire (panneaux de complexes verticaux vissés sur ossature secondaire horizontale) et la mise en œuvre respecte les dispositions en plafond décrites dans la [FICHE 6]. Elle est conforme aux dispositions de l'article 7.2.2 de la norme NF DTU 25.42 P1-1.

Dans le cas de doublage de pieds droits maçonnés ou béton, la pose peut être réalisée soit par collage, soit par fixation mécanique. La mise en œuvre est décrite dans la [FICHE 8]. Elle est conforme aux dispositions de l'article 7.2.2 de la norme NF DTU 25.42 P1-1.

Sandwiches d'isolation thermique (plaque-isolant-plaque) fixés sur ossature bois

Le procédé est visé par la norme NF DTU 25.42 P1-1. La pose en pied-droit est décrite dans la [FICHE 6] et la [FICHE 14] concernant les sandwichs de doublage plaques de plâtre isolant vissés sur ossature bois ou métal.



▲ Figure 71 : Exemple de mise en œuvre de sandwichs en applique en pied-droit

Lorsque les pieds-droits ont une hauteur libre limitée à 1,70 m, les sandwichs sont fixés en applique par vissage en pied et en tête, sur une ossature comportant une lisse haute et une lisse basse. L'épaisseur du panneau sandwich doit être au moins égale à 60 mm. Une clavette d'épaisseur égale à celle de l'isolant est disposée à mi-hauteur et solidarisée aux parements par vissage de part et d'autre du joint vertical entre panneaux.

L'étanchéité à l'air et la continuité de l'isolation thermique des pieds-droits doivent être assurées :

- en tête des panneaux sandwichs par injection de mousse de polyuréthane par exemple et traitement des cueillies par bande et enduit ;
- en pied des panneaux sandwichs par injection de mousse de polyuréthane ou insertion de bandes de laine minérale et pose d'un joint mastic entre le parement et le sol. Dans le cas de pose sur sol brut, une feuille de polyéthylène doit être mise en place afin de protéger le pied des panneaux.

Lorsque les pieds-droits ont une hauteur supérieure à 1,70 m, l'ouvrage est considéré comme une contre-cloison. La pose est décrite dans la [FICHE 14] concernant les sandwichs de doublage plaque de plâtre-isolant vissés sur ossature bois ou métal.

Contre-cloisons plaques de plâtre sur ossature bois ou métallique, avec isolant

Selon les montages, les principes de mise en œuvre en pied-droit sont décrits dans les fiches de parois verticales suivantes :

- [FICHE 9] : panneaux et rouleaux de laine minérale avec parement plaques de plâtre sur ossature métallique verticale avec appuis intermédiaires clipsés en doublage de murs béton ou maçonnés ;



- [FICHE 10] : panneaux et rouleaux de laine minérale avec parement plaques de plâtre sur ossature métallique verticale sans appuis intermédiaires en doublage de murs béton ou maçonnés ;
- [FICHE 11] : panneaux et rouleaux de laine minérale avec parement plaques de plâtre sur ossature bois en doublage de murs béton ou maçonnés (DTU 25.41) ;
- [FICHE 12] : contre-cloisons avec membrane d'étanchéité sur ossature métallique en doublage de murs béton ou maçonnés.

Le procédé de fixation des plaques de plâtre verticales sur ossature horizontale solidarisée avec la charpente relève de la procédure d'Avis Techniques ou de DTA.

Contre-cloisons maçonnées (briques, blocs béton, béton cellulaire, carreaux de plâtre) avec isolant

Les dispositions de mise en œuvre des contre-cloisons maçonnées en pied-droit sont décrites :

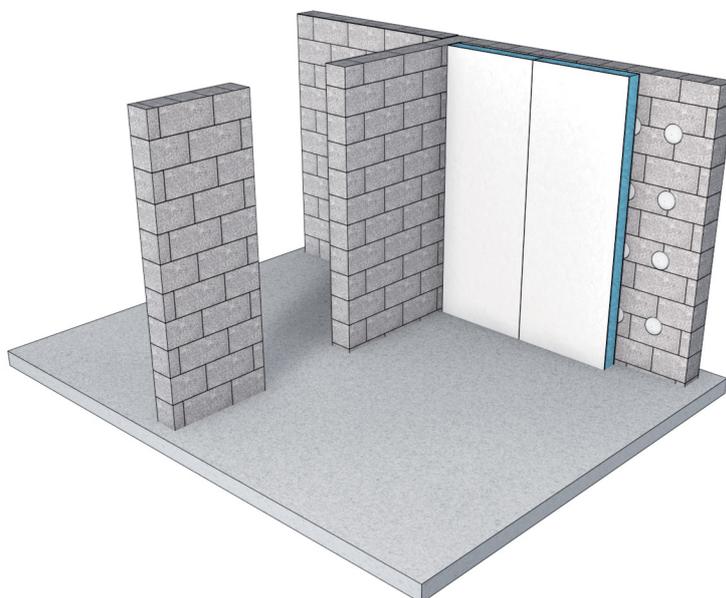
- soit dans les normes NF DTU les concernant :
 - NF DTU 20.13 : blocs de béton, éléments en béton cellulaire autoclavé, briques de terre cuite ;
 - NF DTU 25.31 : carreaux de plâtre ;
- soit dans des Avis Techniques ou des DTA.

Ces procédés sont développés dans la [FICHE 14].

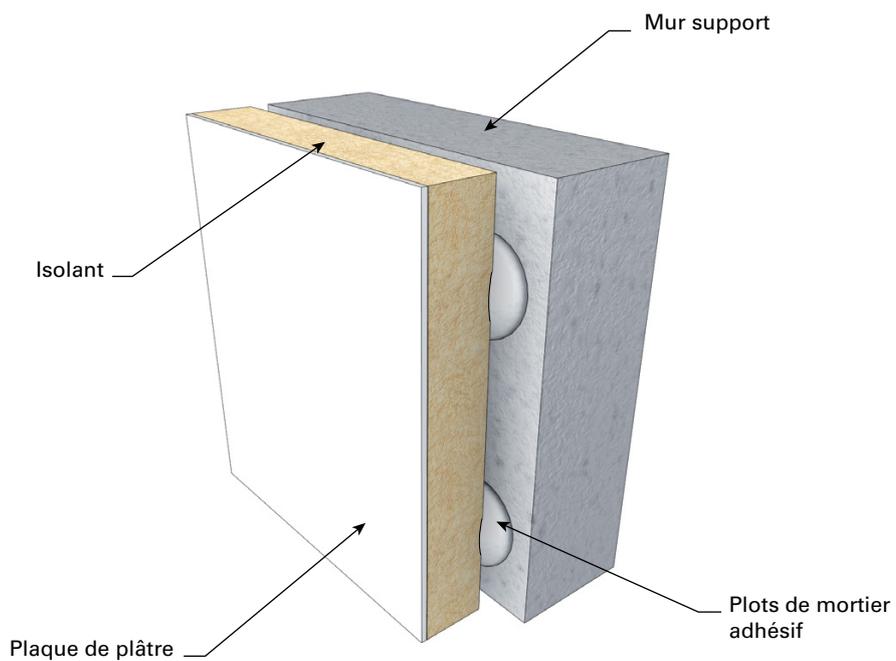
Fiche 8 – Principes de mise en œuvre de l'isolation thermique des parois verticales : cas des complexes d'isolation thermique (plaque-isolant) collés ou fixés mécaniquement sur mur béton ou maçonneré



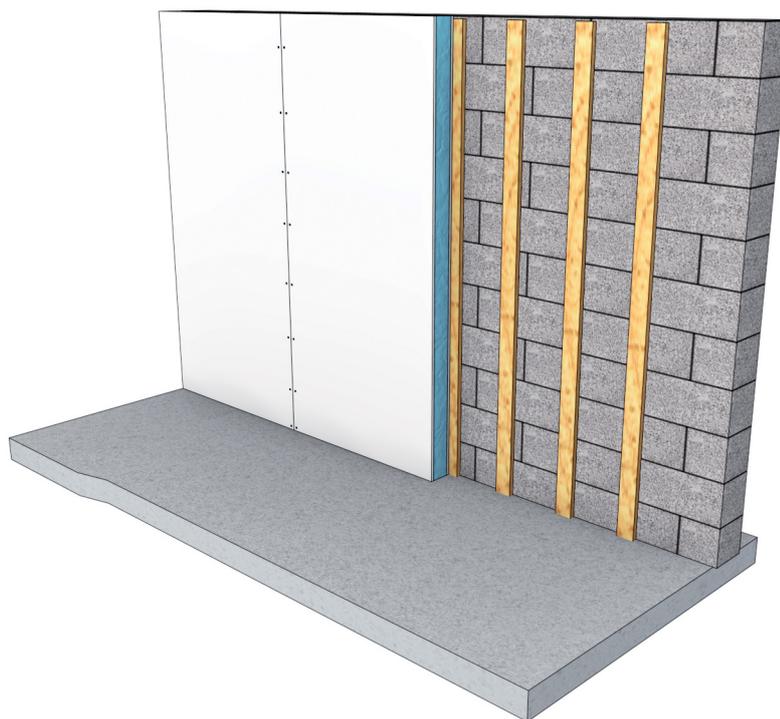
Il est important de respecter scrupuleusement les règles de l'art de mise en œuvre pour permettre d'atteindre dans l'ouvrage fini les performances déclarées et/ou certifiées des isolants.



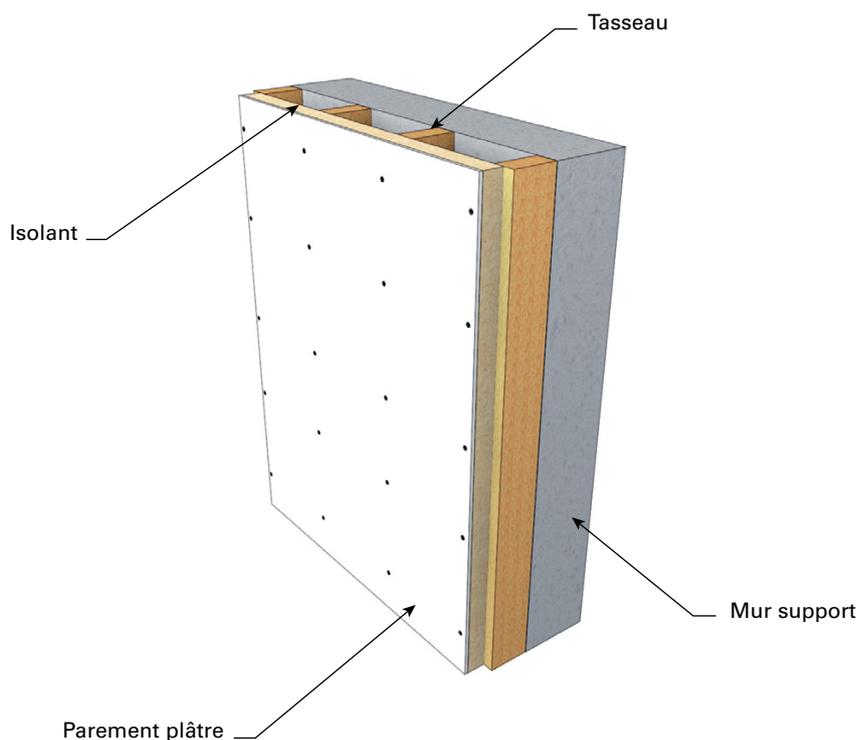
▲ Figure 72 : Pose collée de complexes de doublage plaques de plâtre et isolant : vue d'ensemble



▲ Figure 73 : Détail sur plots de mortier adhésif



▲ Figure 74 : Pose vissée sur ossature bois verticale de complexes de doublage plaques de plâtre et isolant



▲ Figure 75 : Détail d'implantation des vis de fixation

Description succincte

Le doublage de mur est constitué de complexes d'isolation thermique (plaques-isolant) collés ou fixés mécaniquement sur une paroi support.

L'emploi de la fixation mécanique est limité aux complexes d'épaisseur inférieure ou égale à 80 mm.

L'entraxe maximal des ossatures verticales (pose parallèle) est de 0,40 m.

Les complexes sont obtenus par collage d'un panneau isolant sur une plaque de plâtre revêtue ou non d'un pare-vapeur.

Les isolants associés sont des laines minérales (verre ou roche), des polystyrènes expansés rigides ou élastifiés, des polystyrènes extrudés et du polyuréthane.

Statut et référentiels des produits et du procédé

Le procédé est traditionnel et sa mise en œuvre est décrite dans la norme NF DTU 25.42 « Ouvrages de doublage et habillage en complexes et sandwichs plaques de plâtre et isolant »

Si les produits, la configuration ou la mise en œuvre diffèrent des dispositions décrites dans le DTU visé ci-dessus, ces produits font l'objet d'Avis Techniques.

Les constituants utilisés, les complexes, les enduits de traitements des joints et des vis sont visés par des normes et sont identifiables par un marquage CE ainsi que, pour la plupart d'entre eux, par des marques de qualité (voir [ANNEXE A] : statut actuel des techniques d'isolation thermique par l'intérieur).



Les tasseaux bois doivent avoir une durabilité naturelle ou conférée compatible avec une utilisation en classe d'emploi 3a selon la norme FD P 20-651.

La durabilité naturelle du bois est définie par référence à la norme NF EN 350-2.

Pour les bois à durabilité conférée, les exigences de pénétration et de rétention doivent être conformes aux prescriptions de la norme NF B 50-105-3.

Parements dans les locaux humides

Dans les locaux classés EB+ privés (salles de bains, douches), les plaques de plâtre doivent être de type H1 (plaques hydrofugées) et le traitement des joints réalisé à l'aide d'enduits hydrofugés. Les rebouchages sont réalisés avec des mortiers ou des enduits hydrofugés. À défaut de recours à des enduits hydrofugés, des protections à l'eau sous carrelage doivent être mises en œuvre dans les zones d'aspersion.

Excepté dans les locaux classés EA, le pied des complexes de doublage doit être protégé afin d'éviter les remontées capillaires.

Les dispositions constructives sont détaillées plus loin (cf. 9.4.4.).

Pour les autres locaux humides, des produits et des dispositions particulières sont à prévoir (cf. DTA).

Valeurs tabulées des ponts thermiques intégrés

- Complexes collés : pas de ponts thermiques intégrés.
- Complexes vissés : ponts thermiques dus aux fixations par vissage sur tasseaux bois.

Pour $\chi_{\text{fixation complexe}}$ (W/K), la valeur de ponts thermiques intégrés de la paroi étudiée est de 0,009.

Exemples d'application

Exemple 1 : complexe collé avec un parement intérieur en plaque de plâtre de 12,5 mm

		Conductivité thermique de l'isolant (W/[m.K])					
		0,025	0,030	0,035	0,040	0,045	0,050
Épaisseur de l'isolant (mm)	80	3,25	2,72	2,34	2,05	1,83	1,65
	100	4,05	3,38	2,91	2,55	2,27	2,05
	120	4,85	4,05	3,48	3,05	2,72	2,45
	140	5,65	4,72	4,05	3,55	3,16	2,85

▲ Tableau 43 : Résistance thermique d'un complexe isolant collé

Exemple 2 : complexe fixé mécaniquement tous les 30 cm sur tasseaux verticaux espacés de 0,40 m

Hypothèses :

Entraxe des tasseaux bois verticaux	0,4 m
Densité des fixations ponctuelles (vis)	8,4 m ²
Résistance thermique R du revêtement intérieur plaque BA13	0,05 m ² .K/W

		Conductivité thermique de l'isolant (W/[m.K])					
		0,025	0,030	0,035	0,040	0,045	0,050
Épaisseur de l'isolant (mm)	40	1,41	1,20	1,05	0,93	0,84	0,77
	60	1,99	1,71	1,50	1,34	1,20	1,10
	80	2,52	2,17	1,91	1,71	1,55	1,41

▲ **Tableau 44** : Résistance thermique d'un complexe isolant fixé mécaniquement (m².K/W)

Risques de condensation

Les complexes et sandwichs ont été classés en trois catégories P1, P2 et P3 en fonction de la perméance à la vapeur d'eau des produits.

Ce classement dépend :

- de la nature de l'isolant ;
- de l'épaisseur de l'isolant pour les isolants en plastique alvéolaire : polystyrène expansé, extrudé, mousse de polyuréthane ;
- de la présence ou non d'un pare-vapeur sur la plaque de plâtre.

Destination des complexes marqués P1, P2 et P3 :

- Complexes marqués P1 : généralement destinés aux murs en maçonnerie ou en béton situés en dehors des zones très froides et dont la résistance thermique est supérieure ou égale à 0,086 m².K/W).
- Complexes marqués P2 : généralement destinés aux murs en béton d'épaisseur inférieure à 15 cm et dont la résistance thermique est inférieure à 0,086 m².K/W.
- Complexes avec pare-vapeur marqués P3 : destinés aux murs en maçonnerie ou en béton situés en zones très froides (température de base inférieure à - 15 °C ou par une altitude supérieure ou égale à 900 m) ou aux murs de locaux dont la destination rend nécessaire la présence d'un pare-vapeur (cf. norme NF DTU 25.42)

Le (Tableau 45) issu de l'article 4.5 « Condensations dans l'épaisseur — emploi des complexes et sandwichs dans les locaux » de la norme NF DTU 25.42 P1-1, définit le domaine d'emploi des complexes dans les locaux courants (habitation, bureaux, etc.), en fonction des risques de condensation. Pour les locaux à forte hygrométrie tels que certains locaux industriels, locaux sanitaires de collectivités, laverie, etc., on se réfère aux règles définies dans le DTU 20.1.

Note

En l'absence de traitement dans ce tableau du cas particulier des parois intérieures séparant un local chauffé d'un local non chauffé, il est proposé d'admettre que des complexes marqués P2 conviennent lorsque le complexe est positionné du côté local chauffé.

Étanchéité à l'air

L'acceptation des supports ayant permis de recenser les défauts d'étanchéité à l'air de la paroi à doubler, il convient d'y remédier avant la mise en œuvre de l'isolant.

On veillera particulièrement à l'étanchéité à l'air en pied des doublages, des traversées ainsi que des jonctions entre les menuiseries extérieures et la paroi à doubler.

Dispositions concernant l'étanchéité à l'air des complexes :

- jonction en tête (sous dalle et sous plafond plaques de plâtre) ;
- jonction en pied (sur sol brut et sur sol fini) ;
- jonction avec les menuiseries extérieures et les volets roulants ;
- passage de canalisations, boîtiers électriques.

Le passage des gaines et des canalisations électriques doit être effectué avant la pose du parement.

Ces dispositions sont détaillées au § « Liaisons et points singuliers à traiter » (cf. 9.4.).

Isolation acoustique

L'installation de complexes thermo-acoustiques (avec isolant en laine minérale ou en polystyrène expansé élastifié) n'est pas susceptible de dégrader le confort acoustique des locaux. Dans la plupart des cas, ces complexes amélioreront l'isolement acoustique aux bruits aériens des parois existantes et réduiront les transmissions acoustiques latérales entre locaux juxtaposés ou superposés. *A contrario*, les complexes dont l'isolant est à base de mousse alvéolaire rigide (PU, PSE, XPS, etc.) pourront dégrader les transmissions latérales, donc l'isolement acoustique entre logements juxtaposés ou superposés.

Il est donc recommandé de mettre en œuvre dans ce cas des complexes de doublage intérieur de type thermo-acoustique qui ne dégraderont pas l'isolement entre pièces et qui, si possible, l'amélioreront.

Stabilité et durabilité

Résistance aux chocs de corps mous

Tous les produits visés par la norme NF DTU 25.42 satisfont aux exigences requises pour les énergies de chocs de 60, 120 et 240 joules.



Résistance aux chocs de corps durs

Les dispositions sont les suivantes :

- applications courantes : plaques de plâtre de type A (standard) présentant un diamètre d'empreinte laissé par une bille d'acier de 500 g d'une hauteur de chute de 0,50 m : 20 mm maximum.
- zones particulièrement exposées aux chocs durs (escaliers, dégagements, circulations communes, etc.) : plaques de plâtre de type I (plaques haute dureté) présentant un diamètre d'empreinte laissé par une bille d'acier de 500 g d'une hauteur de chute de 0,50 m : 15 mm maximum.

Sécurité incendie

Le type et l'épaisseur des parements des complexes de doublage dépendent de la destination des bâtiments.

Les dispositions correspondantes sont définies :

- pour les bâtiments d'habitation dans le « Guide de l'isolation thermique par l'intérieur des bâtiments d'habitation du point de vue des risques en cas d'incendie » (*e-Cahier du CSTB* n° 3231, de juin 2000) ; la plaque de plâtre du complexe de doublage doit avoir une épaisseur minimale de 9,5 mm (BA10) quelle que soit la nature de l'isolant visé par le guide ;
- pour les établissements recevant du public dans l'annexe II « Guide d'emploi des isolants combustibles dans les ERP » de l'article AM8 de l'arrêté du 6 octobre 2004. La plaque de plâtre du complexe de doublage doit avoir une épaisseur minimale de 12,5 mm (BA13) lorsque l'isolant associé est combustible (classement inférieur à A2, s2, d0, cas des isolants alvéolaires). De plus, la hauteur maximale des doublages à base d'isolant alvéolaire est limitée à 4 m et, en cas de superposition de panneaux, un tasseau bois interrompant la lame d'air doit être systématiquement disposé à la jonction entre les panneaux et être fixé mécaniquement au support.

Dans le cas de complexes de doublage en laine minérale (classement minimal A2, s2, d0), une épaisseur de plaque de plâtre de 9,5 mm suffit si une autre exigence que le comportement au feu ne requiert pas une épaisseur supérieure.



Comportement sismique

Du fait de sa catégorie et de sa localisation, le bâtiment doit ou non faire l'objet de vérifications parasismiques sur la structure.

Lorsque les vérifications sont nécessaires et suivant les caractéristiques et les dispositions de mise en œuvre du procédé d'isolation thermique par l'intérieur (masse et hauteur) :

- si celles-ci sont inférieures à celles indiquées (cf. 8.9.) et rappelées ci-après, il n'y a pas lieu d'effectuer de vérifications parasismiques spécifiques pour le procédé d'isolation thermique par l'intérieur ;
- dans le cas contraire, il convient de se reporter à une évaluation (Avis Technique ou DTA) ou à une étude spécifique sur l'utilisation de ce procédé d'isolation thermique par l'intérieur au regard de la contrainte sismique du projet concerné.

Rappel : les valeurs de h_{lim} et m_{lim} sont données ci-après (Tableau 46) :

Familles d'éléments non structuraux du cadre bâti	Domaine d'application par famille
Cloisons et doublages	<ul style="list-style-type: none"> • $h_{lim} = 3,5$ m • $m_{lim} = 25$ kg/m²

▲ Tableau 46 : valeurs de h_{lim} et de m_{lim} des cloisons et doublages sous sollicitations sismiques

Tableau 45 : Tableau d'emploi des complexes en fonction des risques de condensation (NF DTU 25.42 P1-1)

Référence	Épaisseur Isolant (en mm)	Marquage*	Pose	Supports neufs possibles Types de murs obtenus				Application sur murs anciens
				Maçonnerie NF DTU 20.1	Béton e ³ 15 cm NF DTU 23.1	Béton préfabriqué NF DTU 22.1	Pose en zones très froides	
complexe sans pare-vapeur	20 ≤ e ≤ **	P1	Collée sans cales	Oui type IIa	Oui type II	Non	Non	Non
			Sur tasseaux ou collée avec cales	Oui type IIb	Oui type II	Non	Non	Oui sur tasseaux de classe d'emploi minimale 3a***
Complexe sans pare-vapeur	** < e ≤ 120 *** < e ≤ 140	P2	Collée sans cales	Oui type IIa	Oui type II	Oui	Non	Non
			Sur tasseaux ou collée avec cales	Oui type IIb	Oui type II	Oui	Non	Oui sur tasseaux de classe d'emploi minimale 3a***
Complexe avec pare-vapeur	20 ≤ e ≤ 120 20 ≤ e ≤ 140	P3	Collée sans cales	Oui type IIa	Oui type II	Oui	Oui	Oui ou sur paroi revêtue d'enduit plâtre
			Sur tasseaux ou collée avec cales	Oui type IIb	Oui type II	Oui	Oui	Oui ou sur paroi revêtue d'enduit au plâtre

* Classe de perméance : le marquage figure, sous forme codée, l'indication de la nature de l'isolant (cf. tableau informations utiles complémentaires figurant au verso du certificat CSTBât).

** La limite d'épaisseur varie selon la nature et la perméance de l'isolant (cf. tableau informations utiles complémentaires figurant au verso du certificat CSTBât).

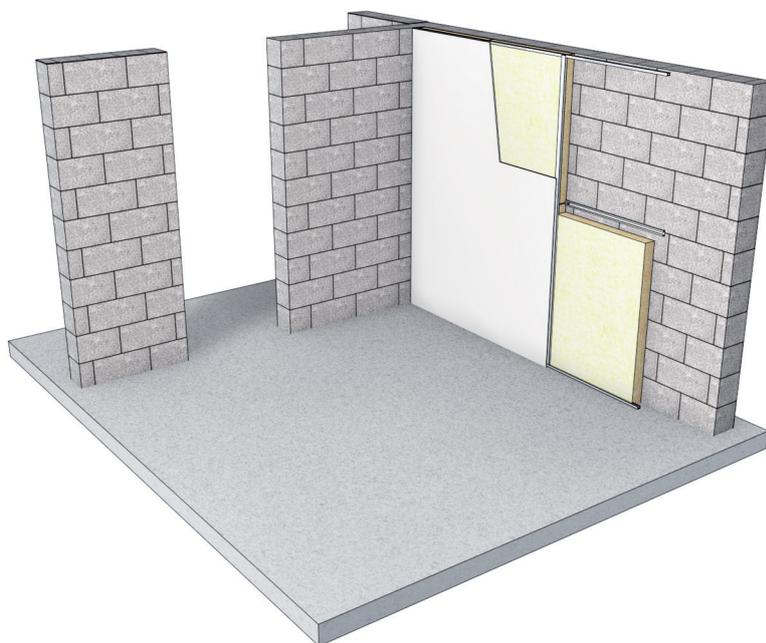
*** Les tasseaux bois doivent avoir une durabilité naturelle ou conférée compatible avec une classe d'emploi 3a selon le fascicule de documentation FDP 20-651. Les niveaux de durabilité naturelle des bois sont définie en fonction de leur essence, par la norme NF EN 350-2 (Exemple, douglas pugié d'aubier pour classe d'emploi 3a). Les traitements (bac, autoclave) des bois à durabilité conférée, doivent répondre à des exigences de pénétration et de rétention conformes aux prescriptions de la norme NF B 50-105-3.



Fiche 9 – Contre-cloisons avec parement en plaques de plâtre et panneaux ou rouleaux de laine minérale² sur ossature métallique avec appuis intermédiaires clipsés, en doublage de mur béton ou maçonné (NF DTU 25.41)

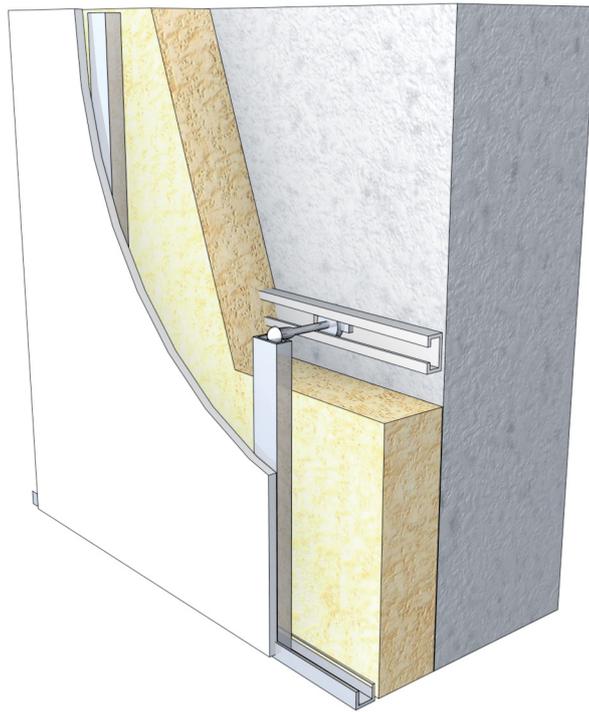


Il est important de respecter scrupuleusement les règles de l'art de mise en œuvre pour permettre d'atteindre dans l'ouvrage fini les performances déclarées et/ou certifiées des isolants.

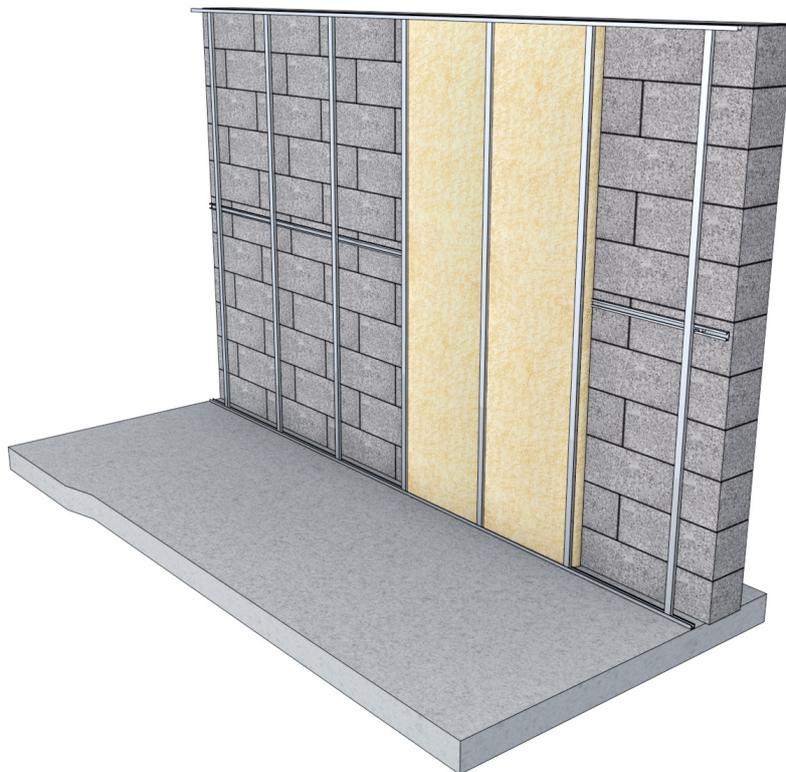


▲ **Figure 76** : Exemple de configuration de contre-cloison en plaques de plâtre sur fourrures métalliques verticales avec appuis intermédiaires (cas C, article 6.4 de la norme NF DTU 25.41)

■ ² D'autres isolants peuvent être utilisés mais nécessitent une évaluation technique (DTA) ou une étude de faisabilité.



▲ Figure 77 : Détail au droit d'un appui intermédiaire



▲ Figure 78 : Ossature de la contre-cloison et isolant monocouche



Description succincte

Ce procédé d'isolation thermique par l'intérieur consiste à mettre en œuvre sur la paroi verticale à doubler une couche d'isolant en panneaux rigides ou semi-rigides maintenus en place par l'ossature de la contre-cloison. Le parement est constitué d'une ou de deux plaques de plâtre vissées sur des fourrures métalliques verticales, emboîtées haut et bas sur des rails coulisses fixés sur le support et clipsés à mi-hauteur sur des appuis intermédiaires fixés sur la paroi à doubler. L'entraxe des fourrures est généralement de 0,60 m. Il est réduit à 0,40 m dans les pièces humides pour augmenter la raideur du doublage sous carrelage.

Si un pare-vapeur est nécessaire, celui est collé au dos de la plaque de plâtre ou déroulé sur l'ossature avant la fixation du parement.

Le panneau isolant, de type rigide ou semi-rigide, sera découpé à la hauteur de la paroi plus 1 cm, cette disposition permettant de maintenir légèrement comprimé l'isolant entre le sol et le plafond. L'isolant est ensuite embroché sur les appuis intermédiaires.

Il est admis une compression locale de l'isolant de 10 % maximum au droit des fourrures.

Statut et référentiels des produits et du procédé

Le procédé est traditionnel et sa mise en œuvre est décrite dans la norme NF DTU 25.41 « Ouvrages en plaques de plâtre – Plaques à faces cartonnées » (configuration C de l'article 6.4.3) pour une hauteur maximale de 2,70 m et un domaine d'emploi limité aux locaux résidentiels ou assimilés (cas A).

Au-delà de cette hauteur, ou pour d'autres utilisations, les dispositions de mise en œuvre et les produits utilisés sont visés dans des DTA.

Les constituants utilisés, les éléments d'ossatures, les plaques de plâtre, les enduits de traitement des joints, les vis et les isolants sont visés par des normes et sont identifiables par un marquage CE ainsi que, pour la plupart d'entre eux, par des marques de qualité (voir [ANNEXE A]).

Parements dans les locaux humides

Dans les locaux classés EB+ privés (salles de bains, douches), les plaques de plâtre doivent être de type H1 (plaques hydrofugées) et le traitement des joints réalisé à l'aide d'enduits hydrofugés. Les rebouchages sont réalisés avec des mortiers ou des enduits hydrofugés. À défaut de recours à des enduits hydrofugés, des protections à l'eau sous carrelage doivent être mises en œuvre dans les zones d'aspersion.

Excepté dans les locaux classés EA, le pied des contre-cloisons doit être protégé afin d'éviter les remontées capillaires.

Les dispositions constructives sont détaillées plus loin (cf. 9.4.4.).

Pour les autres locaux humides, des produits et des dispositions particulières sont à prévoir (cf. DTA).

Valeurs tabulées des ponts thermiques intégrés

Épaisseur d'isolant (mm)		100	200
Fourrure verticale	ψ_{rail} (W/[m.K])	0,005	0,002
Appui intermédiaire en acier	χ_{appui} (W/K)	0,04	0,03
Appui intermédiaire en plastique	χ_{appui} (W/K)	0,00	0,00

▲ **Tableau 47** : Ponts thermiques intégrés : procédé de plaque sur ossature (source : Th-Bât)

Exemples d'application

Exemple 1 : appuis intermédiaires en acier

Hypothèses :

Appuis en acier	
Pas de compression de l'isolant par les fourrures verticales	
Entraxe des rails et coulisses horizontaux	2,5 m
Densité d'appuis intermédiaires	1 m ² (dans le cas d'entraxe de rails verticaux de 0,4 m) 0,67 m ² (dans le cas d'entraxe de rails verticaux de 0,6 m)
Résistance thermique R du parement plaques de plâtre BA13	0,05 m ² .K/W

Conductivité thermique utile de l'isolant (W/[m.K])		0,030		0,040		0,050	
		0,4 m	0,6 m	0,4 m	0,6 m	0,4 m	0,6 m
Épaisseur de l'isolant (mm)	80	2,51	2,62	1,98	2,05	1,65	1,70
	100	3,03	3,18	2,39	2,49	1,99	2,06
	120	3,55	3,74	2,80	2,92	2,33	2,41
	140	4,06	4,29	3,21	3,36	2,66	2,77

▲ **Tableau 48** : Résistances thermiques de la contre-cloison étudiée (m².K/W)

Exemple 2 : appuis intermédiaires en plastique

Hypothèses :

Appuis en plastique	
Cas avec et sans compression de l'isolant par les fourrures verticales d'épaisseur 28 mm	
Entraxe du rail des fourrures verticales	0,4 ou 0,6 m
Entraxe des rails coulisses horizontaux	2,5 m
Densité d'appuis	1 m ² (dans le cas d'entraxe de rails verticaux de 0,4 m) 0,67 m ² (dans le cas d'entraxe de rails verticaux de 0,6 m)
Résistance thermique R du parement plaques de plâtre BA13	0,05 m ² .K/W



Conductivité thermique utile de l'isolant (W/[m.K])		0,030		0,040		0,050	
		Sans compression	Avec compression par les rails verticaux**	Sans compression	Avec compression par les rails verticaux**	Sans compression	Avec compression par les rails verticaux*
Épaisseur de l'isolant (mm)	80	2,86	2,70	2,21	2,04	1,81	1,64
	100	3,52	3,36	2,70	2,54	2,21	2,04
	120	4,19	4,02	3,20	3,03	2,61	2,44
	140	4,85	4,68	3,70	3,53	3,00	2,84

* Les exemples sans compression sont valables quel que soit l'entraxe des rails verticaux. Les exemples avec compression sont valables pour un entraxe de rails verticaux de 0,6 m. La compression est égale à l'épaisseur des fourrures, soit 18 mm.

▲ **Tableau 49** : Résistances thermiques de la contre-cloison étudiée (m².K/W)

Risques de condensation (murs béton et murs maçonnés)

Les isolants visés étant classés non hydrophiles, tous les types de murs de façade sont compatibles avec ce procédé d'isolation thermique par l'intérieur, à savoir :

- murs en béton banché (DTU 23.1) de type I, II, III et IV en fonction de leur résistance à la pénétration de la pluie ;
- murs maçonnés (pierre, brique, blocs de béton) avec ou sans enduit extérieur (DTU 20.1) de type I, IIa, IIb, III et IV en fonction de leur résistance à la pénétration de la pluie.

Note

En cas d'emploi d'isolant hydrophile (isolants d'origine végétale), les DTA précisent les types de murs visés ainsi que les dispositions concernant le pare-vapeur.

Étanchéité à l'air

L'acceptation des supports ayant permis de recenser les défauts d'étanchéité à l'air de la paroi existante, il convient d'y remédier avant la mise en œuvre de l'isolant. On veillera particulièrement à l'étanchéité à l'air des traversées ainsi qu'au niveau des jonctions entre les menuiseries extérieures et la paroi à doubler.

Les dispositions à prendre concernant l'étanchéité à l'air des contre-cloisons en plaques de plâtre concernent les points suivants :

- jonction en tête (sous plancher, sous plafond et rampant en plaques de plâtre) ;
- jonction en pied (sur sol brut et sur sol fini) ;
- incorporation d'équipements électriques ;
- jonction avec les menuiseries extérieures :
 - avec pose feuillure,

- avec pose en ébrasement ;
- jonction avec menuiserie bois à recouvrement ;
- jonction avec les coffres de volets roulants ;
- incorporation d'équipements électriques.

Ces dispositions sont détaillées au § « Liaisons et points singuliers à traiter » (cf. 9.4.).

Isolation acoustique

L'installation de contre-cloisons, avec appuis intermédiaires, en plaques de plâtre avec isolant en laine minérale n'est pas susceptible de dégrader le confort acoustique des locaux. Dans la plupart des cas, ces contre-cloisons amélioreront l'isolement acoustique aux bruits aériens des parois existantes et réduiront les transmissions acoustiques latérales entre locaux juxtaposés ou superposés. La performance acoustique de ces procédés sera d'autant plus importante que le parement sera lourd, que l'espace entre le mur et le parement sera important et que le nombre d'appuis intermédiaires sera faible (et/ou souple).

Il convient cependant de noter que l'amélioration de l'isolement acoustique des façades (principalement apporté par le remplacement des menuiseries) pourra, en réduisant le niveau des bruits extérieurs perçus dans un local, accentuer la perception des bruits intérieurs qui auraient été initialement masqués par les bruits extérieurs. L'aptitude de ces systèmes à diminuer les transmissions latérales pourra limiter cet effet sans toutefois le faire disparaître.

Stabilité et durabilité

Résistance aux chocs de corps mous

- cas A : l'emploi dans des logements individuels (maisons individuelles, parties privatives des logements collectifs) et dans les bureaux dont les chocs d'occupation ne sont pas supérieurs à ceux des logements est autorisé jusqu'à une hauteur maximale de 2,70 m après fixation d'une fourrure horizontale à mi-hauteur de la paroi et à 1,35 m maximum du sol. L'entraxe des fourrures verticales est de 0,60 m maximum (DTU 25.41, art. 6.4.3.2).

Les autres configurations non visées dans la norme NF DTU 25.41 font l'objet de DTA auxquels il convient de se reporter.

- attention pour le cas B : les emplois autres que ceux visés dans le cas A ne sont pas autorisés pour ce type de contre-cloisons. Ce domaine d'emploi nécessite des dispositions particulières qui sont visées dans les DTA auxquels il convient de se reporter (mise en place de feuillard, réduction des entraxes, etc.).



Résistance aux chocs de corps durs

- applications courantes : plaques de plâtre de type A (diamètre d'empreinte laissé par une bille de 500 g d'une hauteur de chute de 0,50 m : 20 mm maximum).
- zones particulièrement exposées aux chocs durs (escaliers, dégagements, circulations communes, etc.) : plaques de plâtre de type I (plaques haute dureté présentant un diamètre d'empreinte laissé par une bille d'acier de 500 g d'une hauteur de chute de 0,50 m : 15 mm maximum).

Comportement aux pressions réparties (effets du vent)

La hauteur maximale des contre-cloisons visées par la norme NF DTU 25.41 tient compte des effets de pression due au vent dans les locaux visés par le cas A.

Au-delà de cette hauteur, ou pour d'autres applications, il convient de se reporter aux dispositions particulières définies dans les DTA concernés.

Sécurité incendie

Réaction au feu

Les isolants combustibles (mousses alvéolaires, isolants d'origine végétale ou animale) doivent être protégés du feu par des parements remplissant un rôle d'écran.

Dans les bâtiments d'habitation comme dans les établissements recevant du public (ERP), les parements en plaques de plâtre d'épaisseur 12,5 mm fixés sur ossature métallique conviennent (dispositions constructives du guide d'emploi des isolants combustibles dans les logements, *e-Cahier du CSTB* n° 3231, juin 2000, et dispositions constructives, art. II-1.1.1. « Doublage des murs par l'intérieur » de l'annexe II « Guide d'emploi des isolants combustibles dans les ERP », article AM8 de l'arrêté du 6 octobre 2004).

Les isolants en laine minérale étant classés au moins A2, s2, d0 (ou M0), ils ne sont pas visés par les dispositions de ces guides.

Compte tenu de leur faible masse calorifique, les pare-vapeurs combustibles sont admis dans les contre-cloisons sans disposition particulière de protection.

Résistance au feu

Les contre-cloisons visées sont susceptibles d'améliorer la résistance au feu des parois. Il convient dans ce cas de se référer aux procès-verbaux de résistance au feu des parois doublées concernées et de respecter le descriptif des produits visés ainsi que les dispositions de mise œuvre définies dans ces documents.



Comportement sismique

Du fait de sa catégorie et de sa localisation, le bâtiment peut nécessiter une justification de son comportement vis-à-vis de l'action sismique.

Lorsque tel est le cas :

- si les caractéristiques et les dispositions de mise en œuvre du procédé de plafond (masse et hauteur) sont inférieures aux seuils indiqués (cf. 8.9.) et rappelées ci-après, il n'y a pas lieu d'effectuer de vérification parasismique spécifique ;
- à défaut, il convient de se reporter à une évaluation (Avis Technique ou DTA) ou de disposer d'une étude spécifique sur l'utilisation de ce procédé de plafond en regard de l'exigence de bon comportement sous séisme.

Rappel : les valeurs de h_{lim} et m_{lim} sont données ci-après (Tableau 50) :

Familles d'éléments non structuraux du cadre bâti	Domaine d'application par famille
Cloisons et doublages	<ul style="list-style-type: none"> • $h_{lim} = 3,5$ m • $m_{lim} = 25$ kg/m²

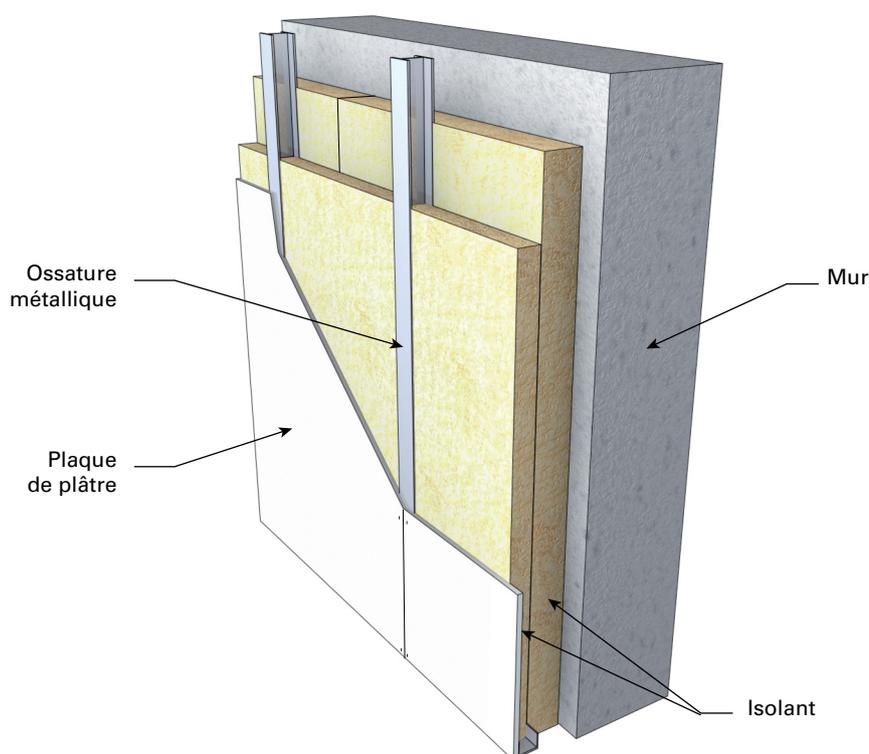
▲ **Tableau 50** : valeurs de h_{lim} et de m_{lim} des cloisons et doublages sous sollicitations sismiques



Fiche 10 – Contre-cloisons avec parement plaques de plâtre et panneaux ou rouleaux de laine minérale³, sur ossature métallique sans appui intermédiaire, en doublage de mur béton ou maçonné (NF DTU 25.41)



Il est important de respecter scrupuleusement les règles de l'art de mise en œuvre pour permettre d'atteindre dans l'ouvrage fini les performances déclarées et/ou certifiées des isolants.



▲ **Figure 79** : Exemple de configuration de doublage en plaques de plâtre sur ossature sans appui intermédiaire (configuration A, article 6.4.1 de la norme NF DTU 25.41)

Description

Ce procédé d'isolation thermique par l'intérieur consiste à mettre en œuvre sur la paroi verticale à doubler une ou deux couches d'isolant en panneaux ou en rouleaux rigides ou semi-rigides maintenus en place par l'ossature de la contre-cloison.

Le parement de la contre-cloison est constitué d'une ou de deux plaques de plâtre vissées sur des montants métalliques verticaux, emboîtées haut et bas sur des rails métalliques fixés sur le support. Les montants peuvent être simples ou doubles. Leur entraxe est

■ ³ D'autres isolants peuvent être utilisés mais nécessitent une évaluation technique (Document technique d'application) ou une étude de faisabilité.

généralement de 0,60 m. Il est réduit à 0,40 m dans les pièces humides pour augmenter la raideur du parement sous carrelage.

Lorsque l'isolant est constitué d'une seule couche, celle-ci est disposée entre la paroi à doubler et l'ossature de la contre-cloison. Lorsque l'isolant est constitué de deux couches, la première est disposée contre la paroi et la seconde entre les montants.

Si un pare-vapeur est nécessaire, celui-ci est collé au dos de la plaque de plâtre ou mis en œuvre conformément aux dispositions particulières prévues dans le DTA.

L'isolant sera découpé à la hauteur de la paroi plus 1 cm, cette disposition permettant de maintenir légèrement comprimé l'isolant entre le sol et le plafond.

Statut et référentiels des produits et du procédé

Le procédé est traditionnel et sa mise en œuvre est décrite dans la norme NF DTU 25.41 « Ouvrages en plaques de plâtre – Plaques à faces cartonnées » (configuration A, art. 6.4).

Si un produit (parement, ossature, isolant), une configuration ou une mise en œuvre différent des dispositions de cette norme, ils font l'objet d'Avis Techniques ou de DTA.

Les hauteurs limites des contre-cloisons avec montants sans appui intermédiaire sont données dans le (tableau 51) ci-après pour un entraxe de montants de 0,60 m (extrait de la norme NF DTU 25.41 art. 6.4.1 tableau 14).

Montants	Désignation selon EN 14195	Inerties (cm ⁴)	Configuration des montants disposés à entraxe 0,60 m	Hauteur maximale (m)
M 36/40	C 40/35/40	1,45	Simple	1,75
			Double	2,10
M 48/35	C 34/46/36	2,50	Simple	2,00
			Double	2,40
M 48/50	C 50/46/50	3,31	Simple	2,15
			Double	2,55
M 70/35	C 40/69/40	6,39	Simple	2,50
			Double	3,00
M 70/50	C 50/69/50	8,19	Simple	2,70
			Double	3,20
M 90/35	C 40/89/40	11,34	Simple	2,90
			Double	3,45
M 90/50	C 50/99/50	14,49	Simple	3,10
			Double	3,70
M 100/50	C 50/99/50	17,82	Simple	3,30
			Double	3,90

▲ Tableau 51 : Hauteurs maximales admissibles des contre-cloisons



L'annexe D de la norme NF DTU 25.41 précise les hypothèses et la méthode de calcul ayant permis d'établir le dimensionnement de ces contre-cloisons. Elle permet également de calculer les hauteurs maximales des contre-cloisons pour d'autres types de montants et d'autres entraxes.

Les constituants utilisés : éléments d'ossature, plaques de plâtre, enduits de traitements des joints, vis et isolants sont visés par des normes NF EN et sont identifiables par un marquage CE ainsi que, pour la plupart d'entre eux, par des marques de qualité (voir [ANNEXE A]).

Parements dans les locaux humides

Dans les locaux classés EB+ privés (salles de bains, douches), les plaques de plâtre doivent être de type H1 (plaques hydrofugées) et le traitement des joints réalisé à l'aide d'enduits hydrofugés. Les rebouchages sont réalisés avec des mortiers ou des enduits hydrofugés. À défaut de recours à des enduits hydrofugés, des protections à l'eau sous carrelage doivent être mises en œuvre dans les zones d'aspersion.

Excepté dans les locaux classés EA, le pied des contre-cloisons doit être protégé afin d'éviter les remontées capillaires.

Les dispositions constructives sont détaillées plus loin (cf. 9.4.4.).

Pour les autres locaux humides, des produits et des dispositions particulières sont à prévoir (cf. DTA).

Valeurs tabulées des ponts thermiques intégrés (cas des montants de 48 et 70)

Épaisseur de l'ossature (mm)	Épaisseur de l'isolant entre ossatures (mm)	Épaisseur d'isolant derrière les ossatures (mm)	Montant simple (W/(m.K))	Montant double (W/(m.K))
48	50	50	Non*	0,032
		110	Non*	0,012
70	70	50	0,027	0,042
		90	0,015	0,022

* Disposition non retenue car la hauteur maximale qui en découle est inférieure à 2,40 m en entraxe 40 cm.

▲ Tableau 52 : Ponts thermiques intégrés de la contre-cloison étudiée

Exemples d'application

Exemple 1 : montants simples 70, entraxe 0,40 m, deux couches d'isolant

Hypothèses :

Épaisseur d'isolant	120 à 160 mm
Entraxe des montants, montants simples	0,40 m
Résistance thermique R du parement plaques de plâtre BA13	0,05 m ² .K/W



Isolant		Conductivité thermique de l'isolant (W/(m.K))					
Épaisseur entre ossatures (mm)	Épaisseur derrière ossatures (mm)	0,025	0,030	0,035	0,040	0,045	0,050
70	50	3,53	3,07	2,72	2,44	2,22	2,03
	70	4,15	3,61	3,19	2,86	2,60	2,38
	90	4,83	4,20	3,71	3,32	3,01	2,75

▲ **Tableau 53** : Résistance thermique de la contre-cloison étudiée (m².K/W)

Exemple 2 : montants simples 70, entraxe 0,60 m, deux couches d'isolant

Hypothèses :

Épaisseur d'isolant	120 à 160 mm
Entraxe des montants, montants simples	0,60 m
Résistance thermique R du parement plaques de plâtre BA13	0,05 m ² .K/W

Isolant		Conductivité thermique de l'isolant (W/(m.K))					
Épaisseur entre ossatures (mm)	Épaisseur derrière ossatures (mm)	0,025	0,030	0,035	0,040	0,045	0,050
70	50	3,89	3,34	2,94	2,62	2,36	2,15
	70	4,55	3,92	3,44	3,06	2,76	2,52
	90	5,28	4,53	3,97	3,54	3,19	2,90

▲ **Tableau 54** : Résistance thermique de la contre-cloison étudiée (m².K/W)

Exemple 3 : montants doubles 48 et 70, entraxe 0,40 m, deux couches d'isolant

Hypothèses :

Épaisseur d'isolant	100 à 160 mm
Entraxe des montants, montants doubles	0,40 m
Résistance thermique du parement plaques de plâtre BA13	0,05 m ² .K/W

Isolant		Conductivité thermique de l'isolant (W/(m.K))					
Épaisseur d'isolant entre ossatures (mm)	Épaisseur d'isolant derrière ossatures (mm)	0,025	0,030	0,035	0,040	0,045	0,050
50	50	2,96	2,57	2,28	2,04	1,85	1,70
	70	3,62	3,14	2,77	2,49	2,25	2,06
	90	4,39	3,79	3,34	2,98	2,70	2,46
	110	5,34	4,57	4,01	3,56	3,21	2,92
70	50	3,08	2,72	2,43	2,20	2,02	1,86
	70	3,64	3,21	2,87	2,60	2,38	2,19
	90	4,29	3,77	3,37	3,04	2,78	2,55

▲ **Tableau 55** : Résistance thermique de la contre-cloison étudiée (m².K/W)



Exemple 4 : montants doubles, entraxe 0,60 m, deux couches d'isolant

Hypothèses :

Épaisseur d'isolant	100 à 160 mm
Entraxe des ossatures verticales. Montants doubles	0,60 m
Résistance thermique R du parement BA13	0,05 m ² .K/W

Isolant		Conductivité thermique de l'isolant (W/(m.K))					
Épaisseur entre ossatures (mm)	Épaisseur derrière ossatures (mm)	0,025	0,030	0,035	0,040	0,045	0,050
50	50	3,26	2,80	2,46	2,19	1,98	1,80
	70	3,96	3,40	2,98	2,65	2,39	2,18
	90	4,74	4,06	3,55	3,15	2,84	2,58
	110	5,66	4,82	4,19	3,71	3,33	3,02
70	50	3,51	3,06	2,71	2,43	2,21	2,02
	70	4,13	3,60	3,19	2,86	2,59	2,37
	90	4,83	4,20	3,71	3,32	3,01	2,75

▲ Tableau 56 : Résistance thermique de la contre-cloison étudiée (m².K/W)

Risques de condensation

Les isolants visés étant classés non hydrophiles, tous les types de murs de façade sont compatibles avec ce procédé d'isolation thermique par l'intérieur, à savoir :

- murs en béton banché (DTU 23.1) de type I, II, III et IV en fonction de leur résistance à la pénétration de la pluie ;
- murs maçonnés (pierre, brique, blocs de béton) avec ou sans enduit extérieur (DTU 20.1) de type I, IIa, IIb, III et IV en fonction de leur résistance à la pénétration de la pluie.

Note

En cas d'emploi d'isolant hydrophile (isolants d'origine végétale), les Avis Techniques précisent les types de murs visés.

Étanchéité à l'air

L'acceptation des supports ayant permis de recenser les éventuels défauts d'étanchéité à l'air de la paroi à doubler, il convient d'y remédier avant la mise en œuvre de l'isolant. On veillera particulièrement à l'étanchéité à l'air des traversées ainsi qu'au niveau des jonctions entre les menuiseries extérieures et la paroi à doubler.

Les dispositions à prendre concernant l'étanchéité à l'air des contre-cloisons en plaques de plâtre concernent les points suivants :

- jonction en tête (sous plancher, sous plafond et rampant en plaques de plâtre) ;
- jonction en pied (sur sol brut et sur sol fini) ;



- incorporations d'équipements électriques ;
- jonction avec les menuiseries extérieures :
 - avec pose en feuillure ,
 - avec pose en ébrasement ,
 - avec pose en tunnel affleurant côté intérieur ;
- jonction avec menuiserie bois à recouvrement ;
- jonction avec les coffres de volets roulants ;
- incorporations d'équipements électriques.

Ces dispositions sont détaillées au § « Liaisons et points singuliers à traiter » (cf. 9.4.).

Isolation acoustique

L'installation de contre-cloisons, avec appuis intermédiaires, en plaques de plâtre avec isolant en laine minérale n'est pas susceptible de dégrader le confort acoustique des locaux. Dans la plupart des cas, ces contre-cloisons amélioreront l'isolement acoustique aux bruits aériens des parois existantes et réduiront les transmissions acoustiques latérales entre locaux juxtaposés ou superposés. La performance acoustique de ces procédés sera d'autant plus importante que le parement sera lourd, que l'espace entre le mur et le parement sera important et que le nombre de fixations sera faible et/ou souple.

Stabilité et durabilité

Résistance aux chocs de corps mous

Le domaine d'emploi est résumé dans le (Tableau 57) ci-après. Il dépend de la constitution de la contre-cloison.

Exposition aux chocs des locaux	Constitution des contre-cloisons		Hauteur maximale
	Parement	Ossature	
Cas A Emploi dans des logements individuels (maisons individuelles, parties privatives des logements collectifs) et dans les bureaux dont les chocs d'occupation ne sont pas supérieurs à ceux des logements	1 plaque BA13 ou 1 plaque BA15	Montants simples ou doubles sans appui intermédiaire sur le support	3,90 m (avec montants M100 doublés tous les 0,60 m) (art. 6.4.1 du DTU 25.41 P1-1)
		Montants simples ou doubles avec appui intermédiaire sur le support	6,00 m (avec montants à entraxe de 0,60 m et appuis à entraxe maximal de 1,50 m) (art. 6.4.2 du DTU 25.41 P1-1)
Cas B Emplois autres que ceux visés dans le cas A	1 plaque BA18 ou 2 plaques BA13 ou 2 plaques BA15	Montants simples ou doubles sans appui intermédiaire sur le support	3,90 m (avec montants M100 doublés tous les 0,60 m) (art. 6.4.1 du DTU 25.41 P1-1)

▲ Tableau 57 : Exposition aux chocs de corps mous des contre-cloisons à ossature métallique



Résistance aux chocs de corps durs

Les dispositions sont les suivantes :

- applications courantes : plaques de plâtre de type A (diamètre d'empreinte laissée par une bille de 500 g d'une hauteur de chute de 0,50 m : 20 mm maximum).
- zones particulièrement exposées aux chocs durs (escaliers, dégagements, circulations communes, etc.) : plaques de plâtre de type I (plaques haute dureté : diamètre d'empreinte laissée par une bille de 500 g d'une hauteur de chute de 0,50 m : 15 mm maximum).

Comportement aux pressions réparties (effets du vent)

La hauteur maximale des contre-cloisons visées par la norme NF DTU 25.41 et reprise dans le (tableau 54) tient compte des effets de pression due au vent dans les locaux visés par ce même DTU.

Au-delà de cette hauteur, ou pour d'autres applications, il convient de se reporter aux dispositions particulières définies dans les DTA concernés.

Sécurité incendie

Réaction au feu

Les isolants combustibles (mousses alvéolaires, isolants d'origine végétale ou animale) doivent être protégés du feu par des parements remplissant un rôle d'écran.

Dans les bâtiments d'habitation comme dans les établissements recevant du public (ERP), les parements en plaques de plâtre d'épaisseur 12,5 mm fixés sur ossature métallique conviennent (dispositions constructives du guide d'emploi des isolants combustibles dans les logements, *e-Cahier du CSTB* n° 3231, juin 2000, et dispositions constructives, art. II-1.1.1. Doublage des murs par l'intérieur, de l'annexe II « Guide d'emploi des isolants combustibles dans les ERP », article AM8 de l'arrêté du 6 octobre 2004).

Les isolants en laine minérale étant classés au moins A2, s2, d0 (ou M0), ils ne sont pas visés par les dispositions de ces guides.

Compte tenu de leur faible masse calorifique, les pare-vapeurs combustibles sont admis dans les contre-cloisons sans disposition particulière de protection.

Résistance au feu

Les contre-cloisons visées sont susceptibles d'améliorer la résistance au feu des parois. Il convient dans ce cas de se référer aux procès-verbaux de résistance au feu des parois doublées concernées, de n'utiliser que les produits visés et de respecter les dispositions de mise œuvre définies dans ces documents.



Comportement sismique

Du fait de sa catégorie et de sa localisation, le bâtiment peut nécessiter une justification de son comportement vis-à-vis de l'action sismique.

Lorsque tel est le cas :

- si les caractéristiques et les dispositions de mise en œuvre du procédé de plafond (masse et hauteur) sont inférieures aux seuils indiqués (cf. 8.9.) et rappelées ci-après, il n'y a pas lieu d'effectuer de vérification parasismique spécifique ;
- à défaut, il convient de se reporter à une évaluation (Avis Technique ou DTA) ou de disposer d'une étude spécifique sur l'utilisation de ce procédé de plafond en regard de l'exigence de bon comportement sous séisme.

Rappel : les valeurs de h_{lim} et m_{lim} sont données ci-après (Tableau 58) :

Familles d'éléments non structuraux du cadre bâti	Domaine d'application par famille
Cloisons et doublages	<ul style="list-style-type: none"> • $h_{lim} = 3,5$ m • $m_{lim} = 25$ kg/m²

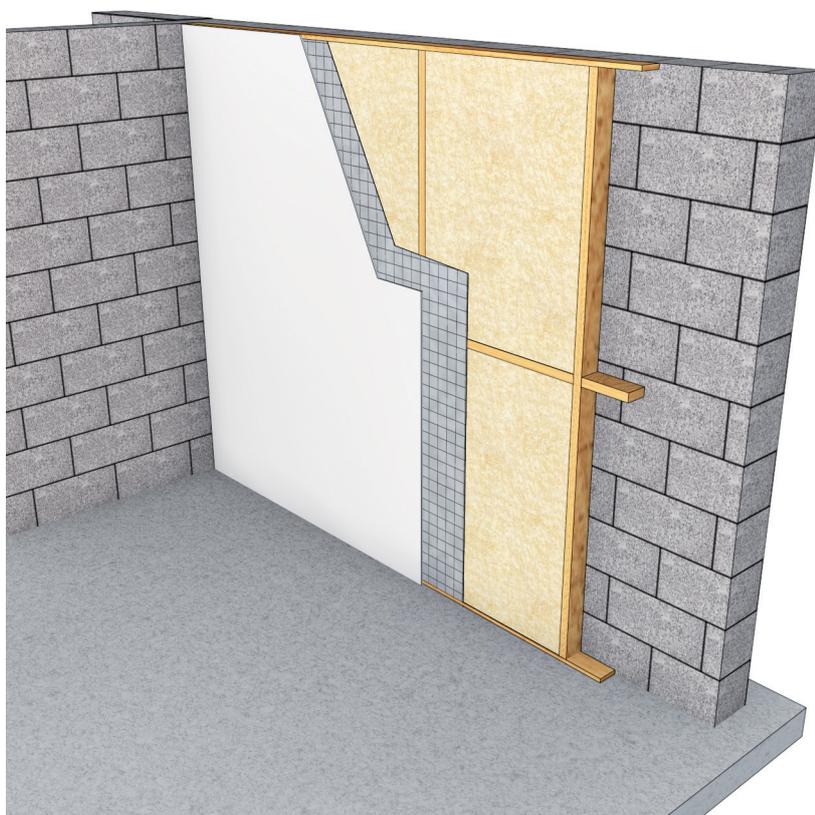
▲ **Tableau 58** : valeurs de h_{lim} et de m_{lim} des cloisons et doublages sous sollicitations sismiques



Fiche 11 – Contre-cloisons avec parement plaques de plâtre et panneaux ou rouleaux de laine minérale⁴, sur ossature bois, en doublage de mur béton ou maçonné

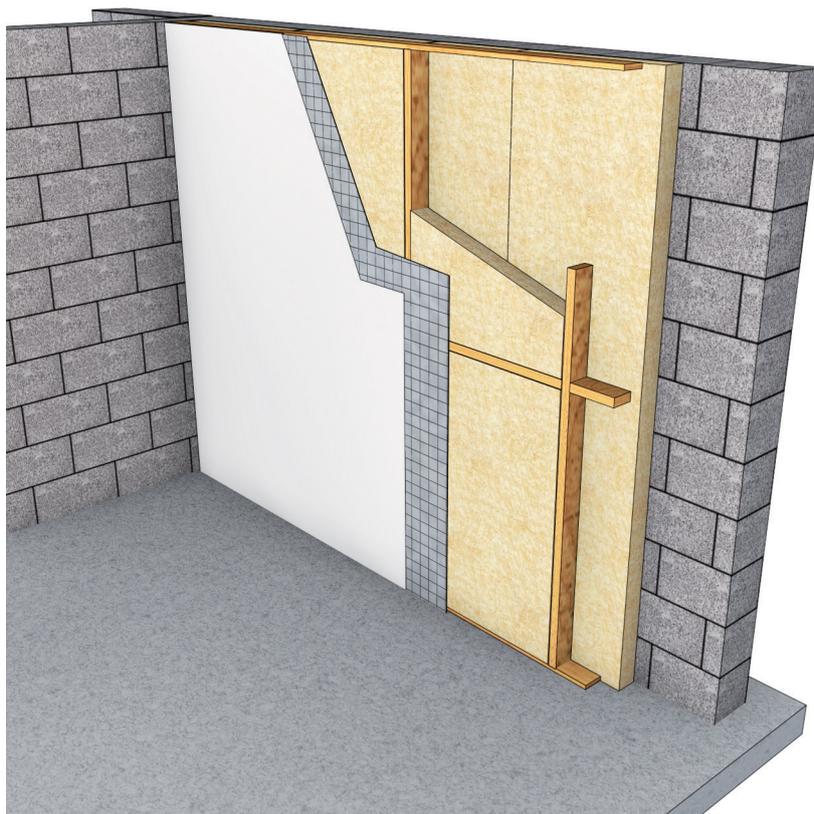


Il est important de respecter scrupuleusement les règles de l'art de mise en œuvre pour permettre d'atteindre dans l'ouvrage fini les performances déclarées et/ou certifiées des isolants. À la date de publication de ce guide, cette technique n'est pas visée dans la norme NF DTU 25.41. Une révision de cette norme est programmée.



▲ Figure 80 : Contre-cloison en plaques de plâtre sur ossature bois avec une seule couche d'isolant entre les ossatures

■ 4 D'autres isolants peuvent être utilisés mais nécessitent une évaluation technique (DTA) ou une étude de faisabilité.



▲ Figure 81 : Contre-cloison en plaques de plâtre sur ossature bois avec deux couches d'isolant, l'une derrière l'ossature et l'autre entre les ossatures

Description

Ce procédé d'isolation thermique par l'intérieur consiste à mettre en œuvre sur la paroi verticale à doubler un isolant en panneaux ou en rouleaux rigides ou semi-rigides maintenu en place par l'ossature bois de la contre-cloison. Cette mise en œuvre n'est pas visée par la norme NF DTU 25.41.

Cette ossature bois est totalement désolidarisée de la paroi à doubler. Lorsque l'isolant ne comporte qu'une seule couche, il est disposé entre les montants de la contre-cloison. Lorsqu'il comporte deux couches, la première couche est filante sur la paroi porteuse et la seconde est disposée entre montants.

Pour les isolants insérés entre montants, les éléments de structure en bois sont rabotés et ne doivent pas présenter de singularités et de déformations trop importantes de manière à éviter toute discontinuité de contact avec les isolants.

Le parement de la contre-cloison est constitué d'une ou de deux plaques de plâtre vissées sur des montants bois verticaux, assemblés haut et bas par des équerres de liaison sur des lisses bois fixés sur le support. L'entraxe des montants est le plus souvent de 0,60 m. Il est réduit à 0,40 m dans les pièces humides pour augmenter la raideur du parement sous carrelage.

Un pare-vapeur est nécessaire pour la mise en œuvre de ce procédé. Il est soit collé au dos de la plaque de plâtre, soit indépendant et mis



en œuvre de manière continue (agrafage sur l'ossature) conformément aux dispositions particulières prévues dans l'Avis Technique ou le DTA dont il relève.

Note 1

D'autres parements (plaque de plâtre armée de fibres conforme à la norme NF EN 15283-2, par exemple) et/ou d'autres types de fixation (agrafage, par exemple) peuvent être mis en œuvre sur ossature bois. Se référer aux Avis Techniques ou DTA de ces procédés.

Note 2

Dans le cas de revêtement intérieur en bois (lambris), la mise en œuvre est définie dans la norme DTU 36.1 puis, suite à sa publication, dans la norme NF DTU 36.2. Ce type de mise en œuvre est obligatoirement associé à un pare-vapeur continu fixé sur l'ossature et à la réalisation d'un vide technique ménagé par les tasseaux supports du revêtement.

Les tolérances sur les singularités et les déformations résiduelles après assemblage des éléments d'ossature sont répertoriées dans le (tableau 59) ci-après. Ces valeurs sont issues de la classe ST-I de la norme NF B 52-001, avec un renforcement tenant compte de la liaison ossature-isolant.

Singularité	Critère
Flache	Non admis
Flèche de face	Inférieure à 5 mm/2 m
Flèche de rive	Inférieure à 4 mm/2 m
Gauchissement	Inférieure à 4 % de la largeur
Tuilage	Inférieure à 4 % de la largeur

▲ Tableau 59 : Tolérances sur les singularités et les déformations résiduelles

Note 1

Ces déformations sont mesurées conformément à la norme NF EN 1310.

Note 2

Les arêtes cassées ou arrondies avec un rayon de moins de 3 mm ne sont pas considérées comme du flache.

L'épaisseur maximale de l'isolant correspond à la largeur des éléments supports et les largeurs-longueurs sont découpées aux dimensions de la cavité augmentées de 5 mm avec une tolérance de 0 à +5 mm de manière à réaliser un contact continu entre l'ossature et l'isolant sur toute la périphérie.

À l'intérieur d'une cavité, les isolants peuvent être disposés en plusieurs morceaux uniquement sur la hauteur et en veillant à ne créer aucune discontinuité dans la mise en œuvre.

Pour les isolants en couche filante sur la paroi porteuse, ces derniers sont insérés après montage de l'ossature. Ils sont positionnés à joints décalés afin d'assurer leur maintien par les montants de la contre-cloison et sont en butée au sol et au plafond.

L'épaisseur maximale correspond à la largeur libre laissée entre la paroi porteuse et la contre-cloison augmentée de 5 mm avec une tolérance de 0 à +5 mm sur cette surcote.

La fixation mécanique des lisses hautes et basses de la contre-cloison est assurée par des chevilles dont la nature est à adapter en fonction du support.

Les montants sont fixés en partie basse et haute sur les lisses *via* des équerres de liaison, à un entraxe de 60 cm maximum.

Ils ont une largeur minimale de 35 mm (exigence minimale d'appui pour les plaques de plâtre). Au niveau des jonctions de plaques, la largeur minimale doit être de 45 mm.

La fixation des plaques de plâtre est conforme aux prescriptions de la norme NF DTU 25.41.

Note

Il convient d'utiliser des vis conformes aux spécifications de la norme NF DTU 25.41 P1-2 (CGM) de longueur égale à l'épaisseur totale des plaques à fixer augmentée d'au moins 20 mm.

Les bois utilisés doivent répondre aux spécifications suivantes :

- bois massif : norme NF EN 14081 ;
- bois massif abouté (BMA) : norme Pr EN 15497 ;
- classe mécanique C18 ou D18 minimum selon la norme en 338 ;
- durabilité naturelle ou conférée compatible avec une utilisation en classe d'emploi 2 selon la norme FD P 20-651 ;
- humidité des bois < à 18 % lors de la mise en œuvre. Le taux d'humidité des éléments est déterminé selon les méthodes décrites par les normes NF EN 13183-1 à 3.

Les sections des montants sont à adapter en fonction :

- du dimensionnement des ossatures (fonction de la hauteur de la contre-cloison) ;
- du nombre de couches d'isolant et de l'épaisseur de l'isolant à mettre en œuvre pour ne pas générer de déformation du revêtement.

A *minima*, les sections employées sont les suivantes : largeur : 45 mm/épaisseur : 70 mm.

Les chevilles sont généralement métalliques pour les matériaux pleins et synthétiques ou métalliques pour les supports creux.



Afin de s'affranchir d'une vérification, il est conseillé d'utiliser des chevilles métalliques faisant l'objet d'une évaluation technique européenne (ETE) selon l'EAD (anciennement ETAG 001) ou des chevilles plastiques faisant l'objet d'une évaluation technique européenne (ETE) selon l'EAD (anciennement ETAG 020).

Dans le cas d'un support bois, les lisses seront fixées avec des vis dans les supports.

Les équerres utilisées pour assurer la liaison lisse-montant doivent bénéficier d'une évaluation technique européenne (ETE) selon l'EAD (anciennement ETAG 015). Leur fixation est assurée par pointes non lisses (annelées, crantées) de dimensions minimales $\varnothing 4 \times 35$ mm.

Dimensionnement des montants d'ossature

Comme pour les contre-cloisons sur ossature métallique visées par la norme NF DTU 25.41 P1-1, les hauteurs sont calculées en tenant compte des seules caractéristiques mécaniques (inertie et module d'Young) de l'ossature bois, d'une pression de vent forfaitaire égale à ± 20 daN/m² et d'une flèche isostatique de 5 mm.

Le calcul de dimensionnement de l'ossature est réalisé conformément à l'Eurocode 5 avec les valeurs normatives de module d'Young.

Montants bois à entraxe 60 cm			
Montants		Inertie (cm ⁴)	Hauteur (m)
Largeur (mm)	Épaisseur (mm)		
45	70	128,63	2,50
45	95	321,52	3,10
45	120	648,00	3,65
45	145	1143,23	4,25

▲ Tableau 60 : Hauteur maximale des contre-cloisons (entraxe 60 cm)

Montants bois à entraxe 40 cm			
Montants		Inertie (cm ⁴)	Hauteur (m)
Largeur (mm)	Épaisseur (mm)		
45	70	128,63	2,70
45	95	321,52	3,40
45	120	648,00	4,05
45	145	1143,23	4,70

▲ Tableau 61 : Hauteur maximale des contre-cloisons (entraxe 40 cm)

Statut et référentiels des produits et du procédé

Ce procédé de contre-cloison n'est pas visé actuellement par la norme NF DTU 25.41.

Les compléments apportés ci-après montrent que les performances obtenues sont compatibles avec les exigences existantes de la norme NF DTU 25.41.



Cette solution peut donc à terme être intégrée dans la norme NF DTU 25.41.

Par ailleurs, si un ou plusieurs des composants (parement, isolant, etc.), si la mise en œuvre (mode de fixation, par exemple) ou le domaine d'emploi diffèrent des dispositions décrites pour ce procédé, ils font l'objet d'Avis Techniques ou de DTA.

Valeurs tabulées des ponts thermiques intégrés

Isolation en une couche disposée entre montants

Épaisseur d'isolant (mm)		70	145
Isolation en une couche entre montants ψ_{montant} (W/[m.K])	Montant de largeur 45 mm	0,053	0,033

▲ Tableau 62 : Ponts thermiques intégrés de la contre-cloison étudiée

Isolation en deux couches disposées l'une entre montants, l'autre derrière les montants

Dimensions du montant (mm ²)	45 x 70	45 x 70	45 x 70	45 x 95	45 x 100
Épaisseur d'isolant entre montants (mm)	70	70	70	60	100
Épaisseur d'isolant derrière les montants (mm)	30	50	75	85	60
Épaisseur totale d'isolation (mm)	100	120	145	145	160
ψ_{montant} (W/[m.K])	0,021	0,014	0,010	0,012	0,013

▲ Tableau 63 : Ponts thermiques intégrés de la contre-cloison étudiée

Exemples d'application

Exemple 1 : isolation en une couche disposée entre montants

Hypothèses :

Épaisseur d'isolant entre les montants	70 à 145 mm
Montants bois section 45 x 70. Disposition montants simples, entraxe	0,60 m
Résistance thermique R du parement plaques de plâtre BA13	0,05 m ² .K/W

		Conductivité thermique de l'isolant (W/(m.K))				
		0,030	0,035	0,040	0,045	0,050
Épaisseur de l'isolant entre les ossatures (mm)	70	1,99	1,78	1,60	1,47	1,35
	80	2,23	1,99	1,79	1,64	1,51
	100	2,70	2,41	2,18	1,99	1,83
	120	3,19	2,85	2,57	2,35	2,16
	145	3,85	3,42	3,09	2,82	2,59

▲ Tableau 64 : Résistances thermiques de la contre-cloison étudiée



Exemple 2 : isolation en deux couches disposées l'une entre montants, l'autre derrière les montants

Hypothèses :

Épaisseur totale d'isolant, disposé en deux couches l'une entre les montants, l'autre derrière les montants	100 à 160 mm
Entraxe des montants. Montants simples	0,60 m
Résistance thermique R du parement plaques de plâtre BA13	0,05 m ² .K/W

Épaisseur d'isolant derrière montants (mm)	Épaisseur d'isolant entre montants (mm)	Dimensions des montants (mm ²)	Conductivité thermique utile de l'isolant (W/(m.K))				
			0,030	0,035	0,040	0,045	0,050
30	70	45 x 70	3,11	2,74	2,45	2,21	2,03
50	70	45 x 70	3,80	3,32	2,96	2,67	2,44
75	70	45 x 70	4,64	4,05	3,59	3,24	2,95
60	85	45 x 95	4,53	3,96	3,53	3,18	2,90
60	100	45 x 100	4,90	4,29	3,82	3,45	3,15

▲ **Tableau 65** : Résistances thermiques de la contre-cloison étudiée (m².K/W)

Risques de condensation

Les isolants visés (laine minérale) étant classés non hydrophiles, tous les types de murs de façade sont compatibles avec ce procédé d'isolation thermique par l'intérieur, à savoir :

- murs en béton banché (DTU 23.1) de type I, II, III et IV en fonction de leur résistance à la pénétration de la pluie ;
- murs maçonnés (pierre, brique, blocs de béton) avec ou sans enduit extérieur (DTU 20.1) de type I, IIa, IIb, III et IV en fonction de leur résistance à la pénétration de la pluie ;
- murs à ossature bois (DTU 31.2).

Note

En cas d'emploi d'isolant hydrophile (isolants d'origine végétale), les DTA précisent les types de murs visés.

Insertion d'un pare-vapeur

La mise en œuvre d'un pare-vapeur côté chaud est obligatoire. La valeur de la résistance à la diffusion de vapeur de ce dernier doit être déterminée conformément aux prescriptions (cf. 8.2.).

Il peut être pré-collé au dos des plaques de plâtre ou mis en œuvre de manière continue par agrafage sur l'ossature. Dans ce dernier cas, il est mis en œuvre conformément aux dispositions particulières prévues dans l'Avis Technique ou le DTA dont il relève.

Le traitement des jonctions entre les lés, des jonctions périphériques et des traversées sera réalisé conformément aux dispositions de l'Avis Technique ou DTA du procédé concerné.



Étanchéité à l'air

L'acceptation des supports ayant permis de recenser les éventuels défauts d'étanchéité à l'air de la paroi à doubler, il convient d'y remédier avant mise en œuvre de l'isolant. On veillera particulièrement à l'étanchéité à l'air des traversées et des jonctions entre les menuiseries extérieures et la paroi à doubler.

Dispositions concernant l'étanchéité à l'air des contre-cloisons en plaques de plâtre :

- jonction en tête (sous dalle et sous plafond plaques de plâtre) ;
- jonction en pied (sur sol brut et sur sol fini) ;
- jonction avec les menuiseries extérieures et les volets roulants ;
- incorporations d'équipements électriques.

Note

L'étanchéité à l'air en pied de contre-cloison est assurée sous les lisses basses par interposition d'un ruban de mousse imprégnée pré-comprimée ou par deux cordons de mastic.

Une protection du pied de contre-cloison contre les risques d'humification doit être également mise en place entre les lisses basses et le plancher support (feuille plastique ou élastomère) afin d'éviter tout contact direct de l'eau avec ces lisses bois (reprise d'humidité tant en phase chantier que durant la vie de l'ouvrage).

Ces dispositions sont détaillées au § « Liaisons et points singuliers à traiter » (cf. 9.4.).

Parements dans les locaux humides

Dans les locaux classés EB+ privatifs (salles de bains, douches), les plaques de plâtre doivent être de type H1 (plaques hydrofugées) et le traitement des joints réalisé à l'aide d'enduits hydrofugés. Les rebouchages sont réalisés avec des mortiers ou des enduits hydrofugés. À défaut de recours à des enduits hydrofugés, des protections à l'eau sous carrelage doivent être mises en œuvre dans les zones d'aspersion.

Excepté dans les locaux classés EA, le pied des contre-cloisons doit être protégé afin d'éviter les remontées capillaires.

Les dispositions constructives sont détaillées plus loin (cf. 9.4.4.).

Isolation acoustique

Si l'ossature n'est pas fixée de façon continue à la paroi support, l'installation de contre-cloisons sur ossature bois en plaques de plâtre avec isolant en laine minérale n'est pas susceptible de dégrader le confort acoustique des locaux. Dans la plupart des cas, ces contre-cloisons amélioreront l'isolement acoustique aux bruits aériens des parois existantes et réduiront les transmissions acoustiques latérales entre locaux juxtaposés ou superposés.



Il convient cependant de noter que l'amélioration de l'isolement acoustique des façades (principalement apporté par le remplacement des menuiseries) pourra, en réduisant le niveau des bruits extérieurs perçus dans un local, accentuer la perception des bruits intérieurs qui auraient été initialement masqués par les bruits extérieurs. L'aptitude de ces systèmes à diminuer les transmissions latérales pourra limiter cet effet sans toutefois le faire disparaître.

Stabilité et durabilité

Résistance aux chocs de corps mous

Les contre-cloisons doivent résister à des chocs de corps mous dont l'énergie dépend de l'affectation des locaux, selon l'annexe D de la norme NF DTU 25.41 P1-1.

Des essais de comportement aux chocs de corps mous ont validé la conformité des contre-cloisons à ossature bois dont les constitutions minimales sont indiquées dans le (Tableau 66) en fonction de leur domaine d'emploi (cas A ou cas B).

La constitution minimale des contre-cloisons est indiquée, en fonction de leur domaine d'emploi (cas A ou cas B) dans le (Tableau 66) ci-après.

Types de locaux	Constitution minimale des contre-cloisons	Hauteur maximale
Cas A Emploi dans des logements individuels (maisons individuelles et parties privatives des logements collectifs) et dans les bureaux dont les chocs d'occupation ne sont pas supérieurs à ceux des logements	Montants bois de section 45 x 70 mm, entraxe 0,60 m Parement simple constitué d'une plaque BA13 ou BA15 Entretoise de renfort à mi-hauteur*	4,25 m avec montants 45 x 145 mm entraxe 0,60 m 4,70 m avec montants 45 x 145 mm entraxe 0,40 m
Cas B Emplois autres que ceux visés dans le cas A	Montants bois de section 45 x 70 mm, entraxe 0,60 m Parement constitué d'une plaque BA18 ou de deux plaques BA13	4,25 m avec montants 45 x 145 mm entraxe 0,60 m 4,70 m avec montants 45 x 145 mm entraxe 0,40 m
* L'entretoise de renfort de section minimale 45 x 70 mm est fixée à mi-hauteur (avec un maximum de 1,50 m) de part et d'autre dans les montants. La plaque est également vissée sur cette entretoise. Cet assemblage est assuré par au moins deux pointes crantées, torsadées ou annelées, conformes à la norme NF EN 14592 et enfoncées d'au moins l'épaisseur des montants de la contre-cloison dans l'entretoise.		

▲ Tableau 66 : Exposition aux chocs de corps mous des contre-cloisons à ossature bois

Résistance aux chocs de corps durs

Les dispositions sont les suivantes :

- applications courantes : plaques de plâtre de type A (diamètre d'empreinte laissée par une bille de 500 g d'une hauteur de chute de 0,50 m : 20 mm maximum).
- zones particulièrement exposées aux chocs durs : plaques de plâtre de type I (plaques haute dureté : diamètre d'empreinte laissée par une bille de 500 g d'une hauteur de chute de 0,50 m : 15 mm maximum). Exemples de zones : escaliers, dégagements, circulations communes, etc.



Comportement aux pressions réparties (effets du vent)

La hauteur maximale des contre-cloisons ossature bois tenant compte des effets de pression due au vent dans les locaux visés par ce même DTU est définie dans le (Tableau 60) et le (Tableau 61).

Sécurité incendie

Réaction au feu

Les isolants combustibles (isolants d'origine végétale ou animale) doivent être protégés du feu par des parements remplissant un rôle d'écran.

Dans les bâtiments d'habitation comme dans les établissements recevant du public (ERP), les parements en plaques de plâtre d'épaisseur 12,5 mm fixés sur ossature bois conviennent (dispositions constructives du guide d'emploi des isolants combustibles dans les logements, *e-Cahier du CSTB* n° 3231, juin 2000, et dispositions constructives, art. II-1.1.1. « Doublage des murs par l'intérieur » de l'annexe II « Guide d'emploi des isolants combustibles dans les ERP », article AM8 de l'arrêté du 6 octobre 2004.

Les isolants en laine minérale visés étant classés au moins A2, s2, d0 (ou M0), ils ne sont pas visés par les dispositions de ces guides.

Compte tenu de leur faible masse calorifique, les pare-vapeurs combustibles sont admis dans les contre-cloisons sans disposition particulière de protection.

Résistance au feu

Les contre-cloisons visées sont susceptibles d'améliorer la résistance au feu des parois. Il convient dans ce cas de se référer aux procès-verbaux de résistance au feu des parois doublées et de respecter le descriptif des produits visés ainsi que les dispositions de mise œuvre définies dans ces documents.

Comportement sismique

Du fait de sa catégorie et de sa localisation, le bâtiment peut nécessiter une justification de son comportement vis-à-vis de l'action sismique.

Lorsque tel est le cas :

- si les caractéristiques et les dispositions de mise en œuvre du procédé de plafond (masse et hauteur) sont inférieures aux seuils indiqués (cf. 8.9.) et rappelées ci-après, il n'y a pas lieu d'effectuer de vérification parasismique spécifique ;
- à défaut, il convient de se reporter à une évaluation (Avis Technique ou DTA) ou de disposer d'une étude spécifique sur l'utilisation de ce procédé de plafond en regard de l'exigence de bon comportement sous séisme.

Rappel : les valeurs de h_{lim} et m_{lim} sont données ci-après (Tableau 67) :

Familles d'éléments non structuraux du cadre bâti	Domaine d'application par famille
<ul style="list-style-type: none"> Cloisons et doublages 	<ul style="list-style-type: none"> $h_{lim} = 3,5$ m $m_{lim} = 25$ kg/m²

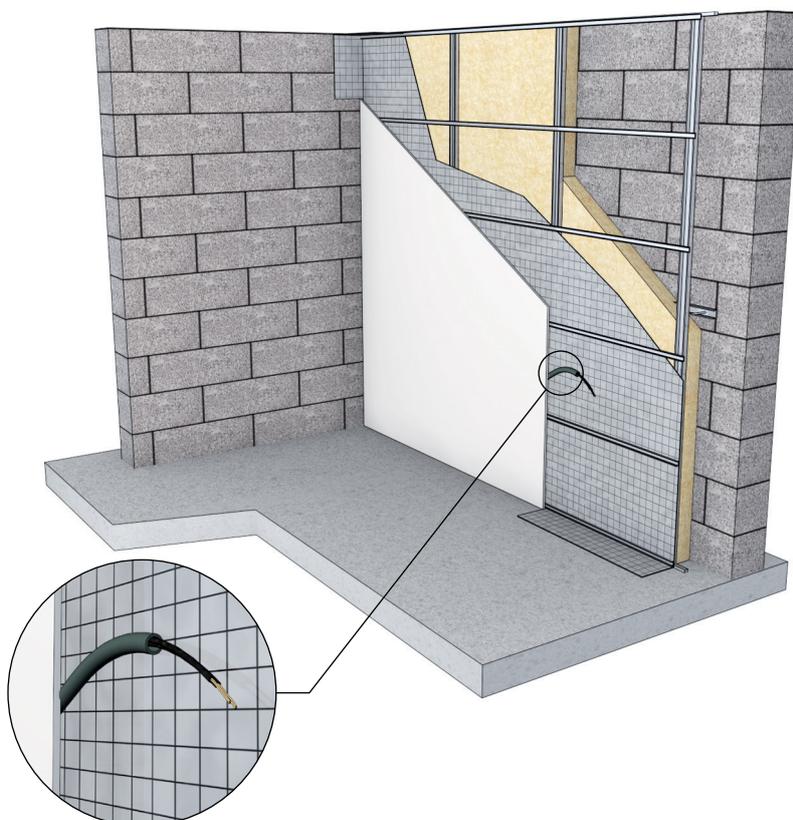
▲ **Tableau 67** : Valeurs de h_{lim} et de m_{lim} des cloisons et doublages sous sollicitations sismiques



Fiche 12 – Contre-cloison avec parement plaques de plâtre, panneaux ou rouleaux de laine minérale⁵ et membrane d'étanchéité sur ossature métallique en doublage de mur béton ou maçonné



Il est important de respecter scrupuleusement les règles de l'art de mise en œuvre pour permettre d'atteindre dans l'ouvrage fini les performances déclarées et/ou certifiées des isolants.



▲ Figure 82 : Exemple de contre-cloison sur ossature métallique avec membrane d'étanchéité à l'air

Description sommaire

Le procédé consiste à créer, par un système d'ossatures croisées, un vide technique entre une membrane d'étanchéité à l'air et le parement de la contre-cloison.

La membrane est fixée sur l'ossature verticale qui maintient l'isolant. Après avoir soigneusement étanché les jonctions entre lés de membrane ainsi que les jonctions périphériques et les jonctions avec les menuiseries et autres équipements, une ossature secondaire

■ 5 D'autres isolants peuvent être utilisés mais nécessitent une évaluation technique (DTA) ou une étude de faisabilité.



horizontale (profilés en oméga, par exemple) est mise en place, fixée sur la première ossature à travers la membrane. L'espacement entre les ossatures secondaires dépend du type de parement et du niveau d'exposition aux chocs du local. Cette ossature secondaire ménage un vide technique entre la membrane et le parement de la contre-cloison qui est fixé sur cette ossature.

Le vide technique permet d'incorporer les équipements à intégrer dans la contre-cloison sans risque de perforation de la membrane, donc sans affecter l'étanchéité à l'air de la paroi.

La membrane peut également assurer la fonction pare-vapeur selon son niveau de perméabilité à la vapeur.

Statut et référentiels des produits et du procédé

Ce procédé fait l'objet d'Avis Techniques ou de DTA auxquels il convient de se référer.

Les éléments d'ossatures, plaques de plâtre, enduits de traitements des joints, vis et isolants sont visés par des normes et sont identifiables par un marquage CE ainsi que pour la plupart d'entre eux par des marques de qualité.

Le panneau isolant sera découpé de la hauteur de la paroi plus 1 cm, cette disposition permet de maintenir légèrement comprimé l'isolant entre le sol et le plafond. L'isolant est ensuite embroché sur les appuis intermédiaires.

Il est admis une compression maximale de l'isolant de 10 % au droit des fourrures.

Parements dans les locaux humides

Dans les locaux classés EB+ privés (salles de bains, douches), les plaques de plâtre doivent être de type H1 (plaques hydrofugées) et le traitement des joints réalisé à l'aide d'enduits hydrofugés. Les rebouchages sont réalisés avec des mortiers ou des enduits hydrofugés. À défaut de recours à des enduits hydrofugés, des protections à l'eau sous carrelage doivent être mises en œuvre dans les zones d'aspersion.

Excepté dans les locaux classés EA, le pied des contre-cloisons doit être protégé afin d'éviter les remontées capillaires.

Les dispositions constructives sont détaillées plus loin (cf. 9.4.4.).

Pour les autres locaux humides, des produits et des dispositions particulières sont à prévoir (se référer aux Avis Techniques).

Valeurs tabulées des ponts thermiques intégrés

Le cas traité est celui d'une ossature primaire constituée de fourrures verticales disposées à entraxe de 60 cm et comportant un appui intermédiaire à mi-hauteur sur la paroi à doubler.



L'ossature secondaire est constituée de fourrures horizontales en Z, également disposée tous les 60 cm et vissée sur l'ossature primaire à travers la membrane.

Les ponts thermiques sont dus :

- aux appuis intermédiaires entre l'ossature primaire et la paroi support ;
- à la fixation directe par vissage de l'ossature secondaire sur l'ossature primaire.

Épaisseur d'isolant (mm)		100	200
Fourrure verticale si compression de l'isolant par la fourrure	ψ_{rail} (W/(m.K))	0,005	0,002
Appui intermédiaire en acier	χ_{appui} (W/K)	0,040	0,030
Appui intermédiaire en plastique	χ_{appui} (W/K)	0,00	0,00
Fourrure horizontale	ψ_{rail} (W/(m.K))	0,005	0,002

▲ **Tableau 68** : Ponts thermiques intégrés – Procédé de plaque sur ossature – Source : Th-Bât

Exemples d'application

Exemple 1 : appuis intermédiaires en acier

Hypothèses :

Appuis en acier	
Pas de compression de l'isolant par les fourrures verticales	
Entraxe des rails coulisses horizontaux	2,5 m
Densité d'appuis intermédiaires	0,67 m ⁻² (entraxe de rails verticaux de 0,6 m) 1 m ⁻² (entraxe de rails verticaux de 0,4 m)
Entraxe des fourrures secondaires horizontales	0,60 m/0,40 m
Vide d'air entre le parement et la membrane	20 mm
Résistance thermique du parement plaques de plâtre BA13	0,05 m ² .K/W

		Conductivité thermique utile de l'isolant					
		0,030		0,040		0,050	
		$E_1^* = 0,4$ m	$E_1^* = 0,6$ m	$E_1^* = 0,4$ m	$E_1^* = 0,6$ m	$E_1^* = 0,4$ m	$E_1^* = 0,6$ m
Épaisseur de l'isolant (mm)	80	2,42	2,56	1,92	2,01	1,61	1,67
	100	2,92	3,11	2,32	2,44	1,94	2,02
	120	3,42	3,65	2,72	2,87	2,27	2,37
	140	3,92	4,19	3,11	3,29	2,60	2,72

* : E_1 = Entraxe des rails horizontaux

▲ **Tableau 69** : Résistances thermiques de la contre-cloison étudiée (m².K/W)



Exemple 2 : appuis intermédiaires en plastique

Hypothèses :

Appuis en plastique	
Avec ou sans compression de l'isolant par les fourrures verticales	
Entraxe des fourrures verticales	0,6 m
Entraxe des rails coulisses horizontaux	2,5 m
Densité d'appuis	0,67 m ⁻² (entraxe de rails verticaux de 0,6 m)
Entraxe des fourrures secondaires horizontales	0,60 m/0,40 m
Vide d'air entre le parement et la membrane	20 mm (pour les cas sans compression)
Résistance thermique du parement plaques de plâtre BA13	0,05 m ² .K/W

		Conductivité thermique utile de l'isolant					
		0,030		0,040		0,050	
		Sans compression	Avec compression de l'isolant par les rails verticaux *	Sans compression	Avec compression de l'isolant par les rails verticaux *	Sans compression	Avec compression de l'isolant par les rails verticaux *
Épaisseur de l'isolant (mm)	80	2,86	2,78	2,21	2,15	1,81	1,77
	100	3,52	3,41	2,70	2,63	2,21	2,16
	120	4,19	4,05	3,20	3,11	2,61	2,55
	140	4,85	4,69	3,70	3,60	3,00	2,94

* : Les exemples sans compression sont valables quel que soit l'entraxe des rails verticaux. Les exemples avec compression sont valables pour un entraxe de rails verticaux de 0,6 m. La compression est égale à l'épaisseur des fourrures soit 18 mm. Dans les cas avec compression, la lame d'air n'a pas été prise en compte.

▲ **Tableau 70** : Résistances thermiques de la contre-cloison étudiée (m².K/W)

Risques de condensation

Les isolants visés étant classés non hydrophiles, tous les types de murs de façade sont compatibles avec ce procédé d'isolation thermique par l'intérieur, à savoir :

- murs en béton banché (DTU 23.1) de type I, II, III et IV en fonction de leur résistance à la pénétration de la pluie ;
- murs maçonnés (pierre, brique, blocs de béton) avec ou sans enduit extérieur (DTU 20.1) de type I, IIa, IIb, III et IV en fonction de leur résistance à la pénétration de la pluie.

Note

En cas d'emploi d'isolant hydrophile (isolants d'origine végétale), les DTA précisent les types de murs visés et les dispositions concernant le pare-vapeur.

Étanchéité à l'air

L'efficacité de la membrane d'étanchéité à l'air est étroitement liée au respect des dispositions définies dans le Dossier Technique de l'Avis Technique ou du DTA, notamment pour ce qui concerne la mise en œuvre de la membrane et l'utilisation des accessoires adaptés



associés. Les occupants doivent être informés par le maître d'ouvrage que leurs locaux sont équipés d'un système incluant une membrane d'étanchéité à l'air et du risque de dégradation des performances d'étanchéité à l'air en cas de percement de la membrane.

Dispositions concernant l'étanchéité à l'air des contre-cloisons en plaques de plâtre :

- jonction en tête (sous plancher, sous plafond et rampant en plaque de plâtre) ;
- jonction en pied (sur sol brut et sur sol fini) ;
- incorporations d'équipements électriques ;
- jonction avec les menuiseries extérieures ;
- jonction avec les coffres de volets roulants ;
- incorporations d'équipements électriques ;

Ces dispositions sont détaillées plus loin (cf. 9.4.) : « Liaisons et points singuliers à traiter ».

Pour le traitement des points singuliers des contre-cloisons avec membranes d'étanchéité, l'ensemble des dispositions est décrit dans les Avis Techniques de ces procédés.

Isolation acoustique

L'installation de contre-cloisons, avec appuis intermédiaires, en plaques de plâtre avec isolant en laine minérale n'est pas susceptible de dégrader le confort acoustique des locaux. Dans la plupart des cas, ces contre-cloisons amélioreront l'isolement acoustique aux bruits aériens des parois existantes et réduiront les transmissions acoustiques latérales entre locaux juxtaposés ou superposés. La performance acoustique de ces procédés sera d'autant plus importante que le parement sera lourd, que l'espace entre le mur et le parement sera important et que le nombre d'appuis intermédiaires sera faible (et/ou souple).

Stabilité et durabilité

Résistance aux chocs de corps mous

Il convient de se référer aux DTA qui précisent les domaines d'emploi de ces procédés en fonction des résultats des essais de chocs de corps mous.

Sauf dispositions particulières de ces documents, les dispositions sont les suivantes :

- cas A : l'emploi dans des logements individuels (maisons individuelles, parties privatives des logements collectifs) et dans les bureaux dont les chocs d'occupation ne sont pas supérieurs à ceux des logements) est autorisé jusqu'à une hauteur maximale de 2,70 m. L'ossature horizontale secondaire de la contre-cloison doit comporter un profilé à mi-hauteur de la paroi et à 1,35 m maximum du sol. L'entraxe maximum des profilés verticaux et horizontaux est de 0,60 m.



- attention pour cas B : sauf dispositions particulières des DTA, les emplois autres que ceux visés dans le cas A ne sont pas autorisés pour ce type de contre-cloisons.

Résistance aux chocs de corps durs

Les dispositions sont les suivantes :

- applications courantes : Plaques de plâtre de type A – diamètre d’empreinte laissé par une bille de 500 g d’une hauteur de chute de 0.50 m : 20 mm maximum
- zones particulièrement exposées aux chocs durs (escaliers, dégagements, circulations communes etc.) : plaques de plâtre de type I (plaques haute dureté). présentant un diamètre d’empreinte laissé par une bille d’acier de 500 g d’une hauteur de chute de 0,50 m : 15 mm maximum.

Comportement aux pressions réparties (effets du vent)

Les hauteurs maximales des contre-cloisons visées par les DTA tiennent compte des effets de pression dues au vent dans les locaux visés par le cas A.

Sécurité incendie

Réaction au feu

Les isolants en laine minérales étant classés au moins A2,s2,d0 (ou M0), ils ne sont pas visés par les dispositions constructives du guide d’emploi des isolants combustibles dans les logements (*e-Cahier du CSTB* n° 3231, juin 2000) et les dispositions constructives (art. II-1.1.1. Doublage des murs par l’intérieur) de l’annexe II « Guide d’emploi des isolants combustibles dans les ERP » – Article AM8 de l’arrêté du 6 octobre 2004.

Compte tenu de leur faible masse calorifique, les membranes d’étanchéité à l’air combustibles sont admises dans les contre-cloisons sans disposition particulière de protection.

Résistance au feu

Les contre-cloisons visées sont susceptibles d’améliorer la résistance au feu des parois. Il convient dans ce cas de se référer aux procès-verbaux de résistance au feu des parois doublées concernées, et de respecter le descriptif des produits visés ainsi que les dispositions de mise œuvre définies dans ces documents.

Comportement sismique

Du fait de sa catégorie et de sa localisation, le bâtiment peut nécessiter une justification de son comportement vis-à-vis de l’action sismique.



Lorsque tel est le cas et suivant les caractéristiques et dispositions de mise en œuvre du procédé d'isolation thermique par l'intérieur (masse et hauteur) :

- si celles-ci sont inférieures à celles indiquées plus haut (cf. 8.10.) et rappelées ci-dessous, il n'y a pas lieu d'effectuer de vérifications parasismiques spécifiques pour le procédé d'isolation thermique par l'intérieur ;
- dans le cas contraire il convient de se reporter à une évaluation (Avis Technique ou un DTA) ou une étude spécifique sur l'utilisation de ce procédé de cloisons de doublage en regard de l'exigence de bon comportement sous séisme.

Rappel : les valeurs de h_{lim} et m_{lim} sont données ci-dessous :

Familles d'éléments non structuraux du cadre bâti	Domaine d'application par famille
Cloisons et doublages	$h_{lim} = 3,5 \text{ m}$ $m_{lim} = 25 \text{ kg/m}^2$

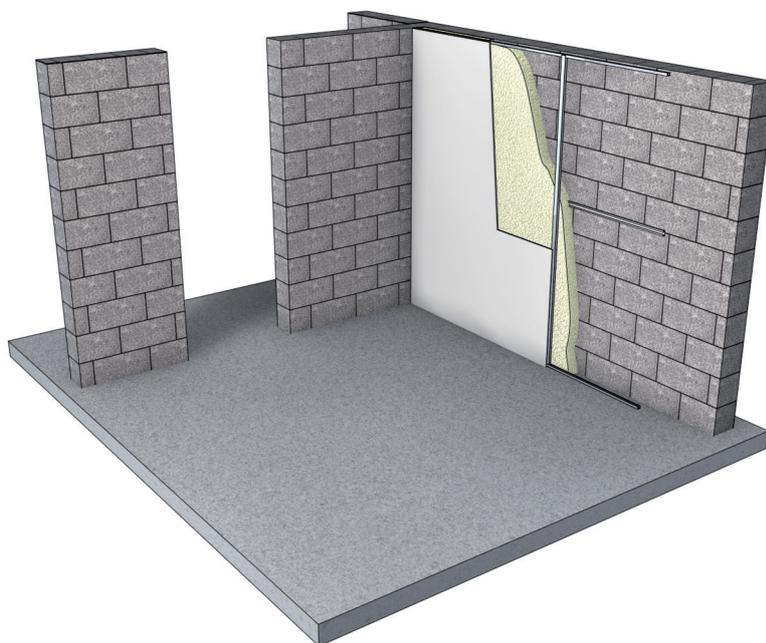
▲ **Tableau 71** : Valeurs de h_{lim} et de m_{lim} des cloisons et doublages sous sollicitations sismiques



Fiche 13 – Isolation thermique par projection de mousse de polyuréthane et habillage par contre-cloison avec parement plaque de plâtre sur ossature métallique, en doublage de mur béton ou maçonné



Il est important de respecter scrupuleusement les règles de l'art de mise en œuvre pour permettre d'atteindre dans l'ouvrage fini les performances déclarées et/ou certifiées des isolants.



▲ **Figure 83** : Exemple de contre-cloison constituée de fourrures avec appuis intermédiaires en habillage d'un isolant PUR projeté

Description sommaire

Le procédé consiste à projeter directement sur la paroi à isoler, du côté intérieur, une mousse de polyuréthane adhérent au support puis à l'habiller par une contre-cloison en plaque de plâtre sur ossature métallique avec ou sans appuis intermédiaires.

Sauf dispositions contraires définies dans l'Avis Technique :

- la hauteur de la contre-cloison est limitée à 2,70 m ;
- l'épaisseur totale du vide entre le parement et le support est limitée à 120 mm.



Les supports admis sont les parois et murs en maçonnerie de petits éléments conformes à la norme NF DTU 20.1, ainsi que les murs en béton banché conformes à la norme NF DTU 23.1.

Le vide technique correspondant à l'épaisseur de l'ossature métallique permet d'incorporer dans la contre-cloison des canalisations sanitaires ou électriques dans le respect de la norme NF C15-100.

L'isolant peut contribuer à l'étanchéité à l'air, il n'assure pas l'étanchéité à la vapeur de la paroi.

Avant de procéder à la projection, il convient de protéger les éléments de construction qui pourraient être salis par des particules fines qui sont en suspension dans l'air durant la projection.

Tous les ouvrants (châssis et parties vitrées ou pleines) sont par ailleurs intégralement recouverts par un film plastique protecteur.

Statut et référentiels des produits et du procédé

Ce procédé de projection in situ de mousse de polyuréthane fait l'objet d'avis techniques auxquels il convient de se référer.

La mousse de polyuréthane visée par le procédé est sous certification CSTBat selon le référentiel de certification 41.

Les éléments d'ossatures, plaques de plâtre, enduits de traitements des joints, vis et isolants sont visés par des normes et sont identifiables par un marquage CE ainsi que pour la plupart d'entre eux par des marques de qualité (voir [ANNEXE A]).

Selon les composants, les domaines d'emploi ou les montages, les contre-cloisons en plaques de plâtre sur ossature métallique sont conformes soit aux dispositions de la norme NF DTU 25.41, soit aux DTA.

Le domaine d'emploi du procédé est limité aux locaux à faible ou moyenne hygrométrie au sens des normes DTU 43.1 et 20.1 ainsi qu'aux locaux de type EA, EB, EB+ locaux privés tels que définis dans le *e-Cahier du CSTB* n° 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 ».

Parements dans les locaux humides

Dans les locaux classés EB+ privés (salles de bains, douches), les plaques de plâtre doivent être de type H1 (plaques hydrofugées) et le traitement des joints réalisé à l'aide d'enduits hydrofugés. Les rebouchages sont réalisés avec des mortiers ou des enduits hydrofugés. À défaut de recours à des enduits hydrofugés, des protections à l'eau sous carrelage doivent être mises en œuvre dans les zones d'aspersion.

Excepté dans les locaux classés EA, le pied des contre-cloisons doit être protégé afin d'éviter les remontées capillaires.

Les dispositions constructives sont détaillées plus loin (cf. 9.4.4.).



Valeurs tabulées des ponts thermiques intégrés

Cas des contre-cloisons avec appuis intermédiaires

Épaisseur d'isolant (mm)		100	200
Fourrure verticale	ψ_{rail} (W/(m.K))	0,005	0,002
Appui intermédiaire en acier	χ_{appui} (W/K)	0,04	0,03
Appui intermédiaire en plastique	χ_{appui} (W/K)	0,00	0,00

▲ **Tableau 72** : Ponts thermiques intégrés – Procédé de plaque sur ossature – Source : Th-Bât

Note

Il n'y a pas de ponts thermiques intégrés dans la solution de contre-cloison avec ossature métallique et appuis intermédiaires en plastique.

Cas des contre-cloisons sans appui intermédiaire

Il n'y a pas de ponts thermiques intégrés dans la solution de contre-cloison avec ossature métallique sans appui intermédiaire.

Pour les montages sans appui intermédiaire ou avec appuis intermédiaires en plastique, du fait de l'absence de ponts thermiques intégrés, les résistances thermiques des contre-cloisons ($m^2.K/W$), sont précisées dans le certificat CSTBat.

L'exemple d'application ci après concerne les montages avec appuis intermédiaires en acier.

Exemple d'application : contre-cloisons avec appuis intermédiaires en acier

Hypothèses :

Appuis en acier	
Entraxe des rails coulisses horizontaux	2,5 m
Densité d'appuis intermédiaires	1 m^{-2} (dans le cas d'entraxe de rails verticaux de 0,4 m) 0,67 m^{-2} (dans le cas d'entraxe de rails verticaux de 0,6 m)
Résistance thermique du parement en plaque de plâtre BA13	0,05 $m^2.K/W$

		Conductivité thermique utile de l'isolant					
		0,030		0,040		0,050	
		$E_1^* = 0,4$ m	$E_1^* = 0,6$ m	$E_1^* = 0,4$ m	$E_1^* = 0,6$ m	$E_1^* = 0,4$ m	$E_1^* = 0,6$ m
Épaisseur de l'isolant (mm)	80	2,42	2,56	1,92	2,01	1,61	1,67
	100	2,92	3,11	2,32	2,44	1,94	2,02

* : E_1 = Entraxe des rails verticaux

▲ **Tableau 73** : Résistances thermiques de la contre-cloison étudiée ($m^2.K/W$)



Risques de condensation

L'isolant visé étant classé non hydrophile et projeté directement sur le support, l'emploi du procédé en association aux murs en maçonnerie conformes au DTU 20.1 est limité aux murs de type I, IIa ou IV dans les zones d'expositions à la pluie et au vent pour lesquelles ces types de mur sont admis.

L'emploi du procédé en association aux murs en béton conformes au DTU 23.1 est limité aux murs de type I, II ou IV dans les zones d'expositions à la pluie et au vent pour lesquelles ces types de murs sont admis.

Note

Se reporter aux Avis Techniques des procédés et aux certificats CSTBat.

Étanchéité à l'air

L'acceptation des supports ayant permis de recenser les défauts éventuels d'étanchéité à l'air de la paroi à doubler, il convient d'y remédier avant la mise en œuvre de l'isolant.

L'isolant peut contribuer à l'étanchéité à l'air, conformément aux dispositions des Avis Techniques ou DTA de ces procédés d'isolation. On veillera particulièrement à l'étanchéité à l'air des traversées ainsi qu'au niveau des jonctions entre les menuiseries extérieures et la paroi à doubler.

Dispositions concernant l'étanchéité à l'air des contre-cloisons en plaques de plâtre :

- jonction en tête (sous plancher, sous plafond et rampant en plaque de plâtre) ;
- jonction en pied (sur sol brut et sur sol fini) ;
- incorporations d'équipements électriques ;
- jonction avec les menuiseries extérieures ;
- jonction avec les coffres de volets roulants ;
- incorporations d'équipements électriques.

Les principales dispositions sont détaillées plus loin (cf. 9.4.) « Liaisons et points singuliers à traiter ».

Note

Les gaines techniques (réseaux de fluides et gaines électriques) sont de préférence installées entre l'isolant et le parement intérieur dans l'espace vide généré par la pose de montants métalliques sur lesquels vient se fixer le parement intérieur (se reporter à l'Avis Technique ou DTA concerné).



Isolation acoustique

Se reporter à l'Avis Technique ou DTA concerné et aux procès-verbaux d'essais.

Stabilité et durabilité

Résistance aux chocs de corps mous

Les dispositions sont les suivantes :

- cas A : emploi dans des logements individuels (maisons individuelles, parties privatives des logements collectifs) et dans les bureaux dont les chocs d'occupation ne sont pas supérieurs à ceux des logements) : se reporter à l'Avis Technique ou DTA concerné.
- attention pour cas B : emplois autres que ceux visés dans le cas A : non autorisé pour ce type de contre-cloisons. Ce domaine d'emploi nécessite des dispositions particulières qui sont visées dans les DTA auxquels il convient de se reporter (mise en place de feuillard, réduction des entraxes, etc.).

Résistance aux chocs de corps durs

Les dispositions sont les suivantes :

- applications courantes : plaques de plâtre de type A – diamètre d'empreinte laissé par une bille de 500 g d'une hauteur de chute de 0,50 m : 20 mm maximum.
- zones particulièrement exposées aux chocs durs (escaliers, dégagements, circulations communes, etc.) : plaques de plâtre de type I (plaques haute dureté). présentant un diamètre d'empreinte laissé par une bille d'acier de 500 g d'une hauteur de chute de 0,50 m : 15 mm maximum.

Comportement aux pressions réparties (effets du vent)

Il convient de se reporter à l'Avis Technique ou au DTA concerné.

Sécurité incendie

Les isolants combustibles comme la mousse de polyuréthane doivent être protégés du feu par des parements remplissant un rôle d'écran.

Dans les bâtiments d'habitation comme dans les établissements recevant du public (ERP) , les parements en plaque de plâtre d'épaisseur 12,5 mm fixés sur ossature métallique conviennent. (Dispositions constructives du guide d'emploi des isolants combustibles dans les logements [e-Cahier du CSTB n° 3231, juin 2000] et dispositions constructives [art. II-1.1.1. Doublage des murs par l'intérieur] de l'annexe II « Guide d'emploi des isolants combustibles dans les ERP » – Article AM8 de l'arrêté du 6 octobre 2004.)



Comportement sismique

Du fait de sa catégorie et de sa localisation, le bâtiment peut nécessiter une justification de son comportement vis-à-vis de l'action sismique.

Lorsque tel est le cas et suivant les caractéristiques et dispositions de mise en œuvre du procédé d'isolation thermique par l'intérieur (masse et hauteur) :

- si celles-ci sont inférieures à celles indiquées plus haut (cf. 8.10.) et rappelées ci-dessous, il n'y a pas lieu d'effectuer de vérifications parasismiques spécifiques pour le procédé d'isolation thermique par l'intérieur ;
- dans le cas contraire, il convient de se reporter à une évaluation (Avis Technique ou DTA) ou une étude spécifique sur l'utilisation de ce procédé de cloisons de doublage en regard de l'exigence de bon comportement sous séisme.

Rappel : Les valeurs de h_{lim} et m_{lim} sont données ci-dessous :

Familles d'éléments non structuraux du cadre bâti	Domaine d'application par famille
Cloisons et doublages	$h_{lim} = 3,5 \text{ m}$ $m_{lim} = 25 \text{ kg/m}^2$

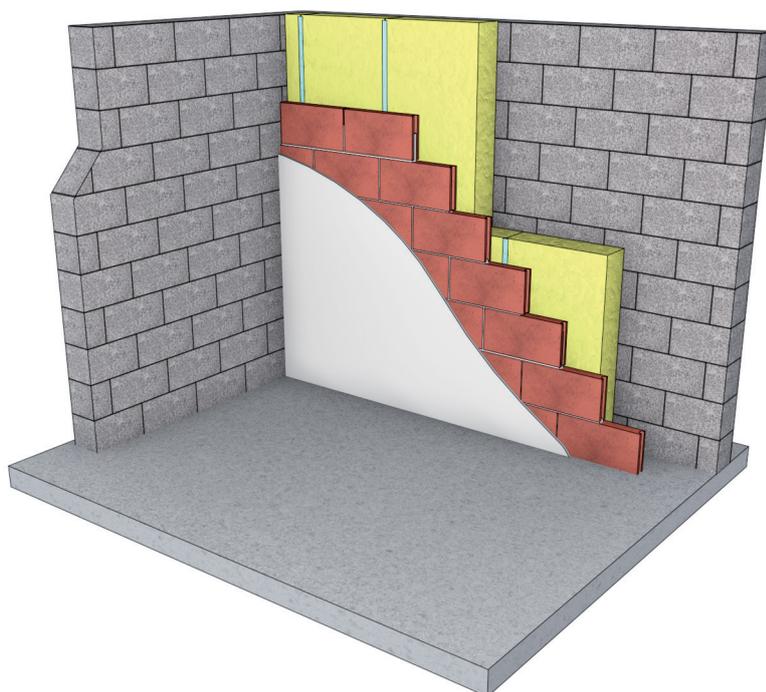
▲ **Tableau 74** : Valeurs de h_{lim} et de m_{lim} des cloisons et doublages sous sollicitations sismiques



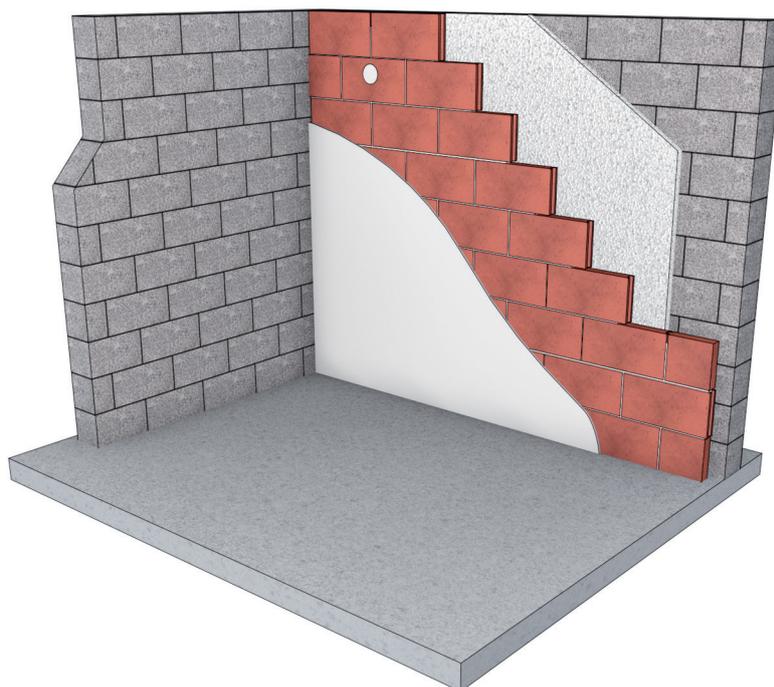
Fiche 14 – Contre-cloisons maçonnées (briques, blocs béton, béton cellulaire, carreaux de plâtre), avec isolant thermique en panneaux ou isolants en vrac insufflés dans la cavité



Il est important de respecter scrupuleusement les règles de l'art de mise en œuvre pour permettre d'atteindre dans l'ouvrage fini les performances déclarées et/ou certifiées des isolants.



▲ Figure 84 : Panneaux isolants (laine minérale, mousse alvéolaire, ouate de cellulose...) derrière une contre-cloison maçonnée



▲ Figure 85 : insufflation d'isolant en vrac (laine de verre ou ouate de cellulose) derrière une contre-cloison maçonnée

Description

Doublage de mur constitué de panneaux isolants insérés ou d'isolants en vrac insufflés entre le mur support et une contre-cloison maçonnée (brique, béton cellulaire, parpaing ou carreaux de plâtre).

Les isolants manufacturés et visés par des normes sont les laines minérales, les polystyrènes expansés, les mousses de polystyrène extrudé, les mousses rigides de polyuréthane, le verre cellulaire et les fibres de bois.

Les autres isolants doivent avoir fait l'objet d'une évaluation technique visant leur mise en œuvre dans ces procédés d'isolation thermique.

Dans les cas où l'isolant est mis en place avant la pose de la contre-cloison, il s'agit le plus souvent d'isolants manufacturés en panneaux ou rouleaux semi-rigides.

Lorsque l'isolant est mis en place après la pose de la contre-cloison, il s'agit d'un isolant en vrac (laine de verre ou ouate de cellulose imprégnées) insufflé dans le vide entre la contre-cloison et la paroi à doubler.

Statut et référentiels des produits et du procédé

Les cloisons maçonnées sont conformes aux normes suivantes :

- NF DTU 20.13 – Cloisons en maçonnerie de petits éléments pour les éléments de maçonnerie :
 - en terre cuite conformes aux normes NF EN 771-1 et NF EN 771-1/CN



- en béton de granulats conformes aux normes NF EN 771-3 et NF EN 771-3/CN
- en béton cellulaire autoclavé conformes aux normes NF EN 771-4 et NF EN 771-4/CN
- NF DTU 25.31 – Cloisons en carreaux de plâtre à parements lisses conformes aux normes NF EN 12859 (carreaux de plâtre) et NF EN 12860 (liants-colles à base de plâtre)

Les isolants manufacturés sont conformes aux normes suivantes :

- NF EN 13162 pour les laines minérales
- NF EN 13163 pour le polystyrène expansé (EPS)
- NF EN 13164 pour les mousses de polystyrène extrudé (XPS)
- NF EN 13165 pour les mousses rigides de polyuréthane (PUR)
- NF EN 13167 pour le verre cellulaire (CG)
- NF EN 13171 pour les fibres de bois (WF)

Les autres isolants en panneaux (ouate de cellulose, chanvre, etc.) font l'objet d'Avis Techniques et d'un cahier des prescriptions techniques des procédés d'isolation intérieure de murs à l'aide de produits manufacturés à base de fibres végétales ou animales (*e-Cahier du CSTB n° 3728*) auxquels il convient de se reporter.

Les procédés d'isolation par insufflation d'isolants en vrac (laine minérale ou ouate de cellulose) font l'objet d'Avis Techniques et d'un cahier des prescriptions techniques communes de mise en œuvre d'isolation thermique de murs par insufflation d'isolant en vrac (*e-Cahier du CSTB n° 3723*) auxquels il convient de se reporter.

Dispositions dans les locaux humides

Contre-cloisons en carreaux de plâtre

La norme NF DTU 25.31 P1.1 (en cours de révision) précise les dispositions à prendre pour la protection des pieds des cloisons dans les locaux humides EB et EB+privatifs.

Le recours à des carreaux de plâtre hydrofugés est recommandé dans les locaux humides EB+privatifs.

Dans les locaux EB+collectifs, le choix du type de carreau de plâtre et sa mise en œuvre sont définis dans des DTA auxquels il convient de se référer.

Contre-cloisons en éléments de terre cuite, de béton de granulats et de béton cellulaire autoclavé

La norme NF DTU 20.13 P1.1 précise pour chaque type de contre-cloison et en fonction du type d'enduit et de matériau de hourdage, les dispositions à prendre dans les locaux humides EB, EB+privatifs, EB+collectifs et EC.



À titre d'exemple, la norme prescrit de mettre en œuvre l'une des dispositions suivantes dans le cas des cloisons en béton cellulaire autoclavé :

- soit exécuter un socle en béton ou en mortier dépassant de 2 cm le niveau du sol fini sur lequel reposera la cloison afin d'éviter les remontées capillaires et les dégradations des revêtements en pied de cloison qui résulteraient de contacts trop fréquents ou prolongés avec l'eau ;
- soit disposer, en pied de cloison pour des longueurs inférieures ou égales à 3,50 m, un profilé plastique en forme de U de largeur égale à l'épaisseur de la cloison et de hauteur d'ailes telle que ces dernières affleurent à 2 cm au-dessus du niveau du sol fini ou une imperméabilisation (retour d'équerre) ;
- soit adopter la pose commune pour les cas courants, s'il est prévu l'application de protection par « Système de protection à l'eau sous carrelage » (SPEC) conformément au CPT « Revêtements céramiques collés ».

Lorsque les produits ou procédés font l'objet d'Avis Techniques ou de DTA, il convient de se reporter à ces documents pour les dispositions concernant les locaux humides.

Revêtements en carreaux céramiques

Les dispositions constructives à appliquer en fonction du type de locaux et du support sont décrites dans la norme NF DTU 52-2 « Pose collée des revêtements céramiques et assimilés — Pierres naturelles ».

Les systèmes de protection à l'eau sous carrelage font l'objet d'Avis Techniques il convient de se reporter au document concerné, notamment en ce qui concerne leur mise en œuvre dans les zones d'emprises des bacs à douche et des baignoires, à la jonction avec les appareils sanitaires, banquettes, dans les angles ou raccords avec les sols, aux passages de canalisations.

Les colles à carrelage font l'objet de certificats Certifié CSTB Certified.

Valeurs tabulées des ponts thermiques intégrés

Lorsque les contre-cloisons sont autostables sans liaison avec la paroi à doubler (éléments de terre cuite, de béton de granulats ou carreaux de plâtre), il n'y a pas de pont thermique si l'isolant n'est pas perforé et que les panneaux isolants sont bien jointifs.

Dans le cas particulier des contre-cloisons en béton cellulaire, la présence d'attaches métalliques à la paroi support induit les ponts thermiques suivants :

Épaisseur d'isolant (mm)		80	200
Béton cellulaire – Attache métallique	$\chi_{attache}$ (W/K)	0,011	0,009

▲ Tableau 75 : Ponts thermiques intégrés à la paroi étudiée



Exemples d'application

Exemple 1 : cas d'une contre-cloison en briques

Hypothèses

Résistance thermique d'une contre-cloison en brique plâtrière de 4 cm	0,054 m ² .K/W
Résistance thermique d'un enduit plâtre de 10 mm	0,018 m ² .K/W

		Conductivité thermique de l'isolant (W/(m.K))					
		0,025	0,030	0,035	0,040	0,045	0,050
Épaisseur de l'isolant (mm)	80	3,27	2,74	2,36	2,07	1,85	1,67
	100	4,07	3,40	2,93	2,57	2,29	2,07
	120	4,87	4,07	3,50	3,07	2,74	2,47
	140	5,67	4,74	4,07	3,57	3,18	2,87
	160	6,47	5,40	4,64	4,07	3,63	3,27

▲ Tableau 76 : Résistances thermiques de la paroi étudiée étudiée (m².K/W)

Exemple 2 : Cas d'une contre-cloison en carreaux de plâtre

Hypothèses :

Résistance thermique d'une contre-cloison en carreaux de plâtre de 5 cm	0,200 m ² .K/W
---	---------------------------

		Conductivité thermique de l'isolant (W/(m.K))					
		0,025	0,030	0,035	0,040	0,045	0,050
Épaisseur de l'isolant (mm)	80	3,40	2,87	2,49	2,20	1,98	1,80
	100	4,20	3,53	3,06	2,70	2,42	2,20
	120	5,00	4,20	3,63	3,20	2,87	2,60
	140	5,80	4,87	4,20	3,70	3,31	3,00
	160	6,60	5,53	4,77	4,20	3,76	3,40

▲ Tableau 77 : Résistances thermiques de la paroi étudiée étudiée (m².K/W)

Exemple 3 : cas d'une contre-cloison en béton cellulaire

Hypothèses :

Résistance thermique d'une contre-cloison en en béton cellulaire de 7 cm (source Th-Bât)	0,350 m ² .K/W
Résistance thermique d'un enduit plâtre de 10 mm	0,018 m ² .K/W
Densité d'appuis métalliques	1 m ⁻²

		Conductivité thermique de l'isolant (W/(m.K))					
		0,025	0,030	0,035	0,040	0,045	0,050
Épaisseur de l'isolant (mm)	80	3,53	3,30	3,10	2,92	2,76	2,63
	100	4,30	4,01	3,76	3,54	3,35	3,18
	120	5,06	4,72	4,42	4,16	3,93	3,73
	140	5,82	5,42	5,07	4,77	4,51	4,28
	160	6,57	6,12	5,73	5,39	5,09	4,82

▲ Tableau 78 : Résistances thermiques de la paroi étudiée (m².K/W)

Exemple 4 : cas d'une contre-cloison en bloc de béton (parpaing)

Hypothèses :

Résistance thermique d'une contre-cloison en bloc béton de 4 cm	0,057 m ² .K/W
Résistance thermique d'un enduit plâtre de 10 mm	0,018 m ² .K/W

		Conductivité thermique de l'isolant (W/(m.K))					
		0,025	0,030	0,035	0,040	0,045	0,050
Épaisseur de l'isolant (mm)	80	3,27	2,74	2,36	2,07	1,85	1,67
	100	4,07	3,41	2,93	2,57	2,30	2,07
	120	4,87	4,07	3,50	3,07	2,74	2,47
	140	5,67	4,74	4,07	3,57	3,19	2,87
	160	6,47	5,41	4,65	4,07	3,63	3,27

▲ Tableau 79 : Résistances thermiques de la paroi étudiée (m².K/W)

Risques de condensation

Cas des isolants en laine minérale, en polystyrène expansé, polystyrène extrudé et polyuréthane

Ces isolants étant classés non hydrophiles, tous les types de murs de façade sont compatibles avec ces procédés d'isolation thermique par l'intérieur, à savoir :

- murs en béton banché (DTU 23.1) de type I, II, III et IV en fonction de leur résistance à la pénétration de la pluie ;
- murs maçonnés (pierre, brique, blocs de béton) avec ou sans enduit extérieur (DTU 20.1) de type I, IIa, IIb, III et IV en fonction de leur résistance à la pénétration de la pluie.

Cas des isolants d'origine végétale (ouate de cellulose, fibre bois, chanvre, etc.)

Ces isolants étant hydrophiles, seuls les types de murs de façade suivants sont compatibles avec ces procédés d'isolation thermique par l'intérieur, à savoir :

- murs en béton banché (DTU 23.1) de types I, III et IV en fonction de leur résistance à la pénétration de la pluie ;
- murs maçonnés (pierre, brique, blocs de béton) avec ou sans enduit extérieur (DTU 20.1) de type I et IV en fonction de leur résistance à la pénétration de la pluie.

Étanchéité à l'air

Il convient de remédier aux défauts éventuels d'étanchéité à l'air de la paroi à doubler avant mise en œuvre de l'isolant. On veillera particulièrement à l'étanchéité à l'air des traversées ainsi que des jonctions entre les menuiseries extérieures et la paroi à doubler.



Dispositions concernant l'étanchéité à l'air des contre-cloisons :

- jonction en tête (sous plancher, sous plafond et rampant en plaque de plâtre) ;
- jonction en pied (sur sol brut et sur sol fini) ;
- incorporations d'équipements électriques ;
- jonction avec les menuiseries extérieures ;
- jonction avec les coffres de volets roulants ;
- incorporations d'équipements électriques.

Isolation acoustique

Ces éléments maçonnés étant des produits très rayonnants sur le plan acoustique (rigide et léger), le principal risque est l'augmentation forte des transmissions latérales directement de la contre-cloison aux planchers et/ou aux refends.

Il est important de ménager a minima une désolidarisation en tête ou en pieds en respectant les dispositions des normes NF DTU correspondantes ou les dispositions prévues dans les Avis Techniques.

Lorsqu'une exigence particulière est imposée à la cloison en termes d'isolation acoustique, son comportement acoustique peut être amélioré, vis-à-vis des transmissions latérales, en interposant entre leurs bords et la structure, sur tout ou partie de leurs pourtours, une bande de matériaux résilients (voir critères de choix dans la norme NF DTU 20.13 P1-2).

Note

Ce matériau résilient remplace également les bandes habituellement employées pour la désolidarisation vis-à-vis des déformations du gros œuvre. En l'absence de données acoustiques concernant les contre-cloisons avec panneaux isolants à base de mousse alvéolaire, il est recommandé d'éviter leur emploi en logements collectifs ou en maisons en bande.

Stabilité et durabilité

La norme NF DTU 21.13 P1.1 définit le dimensionnement, l'espacement maximal entre raidisseurs ainsi que les autres spécificités de mise en œuvre des panneaux de contre-cloison en :

- brique de terre cuite ;
- blocs de béton ;
- béton cellulaire.

Attaches des contre-cloisons sur la paroi à doubler :

- Brique de terre cuite d'épaisseur inférieure ou égale à 6 cm et enduite au plâtre B7 ou par un enduit à base de liants hydrauliques : la contre-cloison doit être reliée à la paroi qu'elle double en disposant des attaches métalliques non corrodables et de forme telle qu'elles ne conduisent pas l'eau vers l'intérieur de



la construction, environ tous les mètres et dans chaque sens. Toutefois, si la hauteur de la cloison ne dépasse pas 2,70 m, il est admis de ne pas mettre en œuvre d'attache.

- Béton cellulaire en carreaux de 5 cm d'épaisseur : la contre-cloison doit être reliée à la paroi qu'elle double en disposant des attaches environ tous les mètres et dans chaque sens. Si un enduit est prévu, seuls sont admis les enduits traditionnels à base de plâtre ou les enduits de ragréage à base de plâtre.
- Béton cellulaire en carreaux de 7 cm d'épaisseur et revêtu d'un enduit à base de liants hydrauliques ou de plâtre à haute dureté (B7, ex THD) : la contre-cloison doit être reliée à la paroi qu'elle double en disposant des attaches environ tous les mètres et dans chaque sens. Toutefois, si la hauteur de la cloison ne dépasse pas 2,50 m, il est admis de ne mettre en œuvre qu'une file d'attaches (disposées environ tous les mètres) à mi-hauteur de la cloison.
- Béton cellulaire en carreaux de 10 cm d'épaisseur minimale brute revêtu ou non d'un enduit à base de liants hydrauliques ou de plâtre à haute dureté (B7, ex THD) : les attaches mentionnées ci-dessus ne sont pas nécessaires.

La norme NF DTU 25.31 définit le dimensionnement, l'espacement maximal entre raidisseurs ainsi que les autres spécificités de mise en œuvre des panneaux de contre-cloison en carreaux de plâtre.

Note

La norme NF DTU 25.31 ne prescrit pas d'attaches des contre-cloisons en carreaux de plâtre d'épaisseur 5 à 10 cm.

Sécurité incendie

Réaction au feu

Les isolants combustibles (PSE, XPS, PUR, isolants d'origine végétale ou animale) doivent être protégés du feu par des parements remplissant un rôle d'écran.

Dans les bâtiments d'habitation comme dans les établissements recevant du public (ERP), les contre-cloisons maçonnées assurent ce rôle d'écran conformément aux dispositions constructives du guide d'emploi des isolants combustibles dans les logements (*e-Cahier du CSTB* n° 3231, juin 2000) et aux dispositions constructives (art. II-1.1.1. Doublage des murs par l'intérieur) de l'annexe II « Guide d'emploi des isolants combustibles dans les ERP » – Article AM8 de l'arrêté du 6 octobre 2004.

Les isolants en laine minérale visés étant classés au moins A2,s2,d0 (ou M0), ils ne sont pas visés par les dispositions de ces guides.



Pour les isolants en ouate de cellulose, les avis techniques précisent leur compatibilité avec les dispositions de ces guides.

Compte tenu de leur faible masse calorifique, les pare-vapeur combustibles sont admis dans les contre-cloisons sans disposition particulière de protection.

Résistance au feu

Les contre-cloisons visées sont susceptibles d'améliorer la résistance au feu des parois. Il convient dans ce cas de se référer aux procès-verbaux de résistance au feu des parois doublées concernées et prendre les produits visés et de respecter les dispositions de mise œuvre définies dans ces documents.

Comportement sismique

Par référence à l'arrêté du 22 octobre 2010 (relatif à la classification et aux règles de construction parasismique applicables aux bâtiments de la classe dite « à risque normal »), il peut se révéler nécessaire de justifier, selon la localisation du bâtiment, de la tenue des éléments structuraux vis-à-vis des actions sismiques.

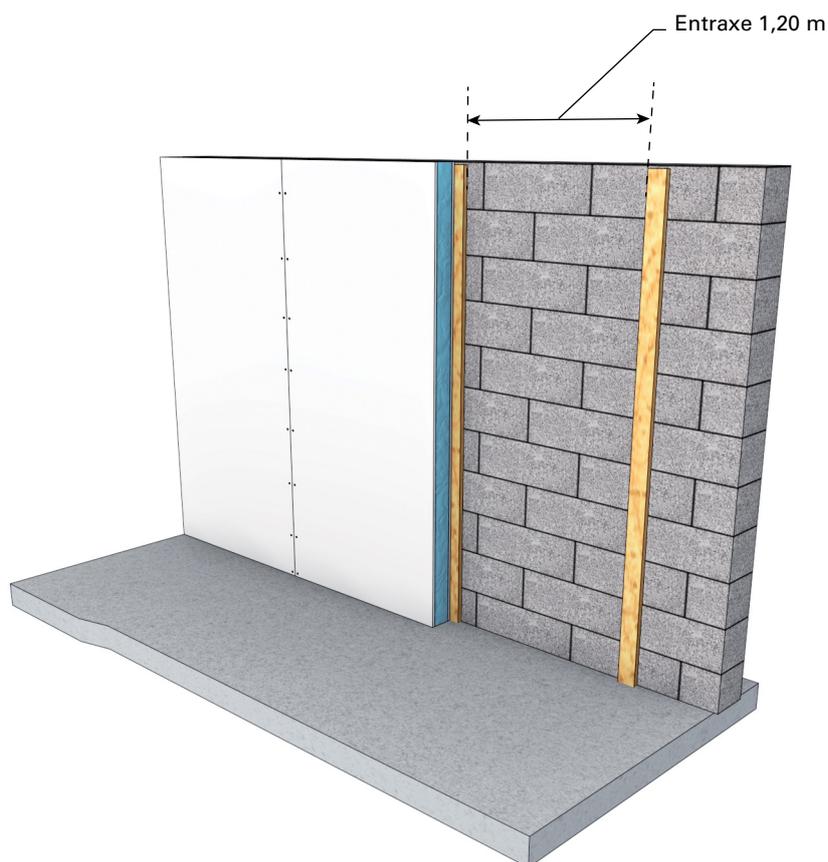
Lorsque de telles vérifications sont exigées, il est également nécessaire de justifier de la tenue sous action sismique des éléments non structuraux. Les contre-cloisons maçonnées visées par cette fiche ayant toutes une masse surfacique supérieure à la masse limite m_{lim} de 25 kg/m² définie dans le guide « Dimensionnement parasismique des éléments non structuraux du cadre bâti », appelé couramment guide ENS, la justification de ces éléments vis-à-vis du risque sismique se révèle alors nécessaire.

Elle peut prendre la forme d'une évaluation (Avis Technique ou DTA) ou d'une étude spécifique sur l'utilisation d'un procédé en regard de l'exigence de bon comportement sous séisme, dans le cas où ce procédé ne relèverait pas des modèles et approches proposés par la norme NF EN1998-1.

Fiche 15 – Sandwiches d'isolation thermique (plaque-isolant-plaque) fixés sur ossature bois



Il est important de respecter scrupuleusement les règles de l'art de mise en œuvre pour permettre d'atteindre dans l'ouvrage fini les performances déclarées et/ou certifiées des isolants.



▲ Figure 86 : Sandwiches d'isolation thermique (plaque-isolant-plaque) fixés sur ossature bois verticale

Description

Doublage de mur béton ou de murs maçonnés constitué de sandwichs d'isolation thermique, fixés mécaniquement par vissage tous les 30 cm sur des tasseaux bois verticaux espacés de 1,20 m.

Les sandwichs sont obtenus par collage d'un panneau isolant (laine minérale, polystyrène expansé rigide, polystyrène extrudé ou polyuréthane) entre deux plaques de plâtre dont l'une peut être revêtue d'un pare-vapeur.

Note

La fixation des panneaux sandwichs sur ossature bois horizontale n'est pas prévue dans ce guide car elle n'est pas compatible avec la réalisation de murs de type II et III du fait de la disposition des tasseaux.



Cas particulier des pieds-droits

En variante à la pose sur tasseaux verticaux décrite plus haut, un autre mode de pose est possible lorsque la hauteur du pied-droit n'excède pas 1,70 m.

Dans ce cas, les sandwichs sont fixés en applique par vissage en pied et en tête, sur une ossature comportant une lisse haute et une lisse basse. L'épaisseur du panneau sandwich doit être au moins égale à 60 mm.

Une clavette d'épaisseur égale à celle de l'isolant est disposée à mi-hauteur et solidarisée aux parements par vissage de part et d'autre du joint vertical entre panneaux.

Statut et référentiels des produits et du procédé

Le procédé est traditionnel et sa mise en œuvre est décrite dans la norme NF DTU 25.42 « Ouvrages de doublage et habillage en complexes et sandwichs plaques de plâtre et isolant ».

Si les produits, la configuration ou la mise en œuvre diffèrent des dispositions décrites dans le DTU visé ci-dessus, ces produits font l'objet d'un DTA.

Les constituants utilisés : sandwichs, enduits de traitements des joints et vis sont visés par des normes NF EN et sont identifiables par un marquage CE ainsi que pour la plupart d'entre eux par des marques de qualité (voir [ANNEXE A]).

Les tasseaux bois doivent avoir une durabilité naturelle ou conférée compatible avec une utilisation en classe d'emploi 3a selon le fascicule de documentation FDP 20-651. La durabilité naturelle du bois est définie par référence à la norme NF EN 350-2. Pour les bois à durabilité conférée, les exigences de pénétration et de rétention conformes aux prescriptions de la norme NF B 50-105-3.

Parements dans les locaux humides

Dans les locaux privatifs classés EB+ (salles de bains, douches), les plaques de plâtre doivent être de type H1 (plaques hydrofugées) et le traitement des joints réalisé à l'aide d'enduits hydrofugés. Les rebouchages sont réalisés avec des mortiers ou des enduits hydrofugés. À défaut de recours à des enduits hydrofugés, des protections à l'eau sous carrelage doivent être mises en œuvre dans les zones d'aspersion.

Excepté dans les locaux classés EA, le pied des sandwichs doit être protégé afin d'éviter les remontées capillaires.

Les dispositions constructives sont détaillées plus loin (cf. 9.4.4.).

Pour les autres locaux humides classés EB+ collectifs, des produits et des dispositions particulières sont à prévoir (cf. DTA).

Valeurs tabulées des ponts thermiques intégrés

Épaisseur d'isolant (mm)	Vissage sur ossature bois	
	80	140
χ_{fixation} (W/(m.K))	0,004	0,004

▲ **Tableau 80** : Ponts thermiques intégrés à la paroi étudiée

Exemple d'application

Hypothèses avec lame d'air de 20 mm correspondant à l'épaisseur des tasseaux :

Parement intérieur : résistance thermique de la plaque de plâtre BA10	0,050 m ² .K/W
Parement extérieur : résistance thermique de la plaque de plâtre BA10	0,050 m ² .K/W
Densité des fixations (1/0,3 x 1,20)	2,8 m ²

Épaisseur de l'isolant (mm)		Conductivité thermique de l'isolant (W/(m.K))					
		0,025	0,030	0,035	0,040	0,045	0,050
80	3,34	2,85	2,50	2,23	2,02	1,85	
	4,06	3,46	3,03	2,69	2,44	2,23	
	4,77	4,06	3,55	3,16	2,85	2,60	
	5,47	4,65	4,06	3,61	3,26	2,97	

▲ **Tableau 81** : Résistance thermique du panneau sandwich mis en œuvre (m².K/W)

Risques de condensation

Les sandwiches ont été classés en deux catégories P2 et P3 en fonction de la perméance à la vapeur d'eau des produits.

Critères

Ce classement dépend :

- de la nature de l'isolant ;
- de l'épaisseur de l'isolant pour les isolants en plastique alvéolaire : polystyrène expansé, extrudé, mousse de polyuréthane ;
- de la présence ou non d'un pare-vapeur sur la plaque de plâtre.

Destination des sandwiches marqués P2 et P3

- Sandwiches marqués P2 : généralement destinés aux murs en béton d'épaisseur inférieure à 15 cm et dont la résistance thermique est inférieure à 0,086 m².K/W.
- Sandwiches avec pare-vapeur marqués P3 : destinés aux murs en maçonnerie ou en béton situés en zones très froides (température de base inférieure à - 15 °C ou par une altitude supérieure ou égale à 900 m), aux murs de locaux dont la destination rend nécessaire la présence d'un pare-vapeur (cf. norme NF DTU 25.42).



Le (Tableau 82) issu de l'article 4.5 « Condensations dans l'épaisseur – emploi des complexes et sandwichs dans les locaux » de la norme NF DTU 25.42 P1-1 définit le domaine d'emploi des sandwichs dans les locaux courants (habitation, bureaux, etc.), en fonction des risques de condensation. Pour les locaux à forte hygrométrie tels que certains locaux industriels, locaux sanitaires de collectivités, laverie, etc., on se réfère aux règles définies dans le DTU 20.1.

Référence	Épaisseur isolant (en mm)	Marquage*	Pose	Supports neufs possibles types de murs obtenus				Application sur murs anciens
				Maçonnerie NF DTU 20.1	Béton e ≥ 15 cm NF DTU 23.1	Béton pré-fabriqués NF DTU 22.1	Pose en zones très froides	
Sandwich	20 ≤ e ≤ 120 20 ≤ e ≤ 100	P2	en cloison de doublage	Oui type IIb ou III	Oui type II ou III	Oui	Oui	Oui
Sandwich avec pare-vapeur	20 ≤ e ≤ 120 20 ≤ e ≤ 100	P3	en cloison de doublage	Oui type IIb ou III	Oui type II ou III	Oui	Oui	Oui

* Classe de perméance : au marquage, l'indication de la nature de l'isolant figure sous forme codée (cf. tableau informations utiles complémentaires figurant au verso du certificat CSTBât).

▲ **Tableau 82** : Tableau d'emploi des sandwichs en fonction des risques de condensation (extrait de la norme NF DTU 25.42)

Étanchéité à l'air

L'acceptation des supports ayant permis de recenser les défauts éventuels d'étanchéité à l'air de la paroi existante, il convient d'y remédier avant mise en œuvre des panneaux sandwichs. On veillera particulièrement à l'étanchéité à l'air des traversées ainsi que des jonctions entre les menuiseries extérieures et la paroi à doubler.

Dispositions concernant l'étanchéité à l'air des sandwichs :

- jonction en tête (sous plancher et sous plafond plaques de plâtre) ;
- jonction en pied (sur sol brut et sur sol fini) ;
- jonction avec les menuiseries extérieures et les volets roulants ;
- passage de canalisations, boîtiers électriques.

Le passage des gaines et des canalisations électriques doit être effectué avant la pose du parement.

Ces dispositions sont détaillées au § « Liaisons et points singuliers à traiter » (cf. 9.4.).

Isolation acoustique

À ce jour, il n'existe pas de données acoustiques significatives sur ce type de mise en œuvre. Cette solution, dont l'isolant est rigide pour des raisons mécaniques, est donc à éviter en logement collectif ou en maison en bande.

Stabilité et durabilité

Résistance aux chocs de corps mous

Tous les produits visés dans la norme NF DTU 25.42 satisfont aux exigences requises pour les énergies de chocs de 60, 120 et 240 joules.

Note

L'utilisation de panneaux sandwichs en constitution de cloisons de distribution isolante n'est pas visée par la norme NF DTU 25.42 car ces cloisons ne satisfont pas aux exigences requises pour ces énergies de choc en l'absence de fixation des panneaux sur les parois supports.

Résistance aux chocs de corps durs

Les dispositions sont les suivantes :

- applications courantes : plaques de plâtre de type A (standard) présentant un diamètre d'empreinte laissé par une bille d'acier de 500 g d'une hauteur de chute de 0,50 m : 20 mm maximum ;
- zones particulièrement exposées aux chocs durs (escaliers, dégagements, circulations communes, etc.) : plaques de plâtre de type I (plaques haute dureté) présentant un diamètre d'empreinte laissé par une bille d'acier de 500 g d'une hauteur de chute de 0,50 m : 15 mm maximum.

Sécurité incendie

Le type et l'épaisseur des parements des panneaux sandwichs de doublage dépendent de la destination des bâtiments.

Les dispositions correspondantes sont définies :

- pour les bâtiments d'habitation dans le « Guide de l'isolation thermique par l'intérieur des bâtiments d'habitation du point de vue des risques en cas d'incendie » (*e-Cahier du CSTB* n° 3231, de juin 2000) ; la plaque de plâtre du panneau de doublage doit avoir une épaisseur minimale de 9,5 mm (BA10) quelle que soit la nature de l'isolant visé par le guide ;
- pour les établissements recevant du public dans l'annexe II « Guide d'emploi des isolants combustibles dans les ERP » de l'article AM8 de l'arrêté du 6 octobre 2004. La plaque de plâtre du panneau de doublage doit avoir une épaisseur minimale de 12,5 mm (BA13) lorsque l'isolant associé est combustible (classement inférieur à A2, s2, d0, cas des isolants alvéolaires).

Dans le cas des panneaux sandwichs avec isolant en laine minérale (classement minimal A2, s2, d0), une épaisseur de plaque de plâtre de 9,5 mm suffit si une autre exigence que le comportement au feu ne requiert pas une épaisseur supérieure.



Comportement sismique

Du fait de sa catégorie et de sa localisation, le bâtiment peut nécessiter une justification de son comportement vis-à-vis de l'action sismique.

Lorsque tel est le cas :

- si les caractéristiques et les dispositions de mise en œuvre du procédé de plafond (masse et hauteur) sont inférieures aux seuils indiqués (cf. 8.9.) et rappelées ci-après, il n'y a pas lieu d'effectuer de vérification parasismique spécifique ;
- à défaut, il convient de se reporter à une évaluation (Avis Technique ou DTA) ou de disposer d'une étude spécifique sur l'utilisation de ce procédé de plafond en regard de l'exigence de bon comportement sous séisme.

Rappel : les valeurs de h_{lim} et m_{lim} sont données ci-après (Tableau 83) :

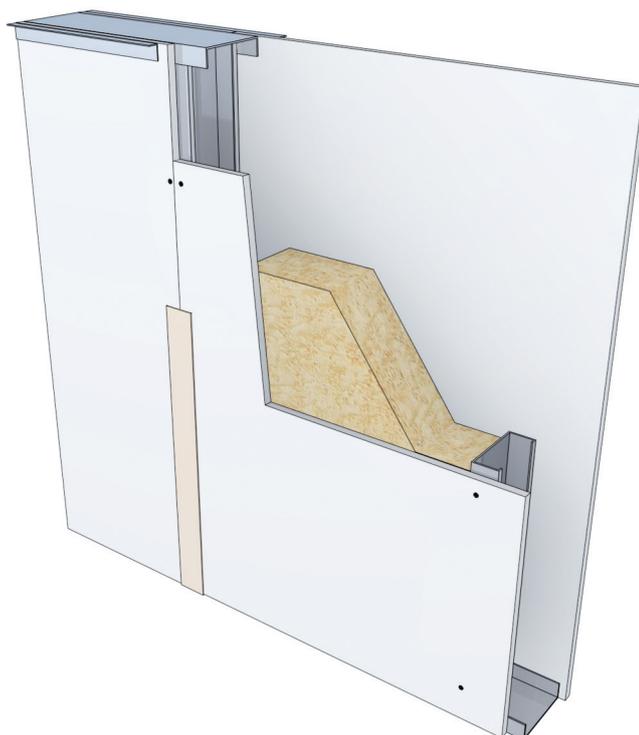
Familles d'éléments non structuraux du cadre bâti	Domaine d'application par famille
Cloisons et doublages	<ul style="list-style-type: none"> • $h_{lim} = 3,5$ m • $m_{lim} = 25$ kg/m²

▲ Tableau 83 : Valeurs de h_{lim} et de m_{lim} des cloisons et doublages sous sollicitations sismiques

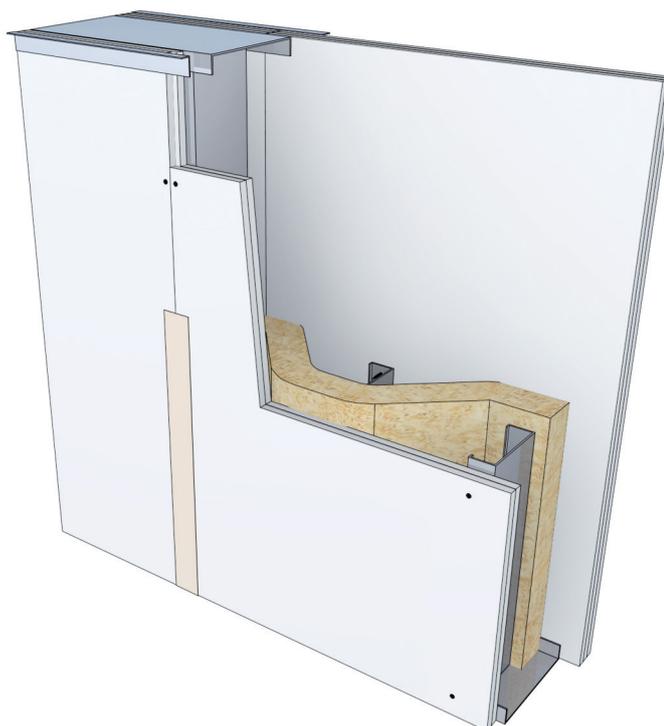
Fiche 16 – Cloisons non porteuses en plaques de plâtre sur ossature métallique avec isolant thermique incorporé ou doublage rapporté



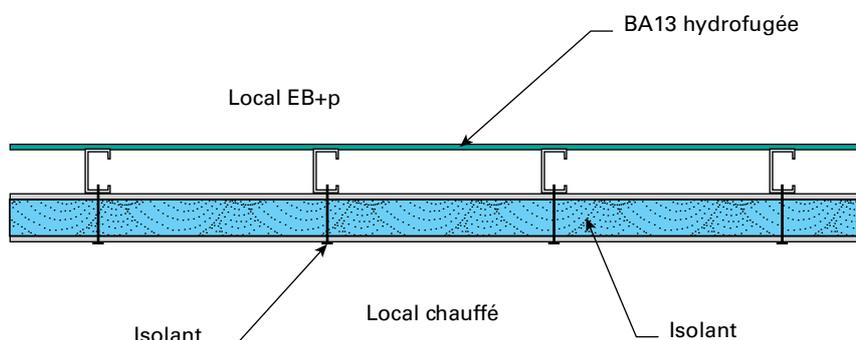
Il est important de respecter scrupuleusement les règles de l'art de mise en œuvre pour permettre d'atteindre dans l'ouvrage fini les performances déclarées et/ou certifiées des isolants.



▲ Figure 87 : Exemple de cloison distributive avec isolant incorporé



▲ Figure 88 : Exemple de cloison séparative avec isolant incorporé



▲ Figure 89 : Exemple de doublage thermique rapporté sur un parement de cloison à ossature métallique – Coupe horizontale

Description

Ces procédés d'isolation thermique concernent les séparations intérieures non porteuses entre locaux chauffés et non chauffés. Ils consistent soit à insérer un isolant thermique, en panneaux ou rouleaux rigides ou semi-rigides, dans les cavités des cloisons en plaques de plâtre sur ossature métallique, soit à rapporter sur l'un des parements des cloisons, un complexe de doublage collé ou une contre-cloison sur ossature métallique incorporant elle-même un isolant thermique en panneaux ou rouleaux rigides ou semi-rigides.

Le parement de la cloison est constitué d'une ou deux plaques de plâtre vissées sur des montants métalliques verticaux, emboîtées haut et bas sur des rails métalliques fixés sur le support. Les montants peuvent être simples ou doubles. Leur entraxe est généralement de 0,60 m. Il

est réduit à 0,40 m pour augmenter la hauteur admissible du montage ou la raideur du parement sous carrelage dans les pièces humides.

Dans le cas des cloisons séparatives, deux files indépendantes d'ossature métallique verticale, décalée d'un demi-entraxe, permettent de s'affranchir des ponts thermiques intégrés dus à la liaison métallique entre les deux parements des cloisons.

Dans le cas des doublages rapportés sur un des parements, les dispositions de mise en œuvre et le comportement thermique sont identiques aux cas de doublage de parois béton ou maçonnées.

Les procédés de doublage par complexe plaques de plâtre et isolant sont décrits dans la [FICHE 8].

Note

En cas de mise en œuvre d'un complexe de doublage par vissage direct sur l'ossature métallique d'une cloison à travers son parement, il convient de noter que l'entraxe des ossatures doit être de 40 cm si le parement du complexe de doublage est une plaque de plâtre BA10, et 60 cm s'il s'agit d'une plaque de plâtre BA13.

Les procédés de doublage par contre-cloison en plaque de plâtre sur ossature métallique sont décrits, selon les types de montages, dans la [FICHE 9] ou dans la [FICHE 10].

Lorsqu'un pare-vapeur est nécessaire, celui est collé au dos de la plaque de plâtre ou mis en œuvre conformément aux dispositions particulières prévues dans le DTA.

Statut et référentiels des produits et du procédé

Les procédés de cloisons distributives et de doublage rapporté sur les cloisons sont traditionnels et leurs mises en œuvre sont décrites dans les normes NF DTU 25.41 « Ouvrages en plaques de plâtre – plaques à faces cartonnées » et NF DTU 25.42 « Ouvrages de doublage et habillage en complexes et sandwichs plaques de parement en plâtre et isolant ».

Si un produit, une configuration ou une mise en œuvre diffère des dispositions des normes NF DTU, ces produits font l'objet d'Avis Techniques ou de DTA auxquels il convient de se référer.

Les procédés de cloisons séparatives relèvent de la procédure des DTA auxquels il convient de se référer.

Les constituants utilisés : éléments d'ossatures, plaques de plâtre, enduits de traitements des joints, vis et isolants sont visés par des normes et sont identifiables par un marquage CE ainsi que pour la plupart d'entre eux par des marques de qualité (voir annexe statut des procédés).

Les isolants incorporés dans les cavités des cloisons à ossature métallique et les prescriptions de mise en œuvre sont définies dans la norme NF DTU 25.41 P1.1 ou dans les DTA des procédés. Ils font également l'objet d'un marquage CE ainsi que pour la plupart d'entre eux de marques de qualité.



Parements dans les locaux humides

Dans les locaux classés EB+ privés (salles de bains, douches, celliers non chauffés, garages), les plaques de plâtre doivent être de type H1 (plaques hydrofugées) et le traitement des joints réalisé à l'aide d'enduits hydrofugés. Les rebouchages sont réalisés avec des mortiers ou des enduits hydrofugés. À défaut de recours à des enduits hydrofugés, des protections à l'eau sous carrelage doivent être mises en œuvre dans les zones d'aspersion.

Excepté dans les locaux classés EA, le pied des contre-cloisons doit être protégé afin d'éviter les remontées capillaires.

Pour les autres locaux humides, des produits et des dispositions particulières sont à prévoir (cf. Avis Techniques ou DTA).

Valeurs tabulées des ponts thermiques intégrés

	Disposition de l'ossature	ψ Montant simple (W/(m.K))	ψ Montant double (W/(m.K))
Cloisons de distribution	Ossature traversant 100 % de l'isolation	0,11	0,17
Cloisons séparatives avec double couche d'isolant disposé à plat	Ossature traversant 50 % de l'isolation	0,02	0,03
Cloisons séparatives avec simple couche d'isolant disposé en onde et non comprimé	Ossature ne comprimant pas l'isolant	#0*	#0*

* lorsque les ossatures ne traversent pas l'isolant de la cloison, les ponts thermiques intégrés peuvent être négligés.

▲ **Tableau 84** : Ponts thermiques intégrés induit par les ossatures métalliques

La valeur des ponts thermiques intégrés χ induits par les fixations métalliques ponctuelles des complexes visés est de 0,007 W/K.

Exemples d'application

Exemple 1 : cloison de distribution, montants simples 70 et 100 – entraxe 0,60 m

Hypothèses :

Épaisseurs d'isolant	70 et 100 mm
Entraxe des montants – Montants simples	0,60 m
Résistance thermique des parements plaques de plâtre 2 x 1 BA13 ou 2 x 1BA15	0,10 m ² .K/W



		Conductivité thermique de l'isolant (W/(m.K))					
Épaisseur isolant	Montants Épaisseur et disposition	0,025	0,030	0,035	0,040	0,045	0,050
70	70 simples	1,74	1,54	1,39	1,26	1,16	1,07
70	70 doubles	1,41	1,27	1,15	1,06	0,98	0,91
100	100 simples	2,16	1,94	1,76	1,62	1,49	1,39
100	100 doubles	1,69	1,54	1,42	1,32	1,23	1,15

▲ **Tableau 85** : Résistances thermiques de la cloison étudiée (m².K/W)

Exemple 2 : cloison séparative, montants simples 70 mm et montants doubles 48 mm – entraxe 0,60 m

Hypothèses

Épaisseurs d'isolant	1 x 85 et 2 x 45 mm
Entraxe des montants – Montants simples 70	0,60 m
Entraxe des montants – Montants doubles 48	0,60 m
Résistance thermique des parements plaques de plâtre 2 x 2 BA13	0,2 m ² .K/W

		Conductivité thermique de l'isolant (W/(m.K))						
Épaisseur isolant	Disposition	Montants Épaisseur et disposition	0,025	0,030	0,035	0,040	0,045	0,050
1 x 85	En onde	70 simples	3,60	3,03	2,63	2,33	2,09	1,90
2 x 45	À plat	48 doubles	2,94	2,55	2,26	2,04	1,85	1,70

▲ **Tableau 86** : Résistances thermiques de la cloison étudiée (m².K/W)

Exemple 3 : Cloison distributive, montants simples entraxe 0,40 m avec doublage par complexe vissé du côté du local chauffé.

Hypothèses :

Pas d'isolant entre les montants	
Entraxe des montants – Montants simples 48	0,40 m
Résistance thermique des parements plaques de plâtre 2 x 1 BA13	0,1 m ² .K/W
Résistance thermique du parement plaque de plâtre du complexe 1 BA13	0,05 m ² .K/W
Résistance thermique de la lame d'air dans la cloison support	0,18 m ² .K/W
Densité de fixation du complexe (vis)	8,4 par m ²



		Conductivité thermique de l'isolant (W/(m.K))					
		0,025	0,030	0,035	0,040	0,045	0,050
Épaisseur de l'isolant du complexe de doublage (mm)	80	2,84	2,47	2,20	1,99	1,82	1,68
	100	3,35	2,93	2,61	2,35	2,15	1,99
	120	3,83	3,35	2,99	2,70	2,47	2,28
	140	4,28	3,76	3,35	3,04	2,78	2,57

▲ **Tableau 87** : Résistances thermiques de la cloison étudiée (m².K/W)

Risques de condensation

L'isolation thermique rapportée sur les cloisons (complexe de doublage, contre-cloison) doit être mise en œuvre du côté du local chauffé.

Les complexes et sandwichs ont été classés en trois catégories P1, P2 et P3 en fonction de la perméance à la vapeur d'eau des produits.

Ce classement dépend :

- de la nature de l'isolant ;
- de l'épaisseur de l'isolant pour les isolants en plastique alvéolaire : polystyrène expansé, extrudé, mousse de polyuréthane) ;
- de la présence ou non d'un pare-vapeur sur la plaque de plâtre.

Destination :

- Complexes marqués P1 : généralement destinés aux murs en maçonnerie ou en béton situés en dehors des zones très froides et dont la résistance thermique est supérieure ou égale à 0,086 m².K/W).
- Complexes marqués P2 : généralement destinés aux murs en béton d'épaisseur inférieure à 15 cm et dont la résistance thermique est inférieure à 0,086 m².K/W.
- Complexes avec pare-vapeur marqués P3 : destinés aux murs en maçonnerie ou en béton situés en zones très froides (température de base inférieure à - 15°C ou par une altitude supérieure ou égale à 900 m), ou aux murs de locaux dont la destination rend nécessaire la présence d'un pare-vapeur (cf. norme NF DTU 25.42).

Le tableau de l'article 4.5 « Condensations dans l'épaisseur – emploi des complexes et sandwichs dans les locaux » de la norme NF DTU 25.42 P1.1, définit le domaine d'emploi des complexes dans les locaux courants (habitation, bureaux, etc.), en fonction des risques de condensation. En l'absence de traitement dans ce tableau du cas particulier des parois intérieures séparant un local chauffé d'un local non chauffé, on admettra que des complexes marqués P2 conviennent lorsque le complexe est positionné du côté local chauffé.

Étanchéité à l'air

On veillera particulièrement à l'étanchéité à l'air des traversées ainsi que des jonctions avec les huisseries.

Dispositions concernant l'étanchéité à l'air des cloisons en plaques de plâtre :

- jonction en tête (sous plancher, sous plafond et rampant en plaque de plâtre) ;
- jonction en pied (sur sol brut et sur sol fini) ;
- jonction avec les huisseries de porte ;
- incorporations d'équipements électriques.

Les principales dispositions sont détaillées plus loin (cf. 9.4.) : « Liaisons et points singuliers à traiter ».

Isolation acoustique

En maison individuelle, l'isolement acoustique entre locaux chauffés et non chauffés n'est pas directement réglementé. Compte tenu de la présence d'un local tampon entre l'espace extérieur et le local chauffé (garage, buanderie cellier, etc.), l'isolement acoustique vis-à-vis des bruits extérieurs sera généralement satisfaisant quel que soit le mode d'isolation thermique de la cloison.

Certains cas particuliers peuvent cependant poser problème. Par exemple, dans les maisons en bande avec garages accolés, l'isolement au bruit aérien réglementaire entre le garage du voisin et une pièce principale du logement étant de 55 dB, le très faible isolement de la porte de garage nécessitera un examen détaillé de la performance acoustique de la cloison (et éventuellement la porte) utilisée entre le garage et les pièces principales du logement.

Dans les logements collectifs ainsi que dans les établissements recevant du public (ERP), les isollements entre les locaux sont réglementés. Les indices d'affaiblissement acoustique des cloisons en plaques de plâtre avec isolant en laine minérale ont fait l'objet de rapports d'essais acoustiques auxquels il convient de se référer. En l'absence de défaut d'étanchéité à l'air, l'isolement acoustique entre locaux dépendra de l'indice d'affaiblissement acoustique des différents systèmes (dont la cloison) ainsi que de la configuration des locaux, de la présence de portes et de l'importance des transmissions latérales.

Il n'existe pas à ce jour de données acoustiques significatives sur des cloisons en plaques de plâtre à ossature métallique doublées par des complexes de doublage.

Stabilité et durabilité

Résistance aux chocs de corps mous

Le domaine d'emploi est résumé dans le (tableau 88) ci-après. Il dépend de la constitution des parements de la cloison.



Exposition aux chocs des locaux	Constitution des cloisons
	Parement minimal
Cas A : Emploi dans des logements individuels (maisons individuelles, parties privatives des logements collectifs) et dans les bureaux dont les chocs d'occupation ne sont pas supérieurs à ceux des logements)	1 plaque BA13 ou 1 plaque BA15
Cas B : Emplois autres que ceux visés dans le cas A	1 plaque BA18 ou 2 plaques BA13 ou 2 plaques BA15

▲ **Tableau 88 :** Exposition aux chocs des cloisons

Résistance aux chocs de corps durs

Les dispositions sont les suivantes :

- applications courantes : plaques de plâtre de type A – diamètre d'empreinte laissée par une bille de 500 g d'une hauteur de chute de 0,50 m : 20 mm maximum ;
- zones particulièrement exposées aux chocs durs (exemples de zones : escaliers, dégagements, circulations communes, etc.) : plaques de plâtre de type I (plaques haute dureté) – diamètre d'empreinte laissée par une bille de 500 g d'une hauteur de chute de 0,50 m : 15 mm maximum ;
- comportement aux pressions réparties (effet du vent) : la hauteur maximale des cloisons visées par la norme NF DTU 25.41 tient compte des effets de pression due au vent dans les locaux visés par ce même DTU.

Au-delà de cette hauteur, ou pour d'autres applications, il convient de se reporter aux dispositions particulières définies dans les DTA concernés.

Sécurité incendie

Les isolants combustibles (mousses alvéolaires, isolants d'origine végétale ou animale) doivent être protégés du feu par des parements remplissant un rôle d'écran.

Cas des cloisons avec isolant incorporé

- Protection des isolants combustibles : dans les bâtiments d'habitation comme dans les établissements recevant du public (ERP), les parements en plaque de plâtre d'épaisseur 12,5 mm fixés sur ossature métallique conviennent. (Dispositions constructives du guide d'emploi des isolants combustibles dans les logements [*e-Cahier du CSTB* n° 3231, juin 2000] et dispositions constructives [art. II-1.1.1. Doublage des murs par l'intérieur] de l'annexe II « Guide d'emploi des isolants combustibles dans les ERP » – Article AM8 de l'arrêté du 6 octobre 2004).

Les isolants en laine minérale étant classés au moins A2,s2,d0 (ou M0), ils ne sont pas visés par les dispositions de ces guides.

Compte tenu de leur faible masse calorifique, les pare-vapeur combustibles sont admis dans les contre-cloisons sans disposition particulière de protection.

- Résistance au feu des cloisons : il convient de se référer aux procès-verbaux de résistance au feu des montages concernés, d'utiliser les produits visés et de respecter les dispositions de mise en œuvre définies dans ces documents.

Cas des cloisons avec complexes de doublage rapporté

- Protection des isolants combustibles : le type et l'épaisseur des parements des complexes de doublage dépendent de la destination des bâtiments.

Les dispositions correspondantes sont définies :

- pour les bâtiments d'habitation dans le « Guide de l'isolation thermique par l'intérieur des bâtiments d'habitation du point de vue des risques en cas d'incendie » (*e-Cahier du CSTB* n° 3231, juin 2000) ; la plaque de plâtre du complexe de doublage doit avoir une épaisseur minimale de 9,5 mm (BA10) quelle que soit la nature de l'isolant visé par le guide ;
- pour les établissements recevant du public dans l'annexe II « Guide d'emploi des isolants combustibles dans les ERP » de l'article AM8 de l'arrêté du 6 octobre 2004. La plaque de plâtre du complexe de doublage doit avoir une épaisseur minimale de 12,5 mm (BA13) lorsque l'isolant associé est combustible (classement inférieur à A2,s2,d0, cas des isolants alvéolaires). De plus, la hauteur maximale des doublages à base d'isolant alvéolaire est limitée à 4 m et, en cas de superposition de panneaux, un tasseau bois interrompant la lame d'air doit être systématiquement disposé à la jonction entre les panneaux et être fixé mécaniquement au support.
- Résistance au feu des cloisons : si des rapports d'essais en cours de validité sont disponibles pour des cloisons en plaques de plâtre sur ossature métallique non doublées, il n'existe pas à ce jour de données concernant la résistance au feu de ces cloisons lorsqu'elles sont doublées par un complexe d'isolation thermique.

Comportement sismique

Du fait de sa catégorie et de sa localisation, le bâtiment peut nécessiter une justification de son comportement vis-à-vis de l'action sismique.



Lorsque tel est le cas et suivant les caractéristiques et dispositions de mise en œuvre du procédé d'isolation thermique par l'intérieur (masse et hauteur) :

- si celles-ci sont inférieures à celles indiquées plus haut (cf. 8.10.) et rappelées ci-dessous, il n'y a pas lieu d'effectuer de vérifications parasismiques spécifiques pour le procédé d'isolation thermique par l'intérieur ;
- dans le cas contraire il convient de se reporter à une évaluation (Avis Technique ou un DTA) ou une étude spécifique sur l'utilisation de ce procédé de cloisons de doublage en regard de l'exigence de bon comportement sous séisme.

Rappel : Les valeurs de h_{lim} et m_{lim} sont données ci-dessous :

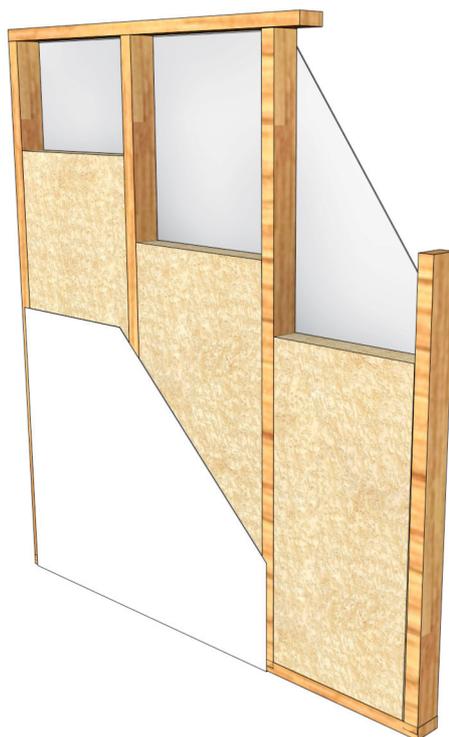
Familles d'éléments non structuraux du cadre bâti	Domaine d'application par famille
Cloisons et doublages	$h_{lim} = 3,5 \text{ m}$ $m_{lim} = 25 \text{ kg/m}^2$

▲ **Tableau 89** : Valeurs de h_{lim} et de m_{lim} des cloisons et doublages sous sollicitations sismiques

Fiche 17 – Cloisons en plaques de plâtre sur ossature bois



Il est important de respecter scrupuleusement les règles de l'art de mise en œuvre pour permettre d'atteindre dans l'ouvrage fini les performances déclarées et/ou certifiées des isolants.



▲ Figure 90 : Exemple de cloison distributive avec une ossature bois et un isolant incorporé

Description

Ces procédés d'isolation thermique concernent les séparations intérieures entre locaux chauffés et non chauffés. Ils consistent à insérer un isolant thermique, en panneaux ou rouleaux rigides ou semi-rigides, dans les cavités des cloisons en plaques de plâtre sur ossature bois.

Le parement de la cloison est constitué d'une ou deux plaques de plâtre vissées sur des montants bois verticaux, assemblés en partie haute et basse sur des lisses bois fixés sur le support. L'entraxe des montants est le plus souvent de 0,60 ou 0,40 m. Il est réduit à 0,40 m dans les pièces humides pour augmenter la raideur du parement sous carrelage.

Un pare-vapeur côté chaud est nécessaire pour la mise en œuvre de ce procédé. Celui-ci est soit collé au dos de la plaque de plâtre soit indépendant et mis en œuvre de manière continue (agrafage sur l'ossature) conformément aux dispositions particulières prévues dans l'Avis Technique ou le DTA dont il relève.

**Note 1**

D'autres parements (ex : plaque de plâtre armée de fibres conforme à la norme NF EN 15283-2) et/ou d'autres types de fixation (ex : agrafage) peuvent être mis en œuvre sur ossature bois. Se référer aux avis techniques ou DTA de ces procédés.

Note 2

Dans le cas de revêtement intérieur en bois (lambris), la mise en œuvre est définie dans la norme DTU 36.1 puis, suite à sa publication, dans la norme NF DTU 36.2. Ce type de mise en œuvre est obligatoirement assujéti à la mise en œuvre d'un pare-vapeur continu sur l'ossature et la réalisation d'un vide technique ménagé par les tasseaux supports de revêtement.

Note 3

Les spécifications et caractéristiques techniques sur les bois sont identiques aux prescriptions de la [FICHE 11].

Statut et référentiels des produits et du procédé

Les procédés de cloisons distributives à ossature bois sont traditionnels et leur mise en œuvre est décrite dans les normes NF DTU 25.41 « Ouvrages en plaques de plâtre – plaques à faces cartonnées » .

Si un produit, une configuration ou une mise en œuvre diffère des dispositions des normes NF DTU, ces produits font l'objet d'Avis Techniques ou de DTA.

Les constituants utilisés : éléments d'ossatures, plaques de plâtre, enduits de traitements des joints, vis et isolants sont visés par des normes et sont identifiables par un marquage CE ainsi que pour la plupart d'entre eux par des marques de qualité.

Les isolants incorporés dans les cavités des cloisons à ossature bois et les prescriptions de mise en œuvre sont définis dans la norme NF DTU 25.41 P1.1 ou dans les DTA du procédé. Ils font également l'objet d'un marquage CE ainsi que pour la plupart d'entre eux de marques de qualité.

Parements dans les locaux humides

Dans les locaux classés EB+ privatifs (salles de bains, douches), les plaques de plâtre doivent être de type H1 (plaques hydrofugées) et le traitement des joints réalisé à l'aide d'enduits hydrofugés. Les rebouchages sont réalisés avec des mortiers ou des enduits hydrofugés. À défaut de recours à des enduits hydrofugés, des protections à l'eau sous carrelage doivent être mises en œuvre dans les zones d'aspersion.

Excepté dans les locaux classés EA, le pied des contre-cloisons doit être protégé afin d'éviter les remontées capillaires.

Les dispositions constructives sont détaillées plus loin (cf. 9.4.4.).

Pour les autres locaux humides, des produits et des dispositions particulières sont à prévoir (se référer aux Avis Techniques).

Valeurs tabulées des ponts thermiques intégrés des cloisons distributives avec isolant incorporé

Épaisseur de l'ossature (mm)	Épaisseur de l'isolant entre ossatures (mm)	Ψ montant simple (W/(m.K))
70	70	0,037
95	95 (on ne peut pas avoir d'isolant plus épais que le montant)	0,033
120	120	0,029
145	140	0,026

▲ Tableau 90 : Ponts thermiques intégrés de la cloison étudiée

Exemples d'application

Exemple 1 : Cloison de distribution, montants simples – Entraxe 0,60 m

Hypothèses :

Épaisseur d'isolant	70 à 140 mm
Entraxe des montants – Montants simples	0,60 m
Parements plaques de plâtre 2 x 1 BA13	0,10 m ² .K/W

Épaisseur isolant	Montants Épaisseur et disposition	Conductivité thermique de l'isolant (W/(m.K))					
		0,025	0,030	0,035	0,040	0,045	0,050
70	70 simples	2,39	2,05	1,80	1,61	1,45	1,33
95	95 simples	3,13	2,69	2,37	2,12	1,92	1,75
120	120 simples	3,86	3,34	2,94	2,63	2,38	2,17
140	145 simples	4,47	3,86	3,40	3,04	2,75	2,52

▲ Tableau 91 : Résistances thermiques de la cloison étudiée (m².K/W)

Exemple 2 : Cloison de distribution, montants simples – Entraxe 0,40 m

Hypothèses :

Épaisseur d'isolant	70 à 140 mm
Entraxe des montants – Montants simples	0,40 m
Parements plaques de plâtre 2 x 1 BA13	0,10 m ² .K/W



Épaisseur isolant	Montants Épaisseur et disposition	Conductivité thermique de l'isolant (W/(m.K))					
		0,025	0,030	0,035	0,040	0,045	0,050
70	70 simples	2,19	1,90	1,68	1,51	1,37	1,25
95	95 simples	2,84	2,47	2,19	1,97	1,79	1,64
120	120 simples	3,49	3,05	2,71	2,44	2,22	2,04
140	145 simples	4,03	3,52	3,13	2,82	2,57	2,36

▲ Tableau 92 : Résistances thermiques de la cloison étudiée (m².K/W)

Risques de condensation

La mise en œuvre d'un pare-vapeur côté chaud est obligatoire. La valeur de la résistance à la diffusion de vapeur de ce dernier doit être déterminée conformément aux prescriptions données plus haut (cf. 8.3.2).

Étanchéité à l'air

Dispositions concernant l'étanchéité à l'air des cloisons en plaques de plâtre :

- jonction en tête (sous plancher, sous plafond et rampant en plaque de plâtre) ;
- jonction en pied (sur sol brut et sur sol fini) ;
- jonction avec les huisseries de porte ;
- incorporations d'équipements électriques.

Ces dispositions sont détaillées à l'article « Liaisons et points singuliers à traiter » (cf. 9.4.).

Isolation acoustique

Il existe à ce jour un nombre de données acoustiques limitées sur les cloisons en plaques de plâtre à ossature bois. Compte tenu de la nature des montants et du mode de fixation des parements plaques de plâtre sur ces ossatures, il est probable que l'indice d'affaiblissement acoustique des cloisons à ossature bois sera inférieure à celui des cloisons à ossature métallique de même épaisseur et de même constitution de parements.

Cependant, il est fortement recommandé d'utiliser des isolants thermiques à « cellules ouvertes » (type laine minérale, ouate de cellulose, etc.) chaque fois qu'une exigence acoustique est requise.

En maison individuelle, l'isolement acoustique entre locaux chauffés et non chauffés n'est pas directement réglementé. Compte tenu de la présence d'un local tampon entre l'espace extérieur et le local chauffé



(garage, buanderie, cellier, etc.), l'isolement acoustique vis-à-vis des bruits extérieurs sera généralement satisfaisant quel que soit le mode d'isolation thermique de la cloison.

Certains cas particuliers peuvent cependant poser problème. Par exemple, dans les maisons en bande avec garages accolés, l'isolement au bruit aérien réglementaire entre le garage du voisin et une pièce principale du logement étant de 55 dB, le très faible isolement de la porte de garage, nécessitera un examen détaillé de la performance acoustique de la cloison (et éventuellement la porte) utilisées entre le garage et les pièces principales du logement.

Dans les logements collectifs ainsi que dans les établissements recevant du public (ERP), les isollements entre les locaux sont règlementés. Les indices d'affaiblissement acoustique des cloisons en plaques de plâtre avec isolant en laine minérale ont fait l'objet de rapports d'essais acoustiques auxquels il convient de se référer. En l'absence de défaut d'étanchéité à l'air, l'isolement acoustique entre locaux dépendra de l'indice d'affaiblissement acoustique des différents systèmes (dont la cloison) ainsi que de la configuration des locaux, de la présence de portes et de l'importance des transmissions latérales.

Stabilité et durabilité

Résistance aux chocs de corps mou

Le domaine d'emploi est résumé dans le (Tableau 93) ci-après. Il dépend de la constitution des parements de la cloison.

Types de locaux	Constitution minimale des cloisons	Hauteur maximale
Cas A : emploi dans des logements individuels (maisons individuelles et parties privatives des logements collectifs et dans les bureaux dont les chocs d'occupation ne sont pas supérieurs à ceux des logements)	Parement simple avec une plaque en BA 13 ou BA 15	2,60 m avec montants 45 x 47 mm entraxe 0,60 m 2,80 m avec montants 45 x 47 mm entraxe 0,40 m
Cas B : emplois autres que ceux visés dans le cas A	Parement constitué d'une plaque BA 18	2,60 m avec montants 45 x 60 mm entraxe 0,60 m 2,80 m avec montants 45 x 60 mm entraxe 0,40 m
Cas B : emplois autres que ceux visés dans le cas A	Parement constitué de 2 plaques BA 13 ou de 2 BA 15	3,00 m avec montants 45 x 60 mm entraxe 0,60 m 3,30 m avec montants 45 x 60 mm entraxe 0,40 m

▲ Tableau 93 : Exposition aux chocs des cloisons

Résistance aux chocs de corps durs

Les dispositions sont les suivantes :

- applications courantes : plaques de plâtre de type A – diamètre d'empreinte laissée par une bille de 500 g d'une hauteur de chute de 0,50 m : 20 mm maximum.



- zones particulièrement exposées aux chocs durs (Exemples de zones : escaliers, dégagements, circulations communes, etc.) : plaques de plâtre de type I (plaques haute dureté) – diamètre d’empreinte laissée par une bille de 500 g d’une hauteur de chute de 0,50 m : 15 mm maximum.

Comportement aux pressions réparties (effet du vent)

La hauteur maximale des cloisons visées par la norme NF DTU 25.41 (§ 6.3.2.3) tient compte des effets de pression due au vent dans les locaux visés par ce même DTU.

Au-delà de cette hauteur, ou pour d’autres applications, il convient de se reporter aux dispositions particulières définies dans les DTA concernés.

Sécurité incendie

Réaction au feu

Les isolants combustibles (mousses alvéolaires, isolants d’origine végétale ou animale) doivent être protégés du feu par des parements remplissant un rôle d’écran.

Dans les bâtiments d’habitation comme dans les établissements recevant du public (ERP) , les parements en plaque de plâtre d’épaisseur 12,5 mm fixés sur ossature métallique conviennent. (Dispositions constructives du guide d’emploi des isolants combustibles dans les logements [*e-Cahier du CSTB* n° 3231, juin 2000] et dispositions constructives [art. II-1.1.1. Doublage des murs par l’intérieur] de l’annexe II « Guide d’emploi des isolants combustibles dans les ERP » – Article AM8 de l’arrêté du 6 octobre 2004).

Les isolants en laine minérale étant classés au moins A2,s2,d0 (ou M0), ils ne sont pas visés par les dispositions de ces guides.

Compte tenu de leur faible masse calorifique, les pare-vapeur combustibles sont admis dans les contre-cloisons sans disposition particulière de protection.

Résistance au feu des cloisons

Il convient de se référer aux procès-verbaux de résistance au feu des montages concernés, d’utiliser les produits visés et de respecter les dispositions de mise œuvre définies dans ces documents.

Comportement sismique

Du fait de sa catégorie et de sa localisation, le bâtiment peut nécessiter une justification de son comportement vis-à-vis de l’action sismique.

Lorsque tel est le cas et suivant les caractéristiques et dispositions de mise en œuvre du procédé d'isolation thermique par l'intérieur (masse et hauteur) :

- si celles-ci sont inférieures à celles indiquées plus haut (cf. 8.10.) et rappelées ci-dessous, il n'y a pas lieu d'effectuer de vérifications parasismiques spécifiques pour le procédé d'isolation thermique par l'intérieur ;
- dans le cas contraire il convient de se reporter à une évaluation (Avis Technique ou un DTA) ou une étude spécifique sur l'utilisation de ce procédé de cloisons de doublage en regard de l'exigence de bon comportement sous séisme.

Rappel : les valeurs de h_{lim} et m_{lim} sont données ci-dessous :

Familles d'éléments non structuraux du cadre bâti	Domaine d'application par famille
Cloisons et doublages	$h_{lim} = 3,5 \text{ m}$ $m_{lim} = 25 \text{ kg/m}^2$

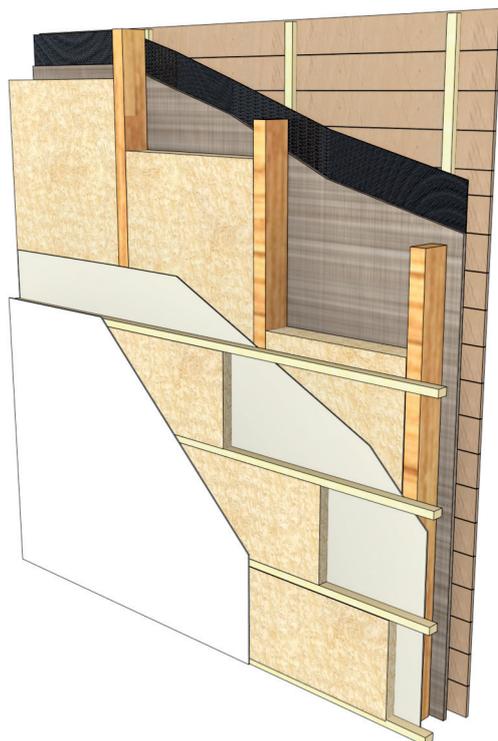
▲ **Tableau 94** : Valeurs de h_{lim} et de m_{lim} des cloisons et doublages sous sollicitations sismiques



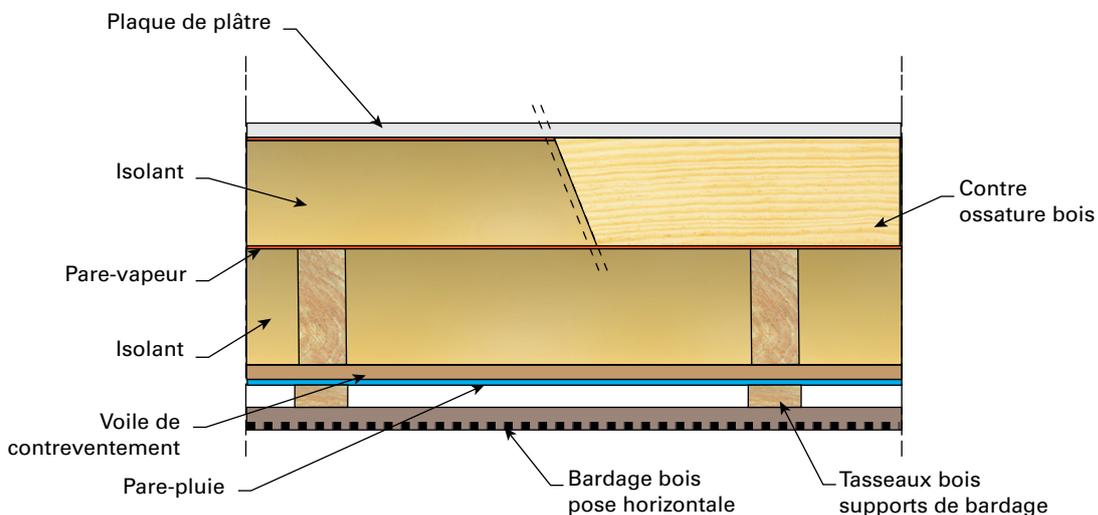
Fiche 18 – Panneaux et rouleaux de laine minérale avec parement intérieur en doublage sur contre-lattage bois de murs à ossature bois (DTU 31.2)



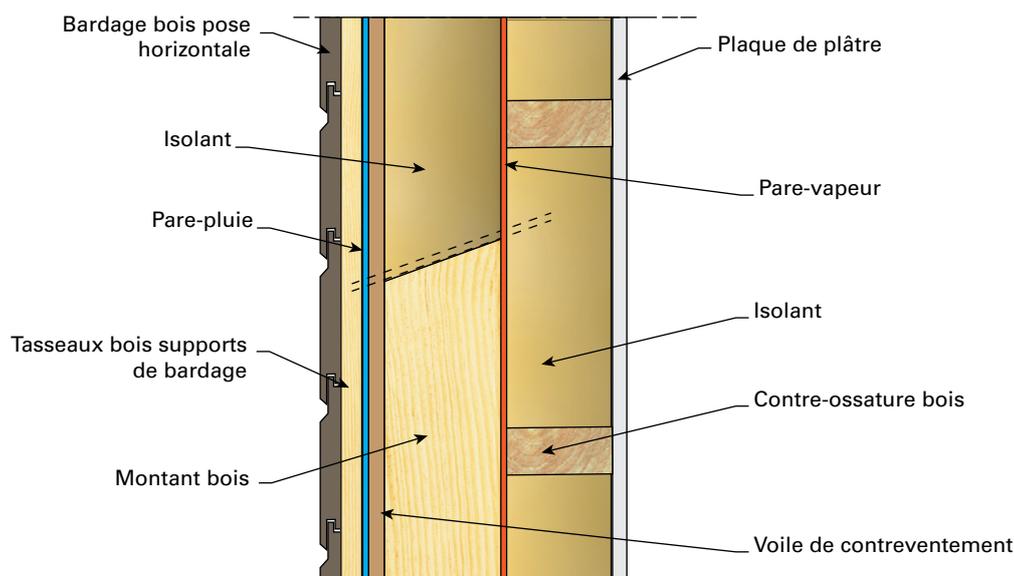
Il est important de respecter scrupuleusement les règles de l'art de mise en œuvre pour permettre d'atteindre dans l'ouvrage fini les performances déclarées et/ou certifiées des isolants.



▲ Figure 91 : Mur à ossature bois avec doublage intérieur sur ossature bois secondaire et panneaux et rouleaux de laine minérale



▲ Figure 92 : Coupe horizontale sur mur ossature bois avec doublage intérieur sur contre-lattage bois



▲ Figure 93 : Coupe verticale sur mur ossature bois avec doublage intérieur sur contre-lattage bois

Description

Le procédé de doublage comprend :

- un pare-vapeur agrafé sur l'ossature bois de la paroi à doubler ;
- une ossature secondaire bois horizontale ;
- un isolant inséré entre les lisses de l'ossature secondaire ;
- un revêtement intérieur en plaques de plâtre fixé sur l'ossature secondaire.

Les parements intérieurs en plaques de plâtre sont mis en œuvre conformément aux spécifications de la norme NF DTU 25.41.

Note

Le revêtement intérieur peut également être constitué de lambris en panneaux, lames ou éléments menuisés fixés mécaniquement sur l'ossature secondaire. Ce revêtement sera mis en œuvre conformément aux spécifications du futur NF DTU 36.2.

Les dimensions de ces contre-ossatures satisfont a minima aux exigences des différents NF DTU relatifs au type de parement intérieur.

L'isolant minéral, en panneau ou rouleau est semi-rigide conformément aux spécifications du DTU 31.2. Il est maintenu entre les éléments de l'ossature secondaire sur lesquels est fixé le parement intérieur (plaque de plâtre, lambris, etc.).

Note

Des isolants d'origine végétale peuvent être mis en œuvre. Ces produits font l'objet d'Avis Techniques et d'un cahier des prescriptions techniques communes de mise en œuvre (*e-Cahier du CSTB n° 3728*) auxquels il convient de se reporter.



L'épaisseur de l'isolant est égale à la largeur de l'ossature secondaire, elle-même limitée à 100 mm.

La découpe de l'isolant est réalisée aux dimensions de la cavité augmentées de 5 mm avec une tolérance de 0 à +5 mm de manière à réaliser un contact continu entre l'ossature et l'isolant sur toute la périphérie.

Les bois utilisés doivent répondre aux spécifications suivantes :

- bois massifs répondant aux spécifications de la norme NF EN 14081 ou bois massif abouté (BMA) répondant aux exigences de la norme prEN 15497 ;
- classe mécanique C18 ou D18 minimum selon la norme en 338 pour les éléments de contre-ossature ;
- durabilité naturelle ou conférée compatible avec une utilisation en classe d'emploi 2 selon la norme FD P 20-651 ;
- humidité des bois < à 18 % lors de la mise en œuvre. Le taux d'humidité des éléments est déterminé selon les méthodes décrites par les normes NF EN 13183-1 à -3.

Les films pare-vapeur mis en œuvre ainsi que l'ensemble des accessoires de raccords (adhésifs, mastic, etc.) doivent être conformes aux prescriptions du NF DTU 31.2 et des Recommandations Professionnelles « Maîtrise des performances thermiques des systèmes constructifs à ossature bois ».

Statut de la technique

Ce procédé de doublage en plaques de plâtre sur ossature bois n'est pas visé actuellement par la norme NF DTU 25.41.

Cependant, les performances obtenues sont compatibles avec les exigences de la norme NF DTU 25.41.

Si un ou plusieurs composants (parement, ossature, isolant), une configuration, une mise en œuvre (mode de fixation par exemple) ou le domaine d'emploi diffèrent des dispositions décrites pour ce procédé, le procédé fait alors l'objet d'un Avis Techniques ou d'un DTA.



Valeurs tabulées des ponts thermiques intégrés

Épaisseur d'isolant de l'intérieur vers l'extérieur			40 + 120 mm	60 + 120 mm	40 + 145 mm	60 + 145 mm	40 + 180 mm	60 + 180 mm
Isolation entre montants + complément intérieur Montant simple de largeurs 36 et 45 mm	$\psi_{montant}$ (W/(m.K))	Montant de 36 mm	0,014	0,011	0,013	0,011	0,013	0,010
		Montant de 45 mm	0,016	0,013	0,016	0,013	0,015	0,013
	$\psi_{ossature\ secondaire}$ (W/(m.K)) Hauteur de l'ossature : 35 mm Largeur 40 ou 60 mm		0,004	0,005	0,003	0,004	0,002	0,003
	$\chi_{croisement}$ (W/K)		0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001

▲ Tableau 95 : Ponts thermiques intégrés de la paroi étudiée

Exemple d'application

Exemples de calculs de résistances thermiques de parois avec montants de largeur 45 mm

Entraxe de montants bois : 0,6 m

Entraxe des ossatures bois secondaires : 0,4 m

Épaisseur du panneau OSB extérieur : 10 mm

Résistance thermique du parement BA13 : $R = 0,05 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$

R_{paroi} en $\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$	Couche 1 (paroi OB)	Couche 2 (Doublage)	Conductivité thermique des deux isolants (paroi à ossature bois et doublage) (W/(m.K))					
			0,025	0,030	0,035	0,040	0,045	0,050
Épaisseur de l'isolant du doublage (mm)	120	40	5,16	4,49	3,98	3,58	3,26	3,00
		60	5,72	4,98	4,42	3,98	3,62	3,33
	140	40	5,72	4,98	4,42	3,98	3,62	3,33
		60	6,29	5,48	4,86	4,38	3,98	3,66
	180	40	6,83	5,96	5,29	4,76	4,33	3,98
		60	7,33	6,40	5,69	5,12	4,66	4,29

▲ Tableau 96 : Résistances thermiques de la paroi étudiée ($\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$)

Risques de condensation

La mise en œuvre d'un film pare-vapeur est obligatoire. Il convient d'assurer la continuité du film pare-vapeur entre les parois verticales et les plafonds. Les spécifications concernant les produits et les prescriptions de mise en œuvre sont définies dans la norme NF DTU 31.2.

En l'absence de prescription particulière, il convient d'utiliser un film pare-vapeur dont la valeur S_d est supérieure ou égale à 18 m



lorsqu'une lame d'air ventilée sur l'extérieur existe derrière le revêtement extérieur.

Quelle que soit la valeur de la perméance du pare-vapeur, lorsque celui-ci est positionné entre ces deux couches, cas de cette fiche procédé, l'épaisseur de l'isolant de doublage intérieur est limitée de façon à ce que la résistance thermique du doublage (isolant + parement intérieur) soit toujours inférieure ou égale à la moitié de celle du mur à doubler (isolant + parement extérieur) (règle dite des « 2/3 – 1/3 »).

Note 1

Des règles d'optimisation de la maîtrise des transferts de vapeur au sein de la paroi sont possibles. Ces dispositions ainsi que des prescriptions et détails complémentaires sont précisés dans les Recommandations professionnelles « Maîtrise des performances thermiques des systèmes constructifs à ossature bois ». (www.catalogue-construction-bois.fr).

Note 2

L'utilisation des barrières à la vapeur d'eau à Sd variable n'est pas visée.

Note 3

Dans le cas de revêtements extérieurs non ventilés (ETICS), la valeur Sd minimale du pare-vapeur est fixée à 90 m.

Étanchéité à l'air

L'étanchéité à l'air est assurée par la mise en œuvre du film continu faisant office de pare-vapeur conformément aux spécifications de la norme NF DTU 31.2.

Isolation acoustique

L'installation d'une ossature secondaire bois horizontale avec plaques de plâtre et isolant en laine minérale sur murs à ossature bois verticale n'est pas susceptible de dégrader le confort acoustique des locaux. Dans la plupart des cas, ces doublages amélioreront l'isolement acoustique aux bruits aériens des parois existantes et réduiront les transmissions acoustiques latérales entre locaux juxtaposés ou superposés.

Stabilité et durabilité

Les contre-cloisons doivent résister à des chocs caractérisés par leur énergie, en fonction de l'exigence requise pour leur utilisation, conformément à l'annexe D de la norme NF DTU 25.41.

Résistance aux chocs de corps mous

La constitution minimale des doublages est indiquée, en fonction de leur domaine d'emploi (cas A ou cas B) dans le (tableau 97) et le (tableau 98) ci-après.

Cas d'un voile de contreventement de la paroi ossature bois positionné côté extérieur

Types de locaux	Constitution minimale des contre-cloisons	Constitution minimale des doublages
Cas A : emploi dans des logements individuels (maisons individuelles et parties privatives des logements collectifs et dans les bureaux dont les chocs d'occupation ne sont pas supérieurs à ceux des logements)	Parement simple avec une plaque en BA 13 ou BA 15	Ossature secondaire horizontale entraxe 40 cm maximum, section mini 38 x 45 mm
Cas B : emplois autres que ceux visés dans le cas A	Parement constitué de 2 plaques BA 13	

▲ **Tableau 97** : Exposition aux chocs de corps mous

Note

Lorsque le voile de contreventement de la paroi à ossature bois est positionné côté extérieur, les solutions de doublages visées par la norme NF DTU 25.41 ainsi que les configurations à base de tasseaux en bois support de plaques conduisent à un endommagement du panneau de contreventement et/ou de ses fixations. Ces cas de figure seront traités dans le cadre de la révision du DTU 31.2 et accompagnés d'une proposition de protocole de réparation du voile de contreventement et d'une vérification du risque de flambement des montants. Dans le cadre du présent document, ces solutions dites « avec réparations » ne sont pas décrites.

Cas d'un voile de contreventement de la paroi ossature bois positionné côté intérieur :

Types de locaux	Constitution minimale des contre-cloisons	Constitution minimale des doublages
Cas A : emploi dans des logements individuels (maisons individuelles et parties privatives des logements collectifs et dans les bureaux dont les chocs d'occupation ne sont pas supérieurs à ceux des logements)	Parement simple avec une plaque en BA 13 ou BA 15	Ossature secondaire horizontale entraxe 60 cm maximum, section mini 25 x 45 mm
Cas B : emplois autres que ceux visés dans le cas A	Parement constitué de 2 plaques BA 13	

▲ **Tableau 98** : Exposition aux chocs de corps mous

Résistance aux chocs de corps durs

Les dispositions sont les suivantes :

- applications courantes : plaques de plâtre de type A – diamètre d'empreinte laissée par une bille de 500 g d'une hauteur de chute de 0,50 m : 20 mm maximum
- zones particulièrement exposées aux chocs durs : plaques de plâtre de type I (plaques haute dureté) – diamètre d'empreinte laissée par une bille de 500 g d'une hauteur de chute de 0,50 m : 15 mm maximum (exemples de zones : escaliers, dégagements, circulations communes, etc.) : plaques de plâtre de type I.



Comportement aux pressions réparties (effets du vent)

La section minimale est calculée de manière à ne pas dépasser une flèche isostatique de 5 mm sous pression de vent forfaitaire égale à $\pm 20 \text{ daN/m}^2$.

Une ossature secondaire de section minimale 25 x 45 mm disposée à entraxe maxi 600 mm répond à ces exigences pour des portées entre montants de 600 mm.

Sécurité incendie

Réaction au feu

Les isolants combustibles (isolants d'origine végétale ou animale) doivent être protégés du feu par des parements remplissant un rôle d'écran.

Dans les bâtiments d'habitation comme dans les établissements recevant du public (ERP), les parements en plaque de plâtre d'épaisseur 12,5 mm fixés sur ossature bois conviennent. (Dispositions constructives du guide d'emploi des isolants combustibles dans les logements (*e-Cahier du CSTB* n° 3231, juin 2000) et dispositions constructives (art. II-1.1.1. Doublage des murs par l'intérieur) de l'annexe II « Guide d'emploi des isolants combustibles dans les ERP » – Article AM8 de l'arrêté du 6 octobre 2004.

Les isolants en laine minérale visés étant classés au moins A2,s2,d0 (ou M0), ils ne sont pas visés par les dispositions de ces guides.

Compte tenu de leur faible masse calorifique, les pare-vapeur combustibles sont admis dans les contre-cloisons sans disposition particulière de protection.

Résistance au feu

Les contre-cloisons visées participent à la résistance au feu des parois. Il convient dans ce cas de se référer aux procès-verbaux de résistance au feu des parois doublées et de respecter le descriptif des produits visés ainsi que les dispositions de mise en œuvre définies dans ces documents.

Note

Le catalogue constructions bois (www.catalogue-construction-bois.fr) fournit des résultats d'essais et des degrés de résistance au feu de parois types

Comportement sismique

Du fait de sa catégorie et de sa localisation, le bâtiment peut nécessiter une justification de son comportement vis-à-vis de l'action sismique.



Lorsque tel est le cas et suivant les caractéristiques et dispositions de mise en œuvre du procédé d'isolation thermique par l'intérieur (masse et hauteur) :

- si celles-ci sont inférieures à celles indiquées plus haut (cf. 8.10.) et rappelées ci-dessous, il n'y a pas lieu d'effectuer de vérifications parasismiques spécifiques pour le procédé d'isolation thermique par l'intérieur ;
- dans le cas contraire il convient de se reporter à une évaluation (Avis Technique ou un DTA) ou une étude spécifique sur l'utilisation de ce procédé de cloisons de doublage en regard de l'exigence de bon comportement sous séisme.

Rappel : Les valeurs de h_{lim} et m_{lim} sont données ci-dessous :

Familles d'éléments non structuraux du cadre bâti	Domaine d'application par famille
Cloisons et doublages	$h_{lim} = 3,5 \text{ m}$ $m_{lim} = 25 \text{ kg/m}^2$

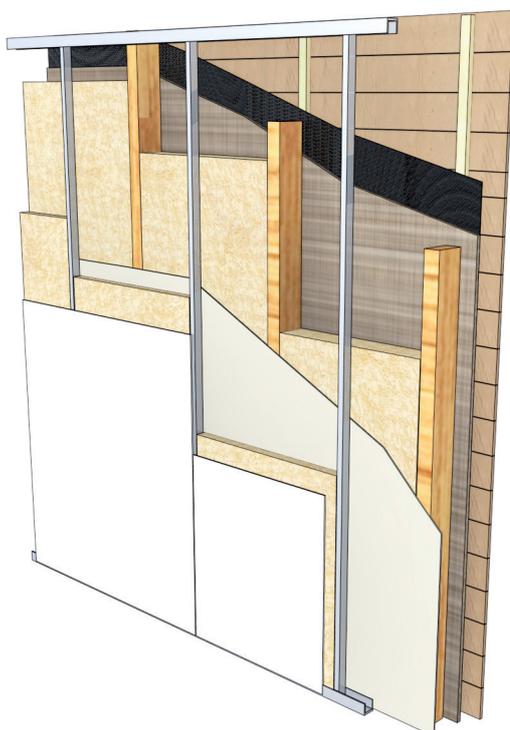
▲ **Tableau 99** : Valeurs de h_{lim} et de m_{lim} des cloisons et doublages sous sollicitations sismiques



Fiche 19 – Panneaux et rouleaux de laine minérale avec parement intérieur en doublage sur ossature bois de murs à ossature bois (DTU 31.2)



Il est important de respecter scrupuleusement les règles de l'art de mise en œuvre pour permettre d'atteindre dans l'ouvrage fini les performances déclarées et/ou certifiées des isolants.



▲ Figure 94 : Complément d'isolation par l'intérieur d'un mur ossature bois par doublage en plaque de plâtre sur ossature métallique

Description

Ce procédé d'isolation thermique par l'intérieur consiste à mettre en œuvre devant la paroi à ossature bois à doubler une couche d'isolant en panneaux ou rouleaux rigides ou semi-rigides maintenus en place par l'ossature métallique de la contre-cloison.

L'isolant est disposé entre les montants de la contre-cloison.

Le parement de la contre-cloison est constitué d'une ou deux plaques de plâtre vissées sur des montants métalliques verticaux, emboîtées haut et bas sur des rails métalliques fixés sur le support. Les montants peuvent être simples ou doubles. Leur entraxe est généralement de 0,60 m. Il est réduit à 0,40 m dans les pièces humides pour augmenter la raideur du parement sous carrelage.

Les ossatures métalliques verticales ne comportent pas d'appuis intermédiaires sur la paroi support.

Conformément à la norme NF DTU 31.2, un pare-vapeur continu est mis en œuvre sur l'intégralité de la paroi ossature bois.

Statut et référentiels des produits et du procédé

Le procédé est traditionnel et sa mise en œuvre est décrite dans la norme NF DTU 25.41 « Ouvrages en plaques de plâtre – plaques à faces cartonnées » (configuration A, article 6.4).

Néanmoins, dans le cas d'une mise en œuvre en doublage de paroi à ossature bois conforme aux spécifications de la norme NF DTU 31.2, les prescriptions de mise en œuvre complémentaires sont définies ci-dessous.

Si un ou plusieurs composants (parement, ossature, isolant), une configuration, une mise en œuvre (mode de fixation par exemple) ou le domaine d'emploi différent des dispositions décrites pour ce procédé, le procédé fait alors l'objet d'un Avis Techniques ou d'un DTA.

Les hauteurs limites des contre-cloisons avec montants sans appui intermédiaire sont données dans le (tableau 100) ci-après pour un entraxe de montants de 0,60 m (cf. tableau 14 de l'art 6.4.1 de la norme NF DTU 25.41).

Montants	Désignation selon EN 14195	Inerties (cm ⁴)	Disposition des montants Entraxe 0,60 m	hauteur (m)
M 36/40	C 40/35/40	1,45	Simple	1,75*
			Double	2,10*
M 48/35	C 34/46/36	2,50	Simple	2,00*
			Double	2,40
M 48/50	C 50/46/50	3,31	Simple	2,15*
			Double	2,55
M 70/35	C 40/69/40	6,39	Simple	2,50
			Double	3,00
M 70/50	C 50/69/50	8,19	Simple	2,70
			Double	3,20
M 90/35	C 40/89/40	11,34	Simple	2,90
			Double	3,45
M 90/50	C 50/99/50	14,49	Simple	3,10
			Double	3,70
M 100/50	C 50/99/50	17,82	Simple	3,30
			Double	3,90

*Disposition non retenue car la hauteur maximale qui en découle est inférieure à 2,40 m

▲ Tableau 100 : Hauteurs maximales admissibles des contre-cloisons

L'annexe D de la norme NF DTU 25.41 précise les hypothèses et la méthode de calcul ayant permis d'établir le dimensionnement de ces contre-cloisons. Elle permet également de calculer les hauteurs maximales des contre-cloisons pour d'autres types de montants et d'autres entraxes.



Les constituants utilisés : éléments d'ossatures, plaques de plâtre, enduits de traitements des joints, vis et isolants sont visés par des normes NF EN et sont identifiables par un marquage CE ainsi que, pour la plupart d'entre eux, par des marques de qualité (voir [ANNEXE A]).

Parements dans les locaux humides

Dans les locaux classés EB+ privés (salles de bains, douches), les plaques de plâtre doivent être de type H1 (plaques hydrofugées) et le traitement des joints réalisé à l'aide d'enduits hydrofugés. Les rebouchages sont réalisés avec des mortiers ou des enduits hydrofugés. À défaut de recours à des enduits hydrofugés, des protections à l'eau sous carrelage doivent être mises en œuvre dans les zones d'aspersion.

Excepté dans les locaux classés EA, le pied des contre-cloisons doit être protégé afin d'éviter les remontées capillaires.

Les dispositions constructives sont détaillées plus loin (cf. 9.4.4.).

Valeurs tabulées des ponts thermiques intégrés (cas des montants de 48 et 70)

Épaisseur de la contre-cloison (mm)	Épaisseur de l'isolant dans les montants de la contre-cloison (mm)	Disposition des montants métalliques de la contre-cloison		Montants bois de la paroi à doubler
		Montant simple (W/(m.K))	Montant double (W/(m.K))	
48	50	Non*	0,01	0,016
		Non*		
70	70	0,01	0,02	0,012

*Disposition non retenue car la hauteur maximale qui en découle est inférieure à 2,40 m en entraxe 40 cm

▲ Tableau 101 : Ponts thermiques intégrés de la paroi étudiée

Exemples d'application

Exemple 1 : montants doubles 48 – entraxe 0,60 m

Hypothèses :

Épaisseur d'isolant dans la paroi à ossature bois	120 à 180 mm
Entraxe des montants bois de la paroi à doubler	0,60 m
Entraxe des montants métalliques verticaux de la contre-cloison, intercalés à mi-entraxe des montants bois	0,60 m
Épaisseurs d'isolant entre les montants de la contre-cloison	50 mm
Résistance thermique du parement plaques de plâtre BA13	0,05 m ² .K/W

Isolant		Conductivité thermique des 2 isolants (paroi à ossature bois et contre-cloison) (W/(m.K))					
Épaisseur dans la contre-cloison (mm)	Épaisseur dans la paroi à doubler (mm)	0,025	0,030	0,035	0,040	0,045	0,050
50	120	5,18	4,49	3,96	3,55	3,21	2,94
	140	5,63	4,90	4,34	3,89	3,53	3,23
	180	6,47	5,67	5,04	4,54	4,13	3,79

▲ Tableau 102 : Résistances thermiques de la paroi complète (m².K/W)**Exemple 2 : montants simples 70 – entraxe 0,60 m****Hypothèses :**

Épaisseur d'isolant dans la paroi à ossature bois	140 à 180 mm
Entraxe des montants bois de la paroi à doubler	0,60 m
Entraxe des montants métalliques verticaux de la contre-cloison, intercalés à mi-entraxe des montants bois	0,60 m
Épaisseurs d'isolant entre les montants de la contre-cloison	70 mm
Résistance thermique du parement plaques de plâtre BA13	0,05 m ² .K/W

Isolants		Conductivité thermique des 2 isolants (paroi à ossature bois et contre-cloison) (W/(m.K))					
Épaisseur dans la contre-cloison (mm)	Épaisseur dans la paroi à doubler (mm)	0,025	0,030	0,035	0,040	0,045	0,050
70	140	6,34	5,50	4,86	4,36	3,95	3,61
	180	7,22	6,30	5,59	5,03	4,57	4,18

▲ Tableau 103 : Résistances thermiques de la paroi complète (m².K/W)**Risques de condensation**

La mise en œuvre d'un film pare-vapeur est obligatoire. Il convient d'assurer la continuité du film pare-vapeur entre les parois verticales et les plafonds. Les spécifications concernant les produits et les prescriptions de mise en œuvre sont définies dans la norme NF DTU 31.2.

En l'absence de prescription particulière, il convient d'utiliser un film pare-vapeur dont la valeur Sd est supérieure ou égale à 18 m lorsqu'une lame d'air ventilée sur l'extérieur existe derrière le revêtement extérieur.

Quelle que soit la valeur de la perméance du pare-vapeur, lorsque celui-ci est positionné entre ces deux couches, cas de cette fiche procédé, l'épaisseur de l'isolant de doublage intérieur est limitée de façon à ce que la résistance thermique du doublage (isolant + parement intérieur) soit toujours inférieure ou égale à la moitié de celle du mur à doubler (isolant + parement extérieur) (règle dite des « 2/3 – 1/3 »).

**Note 1**

Des règles d'optimisation de la maîtrise des transferts de vapeur au sein de la paroi sont possibles. Ces dispositions ainsi que des prescriptions et détails complémentaires sont précisés dans les Recommandations professionnelles « Maîtrise des performances thermiques des systèmes constructifs à ossature bois » (www.catalogue-construction-bois.fr).

Note 2

L'utilisation des barrières à la vapeur d'eau à Sd variable n'est pas visée.

Note 3

Dans le cas de revêtements extérieurs non ventilés (ETICS), la valeur Sd minimale du pare-vapeur est fixée à 90 m.

Étanchéité à l'air

L'étanchéité à l'air est assurée par la mise en œuvre du film continu faisant office de pare-vapeur conformément aux spécifications de la norme NF DTU 31.2.

Isolation acoustique

L'installation de contre-cloisons, sans appuis intermédiaires, en plaques de plâtre avec isolant en laine minérale n'est pas susceptible de dégrader le confort acoustique des locaux. Dans la plupart des cas, ces contre-cloisons amélioreront l'isolement acoustique aux bruits aériens des parois existantes et réduiront les transmissions acoustiques latérales entre locaux juxtaposés ou superposés. La performance acoustique de ces procédés sera d'autant plus importante que le parement sera lourd et que l'espace entre le mur et le parement sera important et que le nombre de fixations sera faible (et/ou souple).

Stabilité et durabilité

Résistance aux chocs de corps mous

Le domaine d'emploi est résumé dans le (tableau 104) ci-après. Il dépend de la constitution de la contre-cloison.

Exposition aux chocs des locaux	Constitution des contre-cloisons		Hauteur maximale
	Parement	Ossature	
Cas A : Emploi dans des logements individuels (maisons individuelles, parties privatives des logements collectifs) et dans les bureaux dont les chocs d'occupation ne sont pas supérieurs à ceux des logements)	1 plaque BA13 ou 1 plaque BA15	Montants simples ou doubles sans appui intermédiaire sur le support	3,90 m (avec montants M100 doublés tous les 0,60 m) (art 6.4.1 du DTU 25.41 P1.1)

Exposition aux chocs des locaux	Constitution des contre-cloisons		Hauteur maximale
	Parement	Ossature	
Cas B : Emplois autres que ceux visés dans le cas A	1 plaque BA18 ou 2 plaques BA13 ou 2 plaques BA15	Montants simples ou doubles sans appui intermédiaire sur le support	3,90 m (avec montants M 100 doublés tous les 0,60 m) (art. 6.4.1 du DTU 25.41 P1.1)

▲ **Tableau 104 :** Exposition aux chocs

Pour satisfaire aux critères de la norme P 08-302 (résistance aux chocs de sécurité à 900 J), lorsque le voile de contreventement de la paroi ossature bois est positionné côté extérieur, les contre-cloisons à ossature métallique (montants à entraxe 600 mm maximum) conformes à la norme NF DTU 25.41 doivent être mises en œuvre avec montants métalliques décalés à mi-entraxe des montants de l'ossature bois principale.

Résistance aux chocs de corps durs

Les dispositions sont les suivantes :

- applications courantes : plaques de plâtre de type A – diamètre d'empreinte laissée par une bille de 500 g d'une hauteur de chute de 0,50 m : 20 mm maximum
- zones particulièrement exposées aux chocs durs (exemples de zones : escaliers, dégagements, circulations communes, etc.) : plaques de plâtre de type I (plaques haute dureté) – diamètre d'empreinte laissée par une bille de 500 g d'une hauteur de chute de 0,50 m : 15 mm maximum.

Comportement aux pressions réparties (effets du vent)

La hauteur maximale des contre-cloisons visées par la norme NF DTU 25.41, tient compte des effets de pression due au vent dans les locaux visés par ce DTU.

Au-delà de cette hauteur, ou pour d'autres applications, il convient de se reporter aux dispositions particulières définies dans les DTA concernés.

Sécurité incendie

Réaction au feu

Les isolants combustibles (mousses alvéolaires, isolants d'origine végétale ou animale) doivent être protégés du feu par des parements remplissant un rôle d'écran.

Dans les bâtiments d'habitation comme dans les établissements recevant du public (ERP), les parements en plaque de plâtre d'épaisseur 12,5 mm fixés sur ossature métallique conviennent (Dispositions constructives du guide d'emploi des isolants combustibles dans les logements [*e-Cahier du CSTB* n° 3231, juin 2000] et dispositions



constructives [art. II-1.1.1. Doublage des murs par l'intérieur] de l'annexe II « Guide d'emploi des isolants combustibles dans les ERP » – Article AM8 de l'arrêté du 6 octobre 2004).

Les isolants en laine minérale étant classés au moins A2,s2,d0 (ou M0), ils ne sont pas visés par les dispositions de ces guides.

Compte tenu de leur faible masse calorifique, les pare-vapeur combustibles sont admis dans les contre-cloisons sans disposition particulière de protection.

Résistance au feu

Les contre-cloisons visées sont susceptibles d'améliorer la résistance au feu des parois. Il convient dans ce cas de se référer aux procès-verbaux de résistance au feu des parois doublées concernées, de n'utiliser que les produits visés et de respecter les dispositions de mise en œuvre définies dans ces documents.

Comportement sismique

Du fait de sa catégorie et de sa localisation, le bâtiment peut nécessiter une justification de son comportement vis-à-vis de l'action sismique.

Lorsque tel est le cas et suivant les caractéristiques et dispositions de mise en œuvre du procédé d'isolation thermique par l'intérieur (masse et hauteur) :

- si celles-ci sont inférieures à celles indiquées plus haut (cf. 8.10.) et rappelées ci-dessous, il n'y a pas lieu d'effectuer de vérifications parasismiques spécifiques pour le procédé d'isolation thermique par l'intérieur ;
- dans le cas contraire il convient de se reporter à une évaluation (Avis Technique ou un DTA) ou une étude spécifique sur l'utilisation de ce procédé de cloisons de doublage en regard de l'exigence de bon comportement sous séisme.

Rappel : Les valeurs de h_{lim} et m_{lim} sont données ci-dessous :

Familles d'éléments non structuraux du cadre bâti	Domaine d'application par famille
Cloisons et doublages	$h_{lim} = 3,5 \text{ m}$ $m_{lim} = 25 \text{ kg/m}^2$

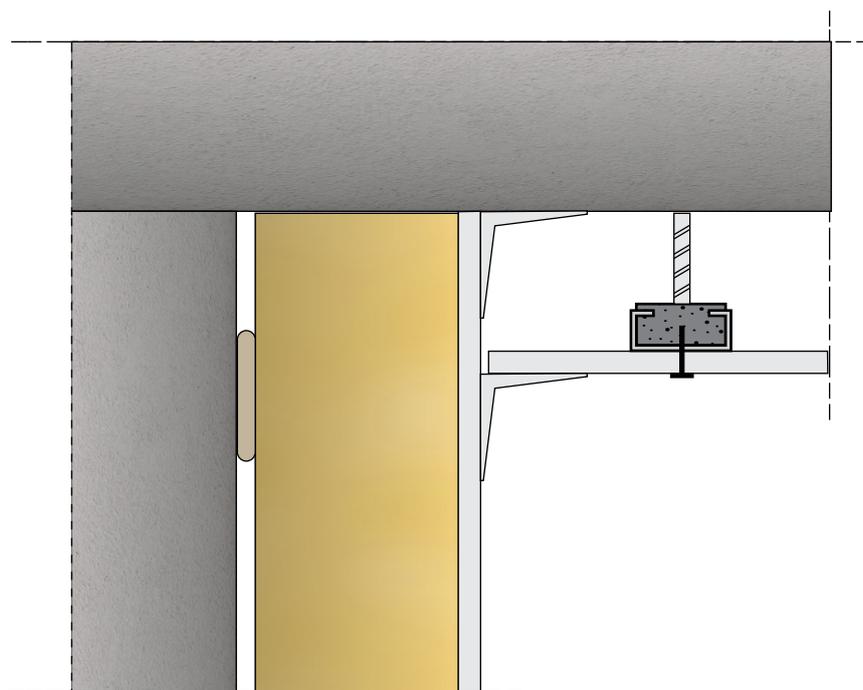
▲ Tableau 105 : Valeurs de h_{lim} et de m_{lim} des cloisons et doublages sous sollicitations sismiques

9.4. • Liaisons et points singuliers à traiter

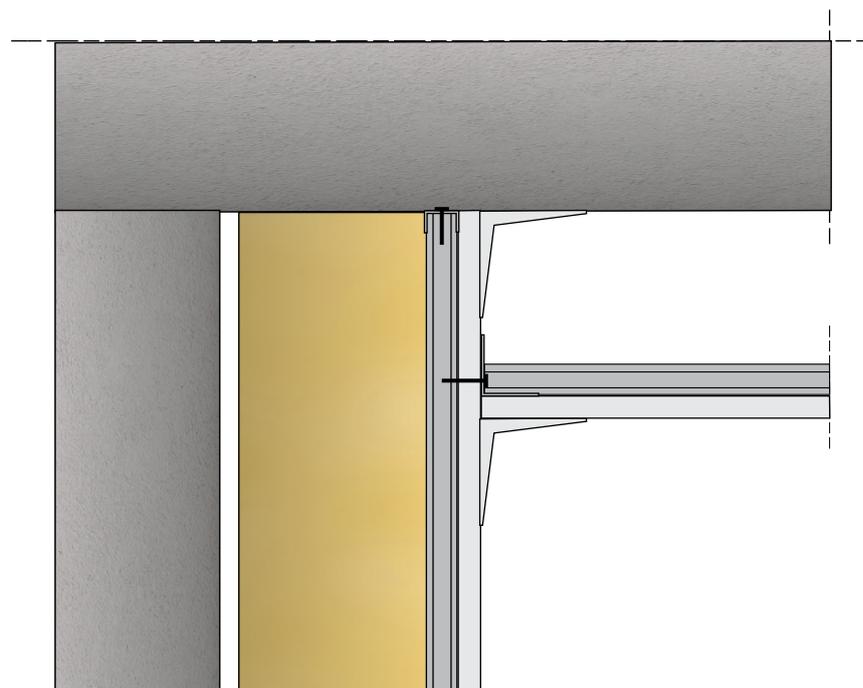
Le maintien des performances thermiques, hygrométriques, acoustiques, incendie et mécaniques des systèmes de doublage dépend du traitement de leurs liaisons avec les autres parois, des produits associés et du traitement des traversées ou des incorporations. En

effet, les défauts localisés d'isolation thermique, d'étanchéité à l'air et d'étanchéité à la vapeur d'eau affectent le niveau de ces performances et leur maintien dans le temps.

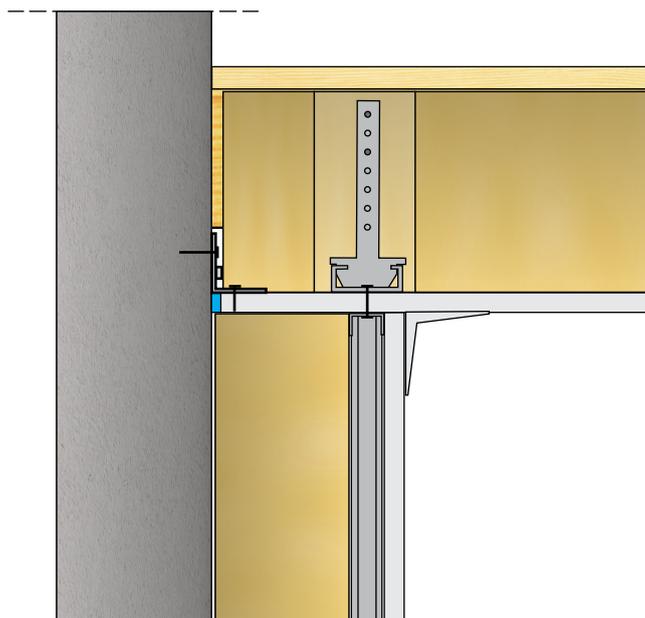
9.4.1. • Jonctions entre plafonds et parois verticales en tête (sous plancher, sous plafond et rampant en plaques de plâtre)



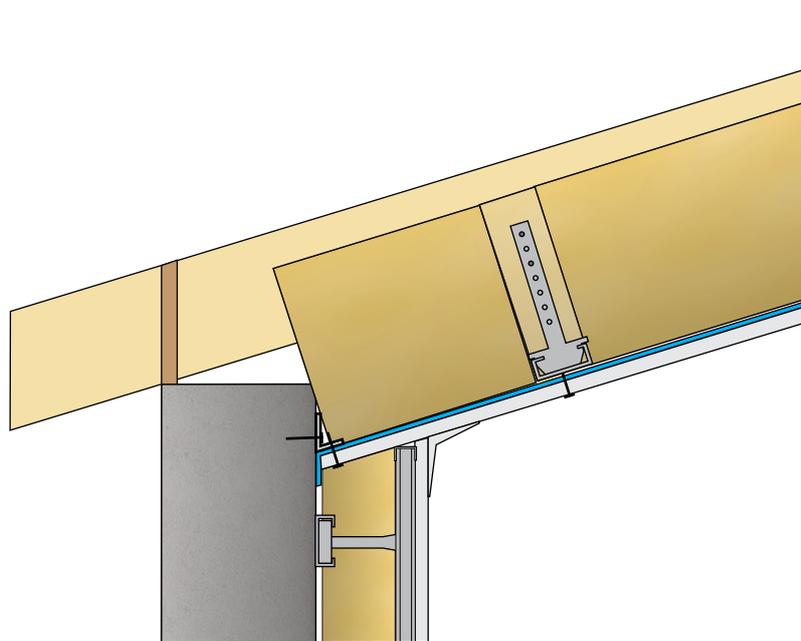
▲ Figure 95 : Exemple de jonctions en tête sous plancher béton ou plancher poutrelles-hourdis avec enduit plâtre (pose du complexe de doublage intérieur avant plafond)



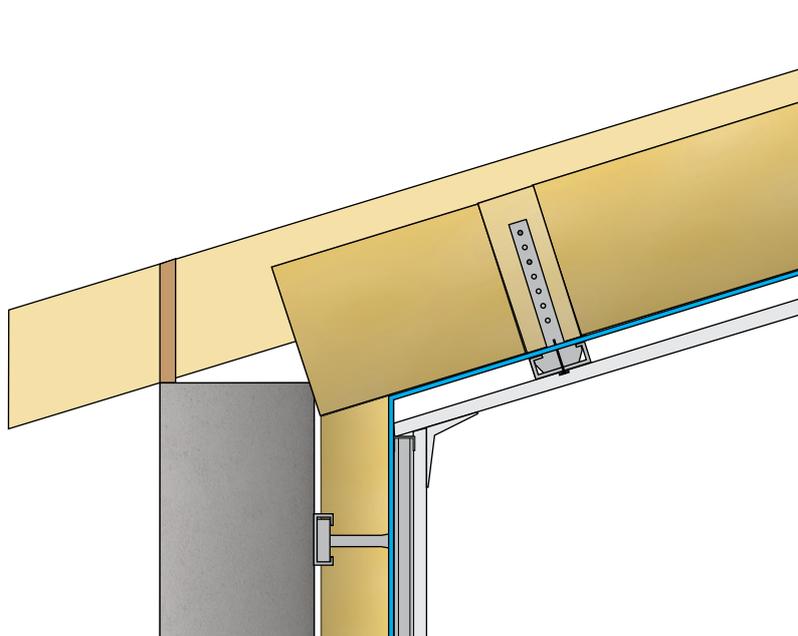
▲ Figure 96 : Exemple de jonctions en tête sous plancher béton ou plancher poutrelles-hourdis avec enduit plâtre (pose de la contre-cloison avant plafond)



▲ Figure 97 : Jonctions en tête sous plancher bois ou plafond de combles perdus (pose du plafond avant la contre-cloison)



▲ Figure 98 : Jonctions sous rampant de combles aménagés avec plafond et contre-cloison en plaques de plâtre sur ossature métallique (DTU 25.41), membrane au contact du parement



▲ Figure 99 : Jonction sous rampant de combles aménagés avec plafond et contre-cloison en plaque de plâtre sur ossature métallique, membrane au contact de l'isolant

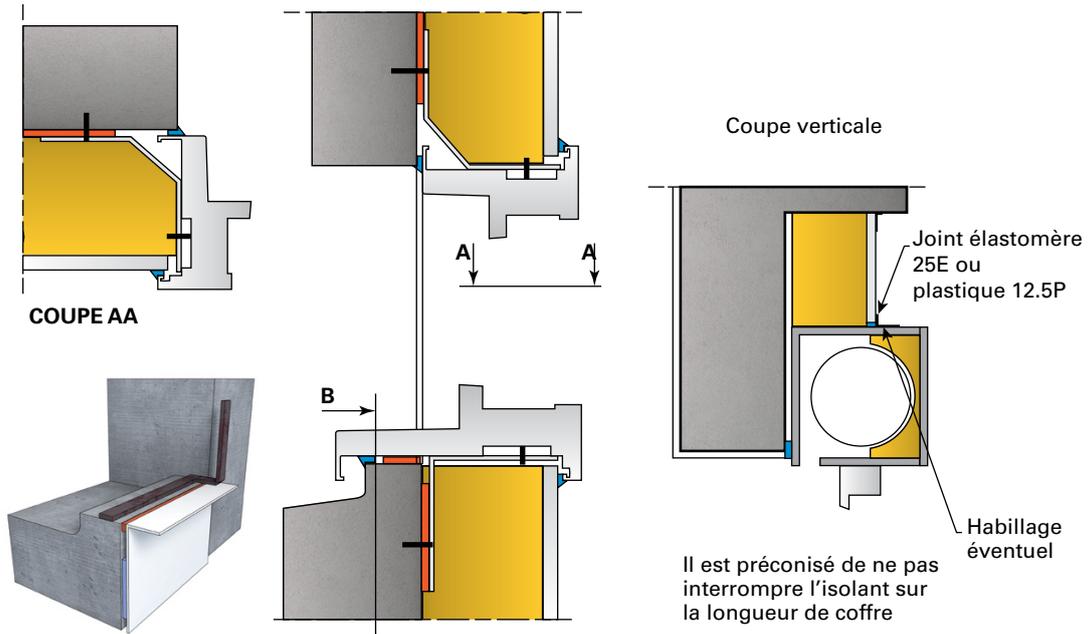
9.4.2. • Jonctions avec les menuiseries extérieures (portes et fenêtres)

Les documents techniques de référence sont les suivants :

- normes NF DTU 36.5 et 37.1 pour le choix des fenêtres et portes extérieures en fonction de leur exposition et pour leur mise en œuvre ;
- guide RAGE « doubles fenêtres, prescription et mise en œuvre en rénovation des logements ».

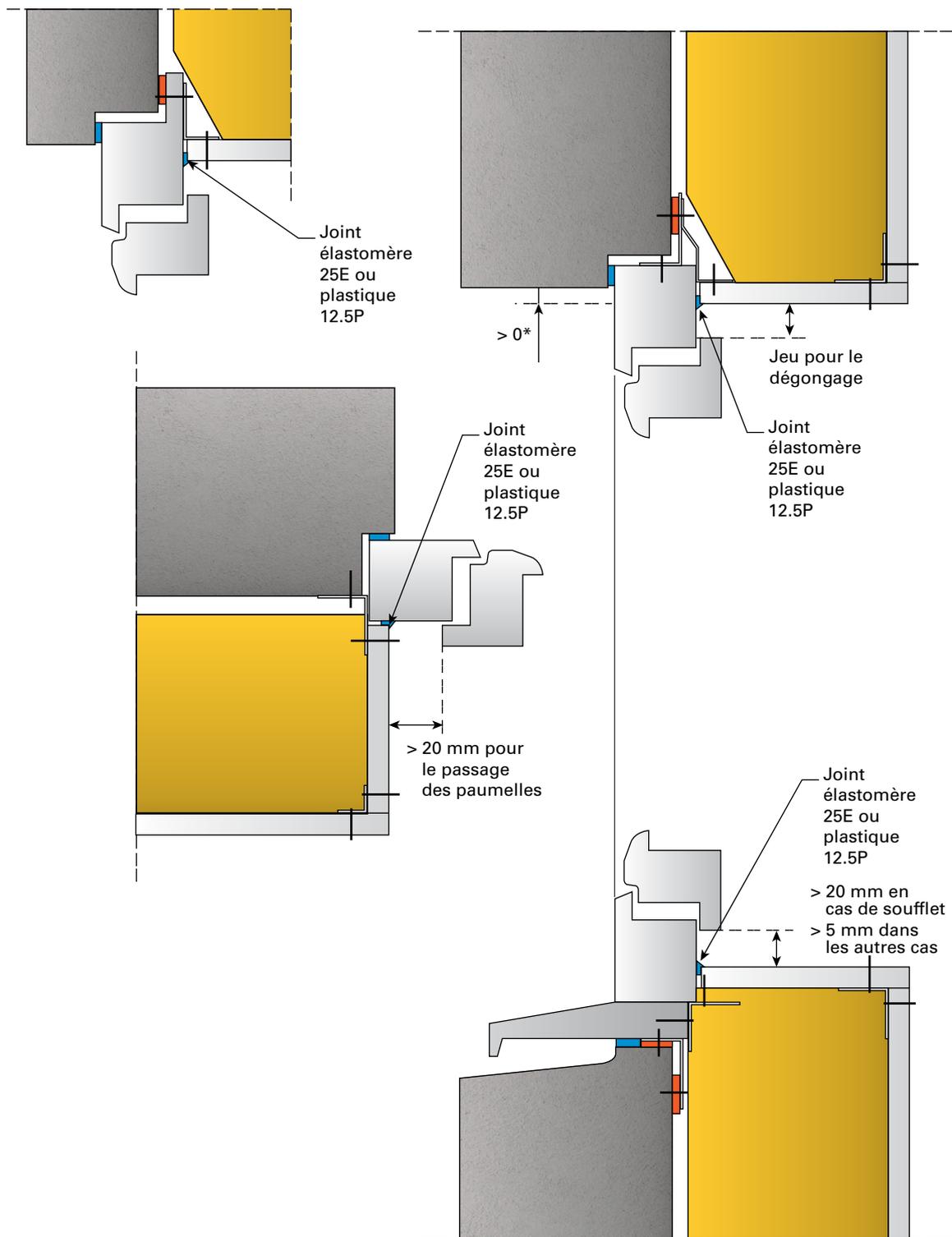


9.4.2.1. • Pose en applique



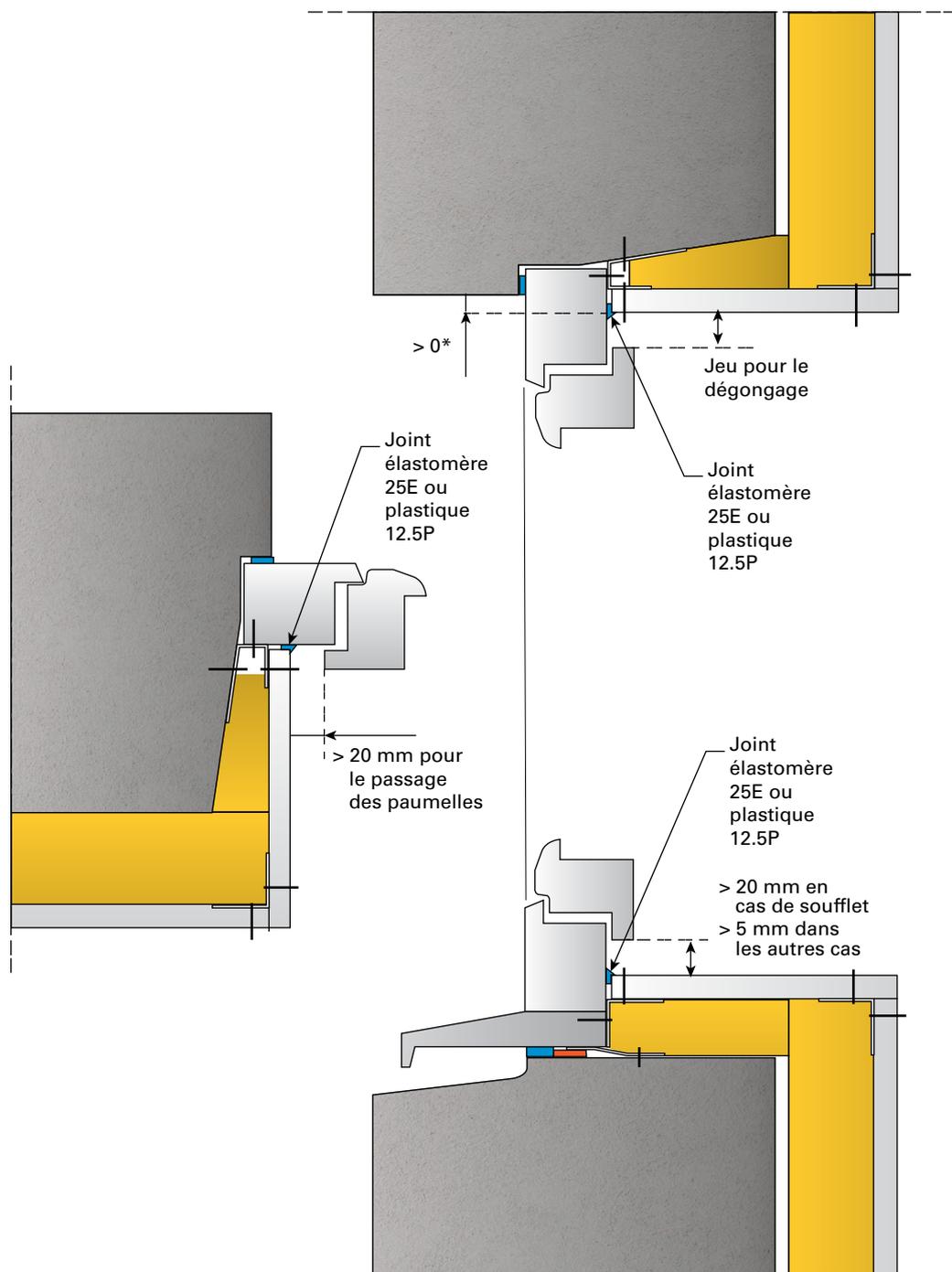
▲ Figure 100 : Pose en applique

9.4.2.2. • Pose en feuillure



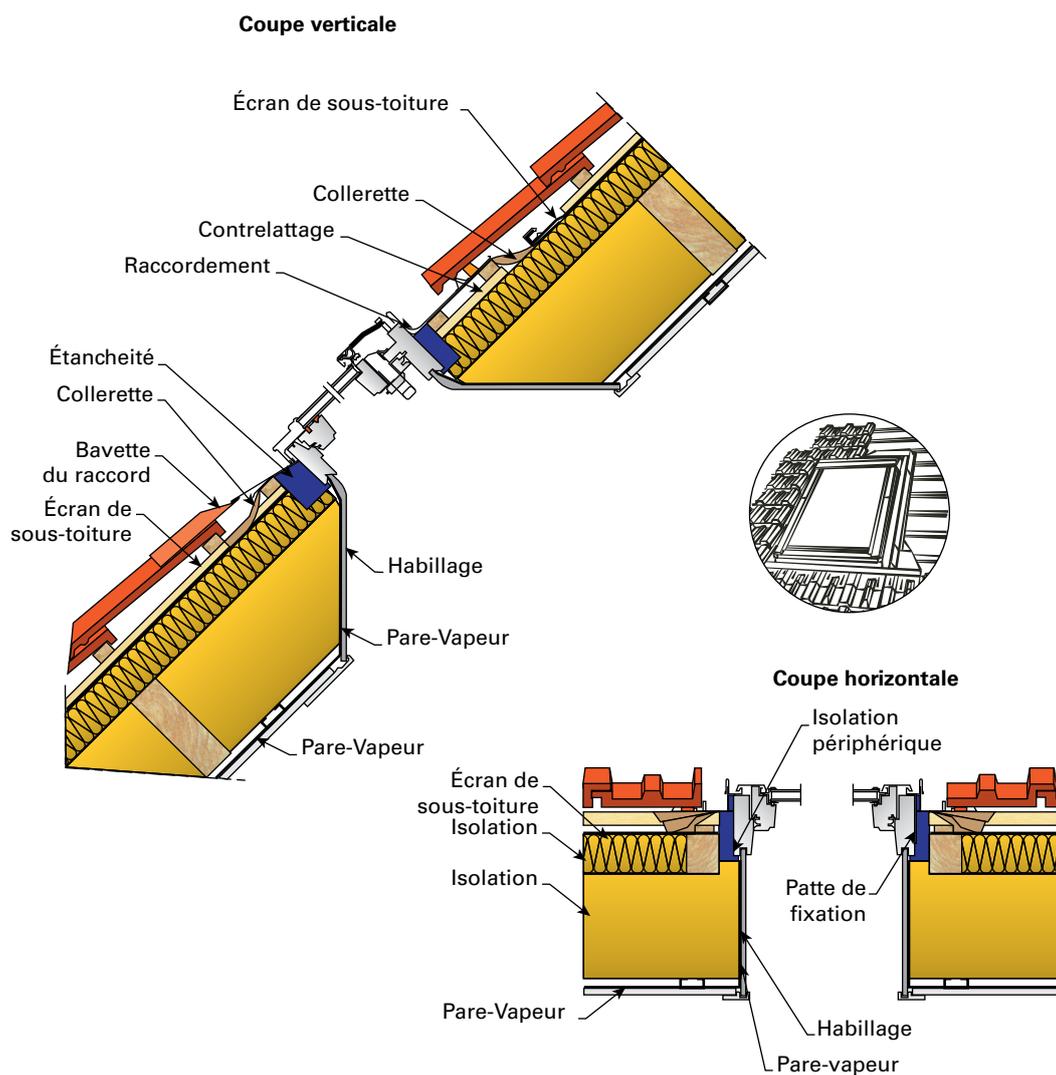
▲ Figure 101 : Pose en feuillure

9.4.2.3. • Pose en ébrasement avec allège alignée

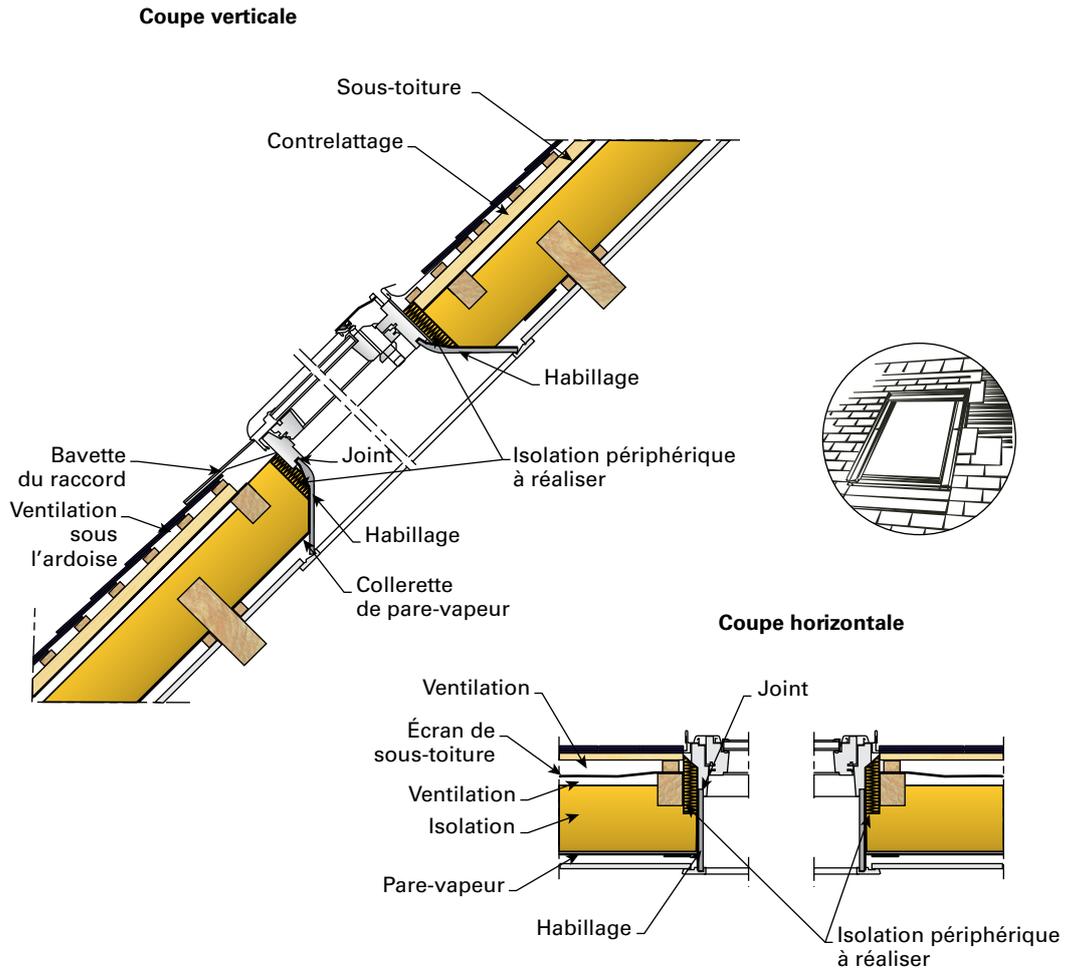


▲ Figure 102 : Pose en feuillure avec ébrasement et allège alignée, avec habillage en plaque de plâtre déporté

9.4.2.4. • Jonctions avec fenêtres de toit

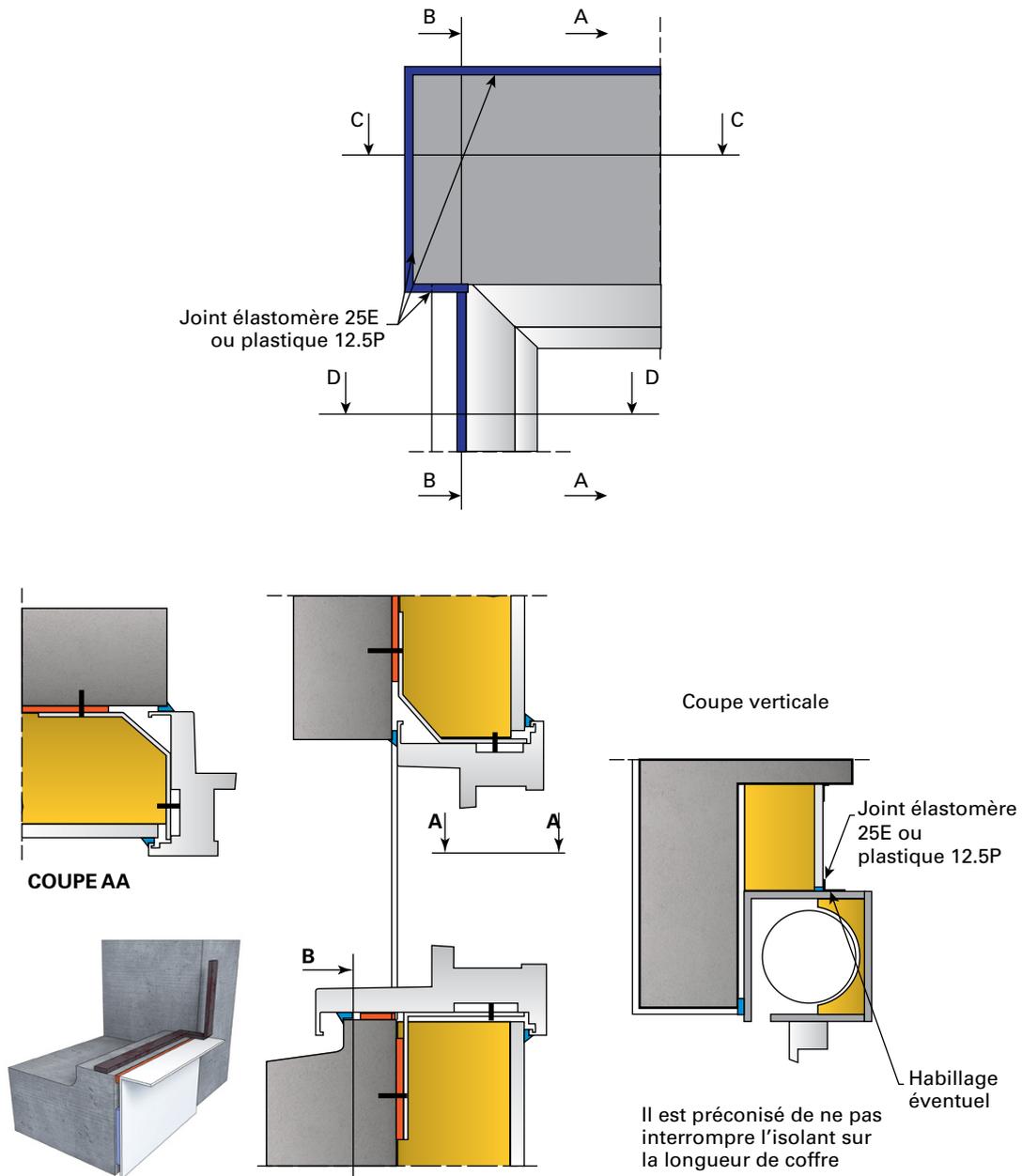


▲ Figure 103 : Jonctions rampant sur fenêtre de toit avec isolation périphérique intégrée

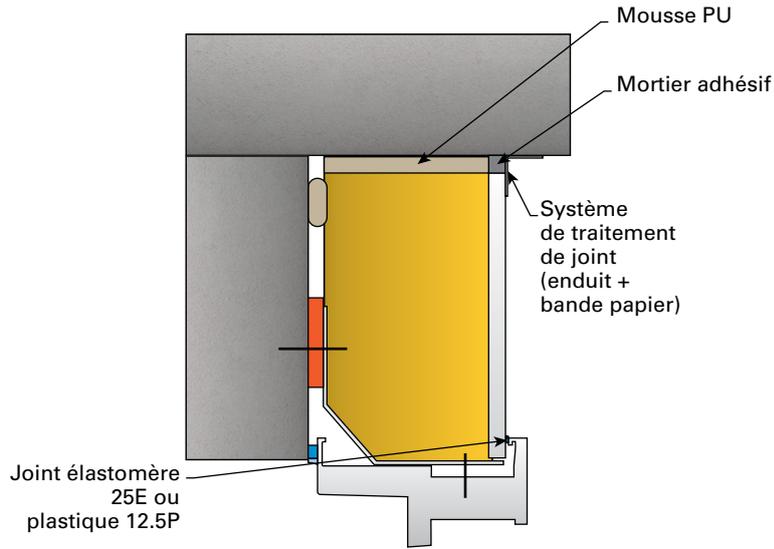


▲ Figure 104 : Jonctions rampant sur fenêtre de toit sans isolation périphérique intégrée

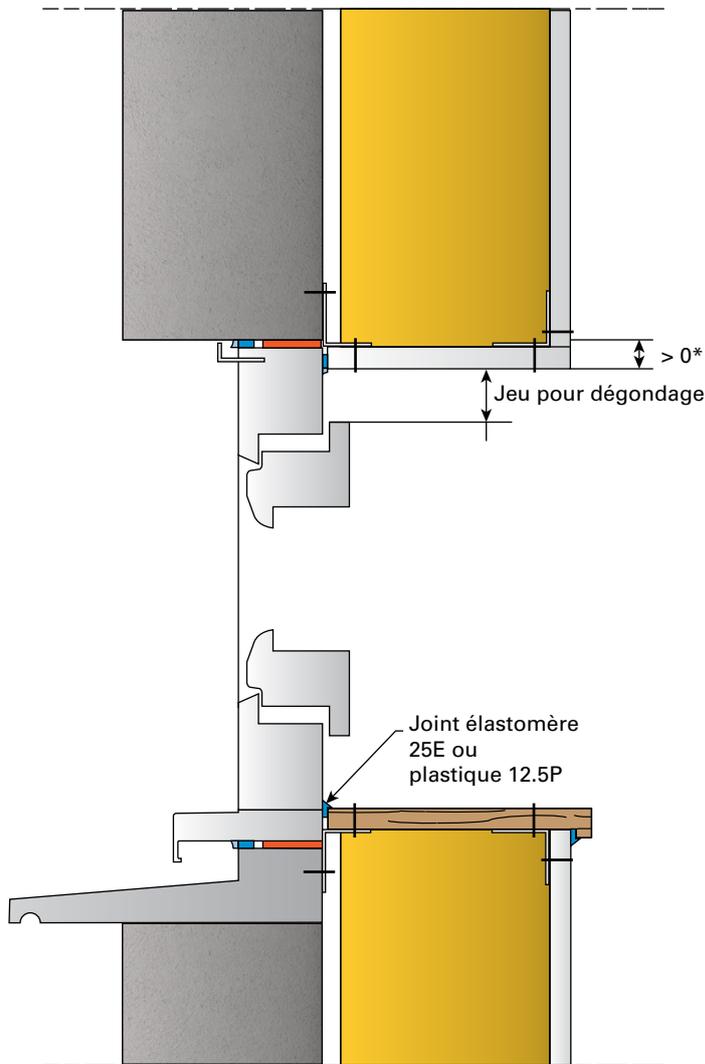
9.4.3. • Jonctions avec les coffres de volet roulant



▲ Figure 105 : Exemples de jonctions avec coffres de volets roulants, appui déporté



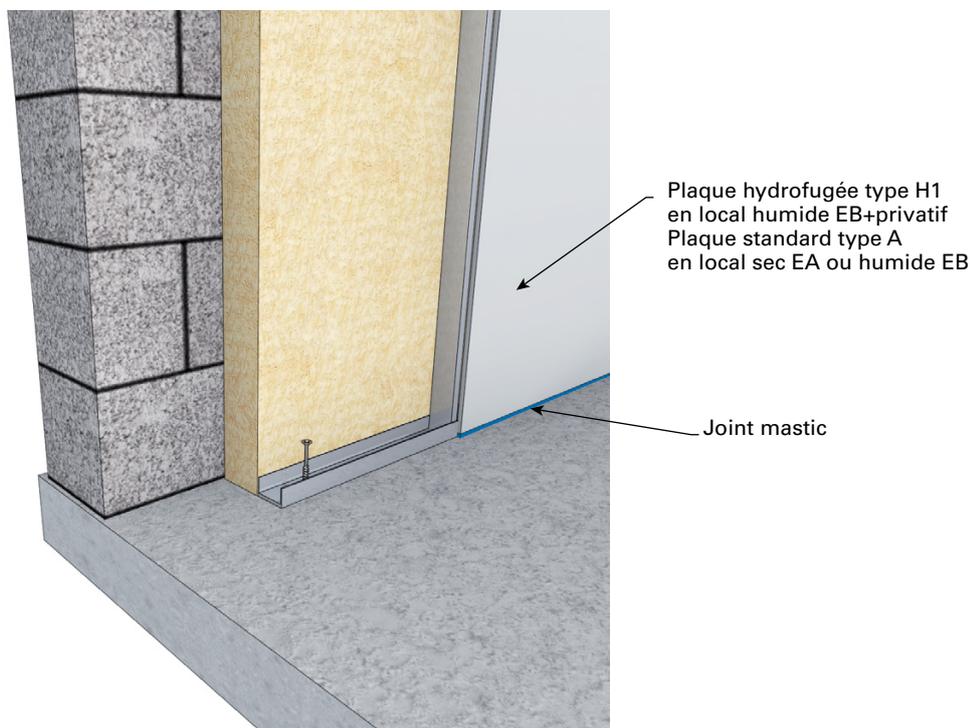
▲ Figure 106 : Pose en applique avec appui déporté, détails de mise en œuvre de complexes de doublage en linteau



▲ Figure 107 : Pose en tunnel affleurant côté intérieur, coupe verticale

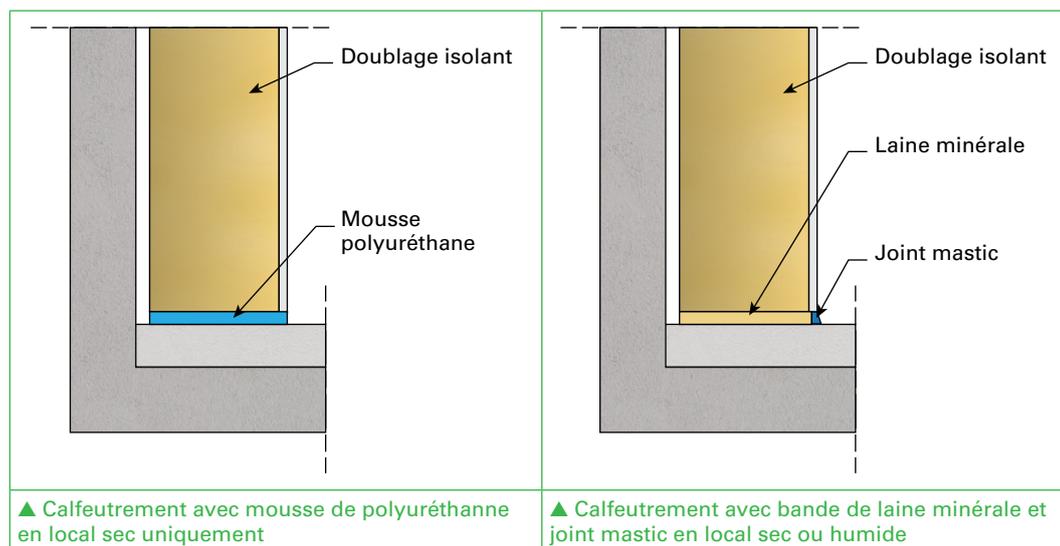
9.4.4. • Traitement des pieds de contre-cloisons (calfeutrement, etc.)

Les dispositions suivantes relèvent des DTU 25.41, 25.42 ou des Avis Techniques ou DTA.

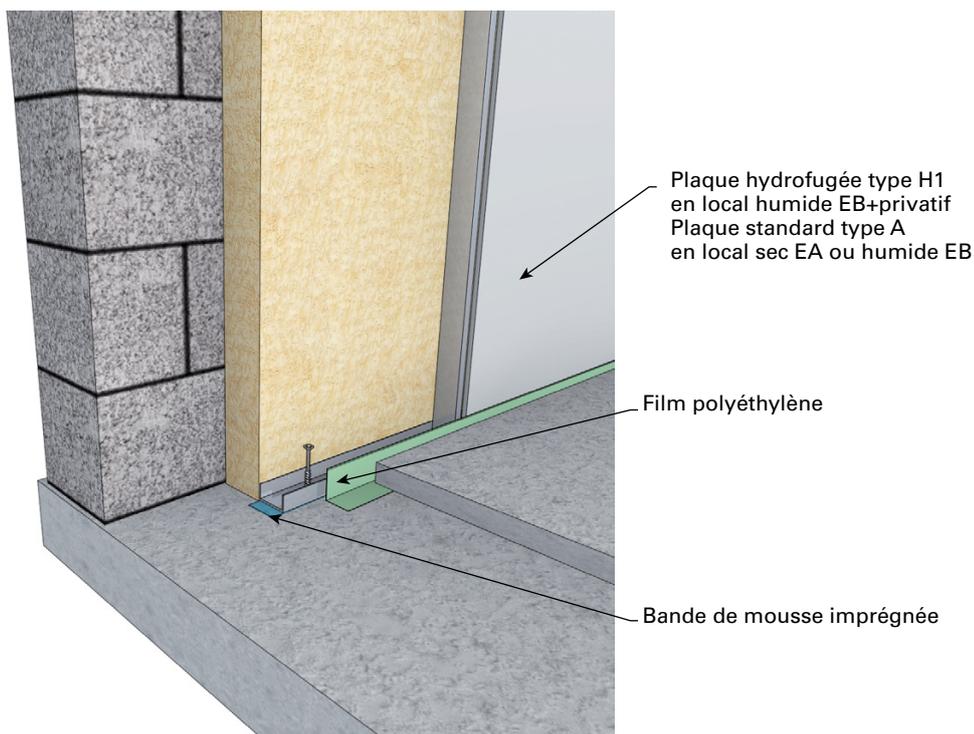


Pose sur sol fini

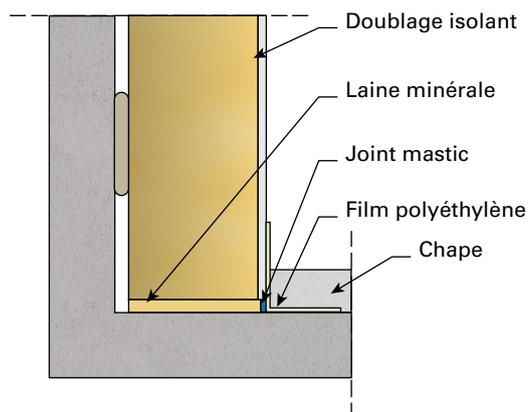
▲ Figure 108 : Pieds de contre-cloison sur sol fini dans un local sec ou humide



▲ Figure 109 : Pieds de complexe de doublage sur sol fini dans un local sec et dans un local humide



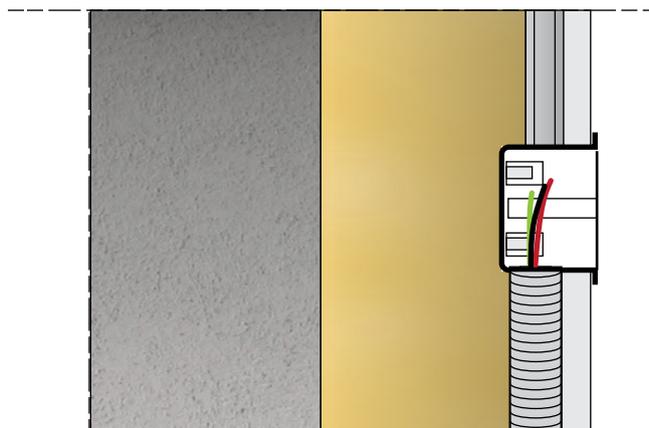
▲ Figure 110 : Pieds de contre-cloison sur sol brut dans un local sec ou humide



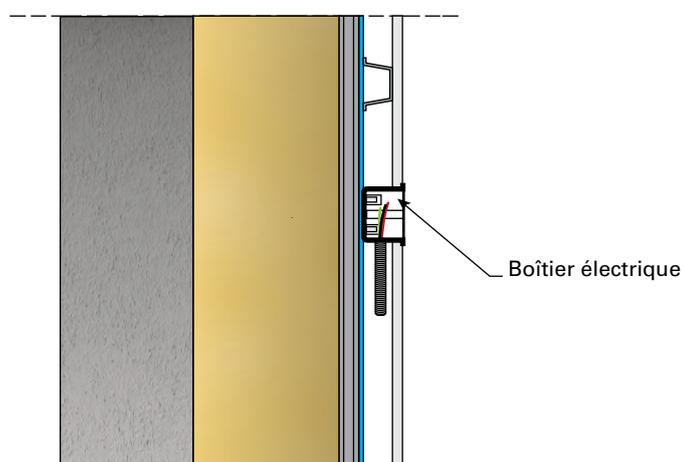
▲ Figure 111 : Pieds de complexe de doublage sur sol brut dans un local sec ou humide

9.4.5. • Traitement des traversées et incorporations

Les incorporations électriques sont réalisées conformément aux prescriptions de la norme NF DTU 25.41.



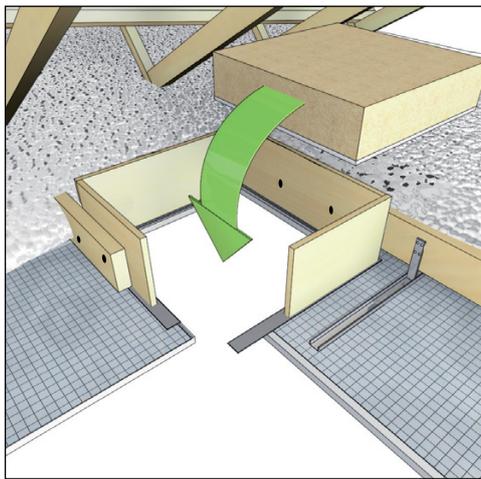
▲ Figure 112 : Détail d'incorporation d'un boîtier électrique dans une contre-cloison en plaques de plâtre sur ossature métallique



▲ Figure 113 : Détail d'incorporation d'un boîtier électrique dans une contre-cloison sur ossature métallique : cas d'une membrane d'étanchéité à l'air avec vide technique (coupe verticale et coupe horizontale)



9.4.6. • Traitement des trappes d'accès aux combles



Raccordement à une trappe

▲ **Figure 114** : Principe de traitement d'une jonction d'un plafond sous fermettes avec une trappe d'accès aux combles

La (Figure 114) illustre le principe de réalisation des trappes d'accès aux combles. Elles doivent assurer :

- une section de passage suffisante pour permettre l'accès aux combles ;
- un dispositif adapté d'appui d'une échelle ;
- la continuité de l'étanchéité à l'air entre le parement du plafond ou la membrane d'étanchéité à l'air et les parois du coffre ;
- l'étanchéité à l'air entre le bâti du coffre et la trappe (joint souple, système de rampe de serrage) ;
- la continuité de l'isolation thermique mise en œuvre sur le plafond (isolant au dos de la trappe) ;
- le maintien du niveau de résistance au feu éventuellement requis par la réglementation par le plafond ;
- le maintien de l'isolement acoustique réglementaire par rapport aux bruits extérieurs.

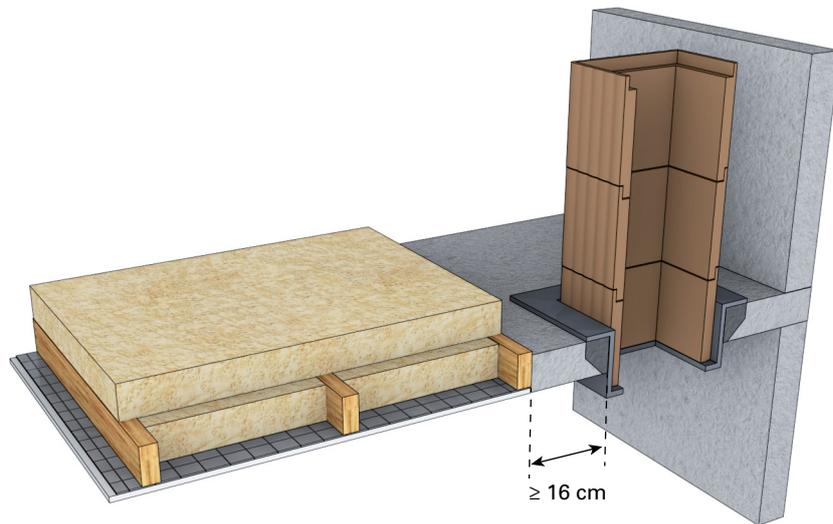
Note 1

Le comportement au feu et l'étanchéité à l'air de la trappe de visite doivent être justifiés par des PV d'essais.

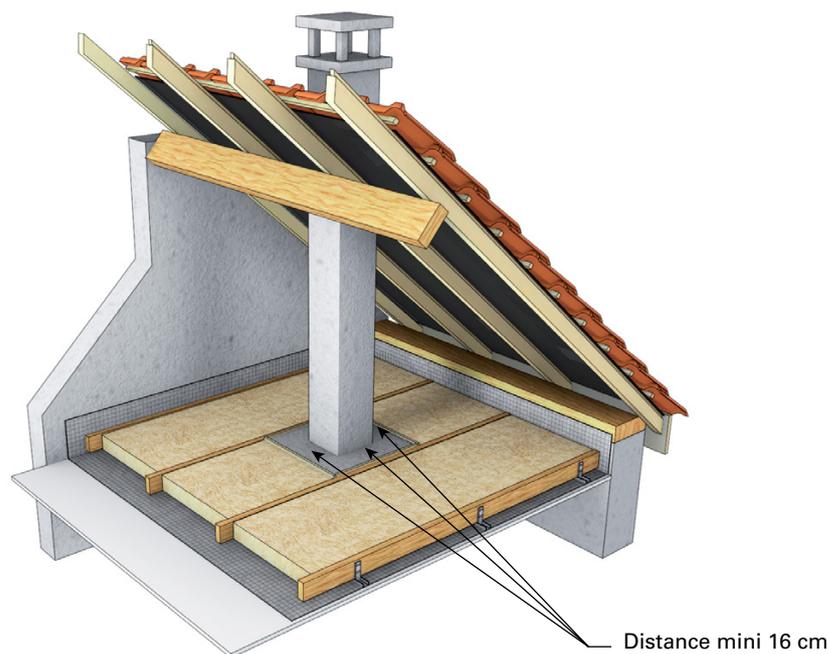
Note 2

Des trappes de plafond industrialisées sont disponibles sur le marché.

9.4.7. • Traitement des jonctions avec les conduits de fumées



▲ Figure 115 : Principe de suspension des conduits de fumée





Source : DTU 24.1

▲ Figure 116 : Distance de sécurité par rapport aux matériaux combustibles

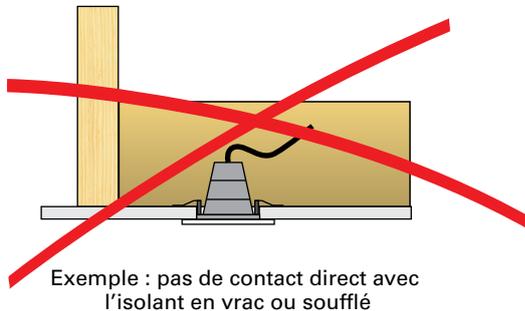
9.4.8. • Incorporations de sources de chaleur dans les plénums

L'incorporation de spots lumineux dans les plafonds peut générer des échauffements et présenter un risque d'incendie.

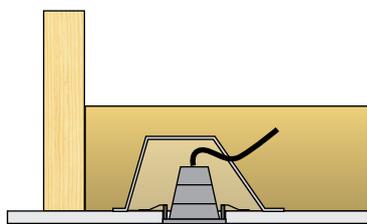
Une solution consiste à équiper chaque spot d'un capot en matériau non combustible et de s'assurer auprès du fabricant que cet équipement est compatible avec la mise en œuvre de l'isolant.

En l'absence de spots protégés, l'isolant ne doit pas être en contact avec les dispositifs d'éclairage encastrés dans le plafond ou toute autre source de chaleur localisée afin d'éviter les échauffements excessifs.

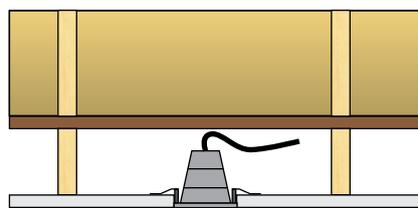
Un écart doit donc être maintenu entre l'isolant et le spot lumineux ou toute autre source ponctuelle de chaleur. Il peut être réalisé par un plénum dans lequel le spot pourra être encastré sans risque de contact avec l'isolant. La hauteur minimale de ce plénum dépend de la distance de sécurité préconisée par le fabricant du spot, et sera dans tous les cas supérieure à 10 cm.



Exemple : pas de contact direct avec l'isolant en vrac ou soufflé

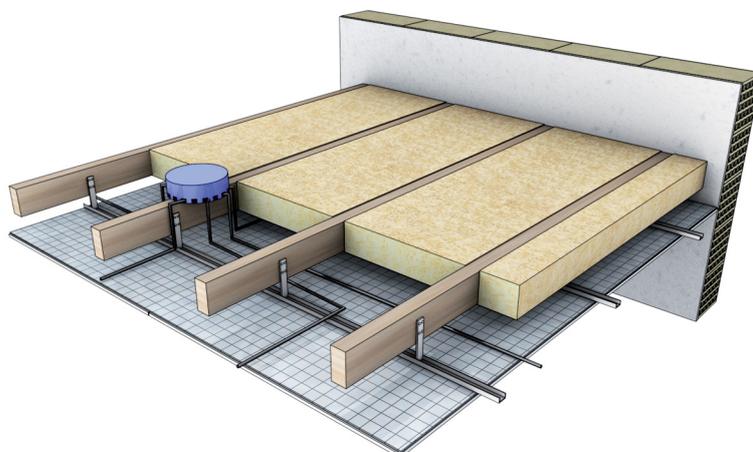


Exemple : utilisation de capot



Solution recommandée
utilisation d'un plénum

▲ Figure 117 : Exemple d'encapsulation de spots électriques encastrés dans un plafond



Source : e-Cahier du CSTB n° 3560_V2

▲ Figure 118 : Exemple de disposition des réseaux de canalisations électriques dans un plénum

9.5. • Coordination entre corps d'état

Les corps d'état concernés sont les suivants : gros œuvre, électricité, plomberie, carrelage, menuiserie, plâtrerie, etc.

Les performances des ouvrages, notamment thermiques, hygrométriques, étanchéité à l'air, dépendent de la qualité du traitement des interfaces entre corps d'état et de la bonne coordination entre intervenants.

9.6. • Suivi de chantier

Le suivi de chantier doit comprendre la fourniture par chaque corps d'état de fiches d'autocontrôle attestant de la bonne réalisation des détails de mise en œuvre, des réglages, etc.



10

Réception des travaux



10.1. • Planéité

Des tests de planimétrie sont à réaliser, si nécessaire, conformément aux dispositions des DTU.

10.2. • Aspect

On contrôlera l'absence de défauts conformément aux dispositions des DTU, le parement de l'ouvrage ne devant présenter ni pulvérisation superficielle, ni trou, ni trace d'outils.

10.3. • Étanchéité à l'air

On vérifiera la présence des joints contribuant à l'étanchéité à l'air des jonctions lorsque ceux-ci sont visibles (au pourtour des menuiseries par exemple).

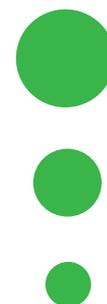
Un test d'étanchéité à l'air sera réalisé s'il a été prévu dans les DPM.

10.4. • Fourniture des justificatifs techniques

Les justificatifs techniques à fournir sont les Avis Techniques ou DTA, les procès-verbaux ou rapports d'essais, les certificats de conformité des produits aux marques de qualité.

Annexe

11



[ANNEXE A] : Statut actuel des techniques d'isolation thermique par l'intérieur



ANNEXE A : STATUT ACTUEL DES TECHNIQUES D'ISOLATION THERMIQUE PAR L'INTÉRIEUR



Tableau 106 : Statut actuel des techniques d'isolation thermique par l'intérieur

Type de procédé d'isolation thermique	Produits et/ou techniques traditionnels				Produits et/ou techniques non traditionnels	
	Documents normatifs de mise en œuvre	Référentiel produits	Certification produit	Isolants visés et normes produits	Produits et procédés	Évaluation technique Produits avec Avis Techniques en cours de validité
Complexes et sandwichs d'isolation thermique par l'intérieur : plaques de plâtre / isolant	NF DTU 25.42 Ouvrages de doublage et habillage en complexes et sandwichs plaques de parement en plâtre et isolant	NF EN 13950 Complexes et sandwichs	CSTBat ACERMI	Laine minérale (MW) NF EN 13162	Complexes et sandwichs plaques de parement en plâtre et isolant	Avis Technique ou DTA pour : – produits différents (parement, isolant) hors normes, DTU ; – domaine d'emploi différent (hors DTU) ; – mise en œuvre différente (hors DTU).
		NF EN 520 Plaques de plâtre	NF Plaques de plâtre	Polystyrène expansé (EPS) NF EN 13163		
Procédés d'isolation thermique avec isolant et parement plaque, panneau, frise, lambris (plafonds horizontaux, inclinés et pieds droits)	NF DTU 25.41 Ouvrages en plaques de plâtre – Plaques à faces cartonnées	NF EN 13963 Matériaux de jointoiement	CSTBat Enduits	Mousse polystyrène extrudé (XPS) NF EN 13164	Système avec membrane (pare-vapeur, étanchéité à l'air)	Avis Technique GS 20 et Guide technique spécialisé pour la constitution d'un dossier de demande d'Avis Technique : systèmes d'étanchéité à l'air des parois de bâtiment (<i>e-Cahier du CSTB n° 3710</i>)
		NF EN 14496 Adhésifs à base de plâtre	non	Mousse rigide de polyuréthane (PUR) NF EN 13165		
Procédés d'isolation thermique avec isolant et parement plaque, panneau, frise, lambris (plafonds horizontaux, inclinés et pieds droits)	NF EN 14195 Profilés métalliques	NF EN 520 Plaques de plâtre	NF Plaques de plâtre	Laine minérale (MW) NF EN 13162	Isolation thermique des combles avec laine minérale	Avis Technique GS 20 et CPT associé : Isolation thermique des combles – Isolation en laine minérale faisant l'objet d'un Avis Technique ou d'un Constat de Traditionnalité (<i>e-Cahier du CSTB n° 3560_V2</i>)
		NF EN 13963 Matériaux de jointoiement	CSTBat Enduits	Mousse polystyrène extrudé (XPS) NF EN 13164		
Procédés d'isolation thermique avec isolant et parement plaque, panneau, frise, lambris (plafonds horizontaux, inclinés et pieds droits)	NF EN 13984 Feuilles plastiques et élastomères pare-vapeur	NF EN 13950 Complexes et sandwichs	CSTBat ACERMI	Laine minérale (MW) NF EN 13162	Laine de mouton ; chanvre, lin ; paille ; fibres de bois ; coton, tissu ; plumes de canard ; ouate de cellulose.	Avis Technique GS 20 et Guide technique pour la constitution d'un dossier de demande d'Avis Technique : isolants à base de fibres végétales ou animales, produits destinés à une isolation thermique par l'intérieur (<i>e-Cahier du CSTB n° 3713</i>)
		NF EN 520 Plaques de plâtre	NF Plaques de plâtre	Polystyrène expansé (EPS) NF EN 13163		
Procédés d'isolation thermique avec isolant et parement plaque, panneau, frise, lambris (plafonds horizontaux, inclinés et pieds droits)	NF EN 13984 Feuilles plastiques et élastomères pare-vapeur	NF EN 13963 Matériaux de jointoiement	CSTBat Enduits	Mousse polystyrène extrudé (XPS) NF EN 13164	Isolants minces réfléchissants	Avis Techniques GS20
		NF EN 14195 Profilés métalliques	NF Profilés métalliques	Mousse rigide de polyuréthane (PUR) NF EN 13165		

Type de procédé d'isolation thermique	Produits et/ou techniques traditionnels				Produits et/ou techniques non traditionnels	
	Documents normatifs de mise en œuvre	Référentiel produits	Certification produit	Isolants visés et normes produits	Produits et procédés	Évaluation technique Produits avec Avis Techniques en cours de validité
		NF EN 13950 Complexes et sandwichs	CSTBat ACERMI	Laine minérale (MW) NF EN 13162		
	NF DTU 25.42 Ouvrages de doublage et habillage en complexes et sandwichs plaques de parement en plâtre et isolant	NF EN 520 Plaques de plâtre NF EN 13963 Matériaux de jointoiement	NF Plaques de plâtre CSTBat enduits	Polystyrène expansé (EPS) NF EN 13163 Mousse polystyrène extrudé (XPS) NF EN 13164		
	NF DTU 31.2 Constructions à ossature bois	NF EN 520 Plaques de plâtre	NF Plaques de plâtre	Mousse rigide de polyuréthane (PUR) NF EN 13165 Laine minérale (MW) NF EN 13162		

Type de procédé d'isolation thermique	Produits et/ou techniques traditionnels				Produits et/ou techniques non traditionnels	
	Documents normatifs de mise en œuvre	Référentiel produits	Certification produit	Isolants visés et normes produits	Produits et procédés	Évaluation technique Produits avec Avis Techniques en cours de validité
Contre-cloisons maçonnées avec isolant	NF DTU 20.13 Cloisons en maçonnerie de petits éléments	NF 771-1 briques de terre cuite	NF	Laine minérale (MW) NF EN 13162	Laine de mouton ; chanvre, lin ; paille ; fibres de bois ; coton, tissu ; plumes de canard.	Avis Technique GS20 et Guide technique pour la constitution d'un dossier de demande d'Avis Technique : isolants à base de fibres végétales ou animales, produits destinés à une isolation thermique par l'intérieur (<i>e-Cahier du CSTB n° 3713</i>)
		NF 771-3 blocs de béton de granulats courants	NF	Polystyrène expansé (EPS) NF EN 13163		
		NF 771-4 béton cellulaire autoclavé	NF	Mousse polystyrène extrudé (XPS) NF EN 13164		
				Mousse rigide de polyuréthane (PUR) NF EN 13165		
Contre-cloisons en carreaux de plâtre	DTU 25.31 Ouvrages verticaux de plâtrerie en carreaux de plâtre	NF EN 12860 Carreaux de plâtre	Non	Verre cellulaire (CG) NF EN 13167	Procédés d'insufflation d'isolants en vrac dans les cavités (laine de verre et ouate de cellulose)	Avis Technique et CPT GS20 : Cahier des prescriptions techniques communes de mise en œuvre des procédés d'isolation thermique de murs par insufflation d'isolant en vrac (<i>e-Cahier du CSTB n° 3723</i>)
		NF EN 12859 Liant colle à base de plâtre	Non	Fibres de bois (WF) NF EN 13171		

Type de procédé d'isolation thermique	Produits et/ou techniques traditionnels				Produits et/ou techniques non traditionnels	
	Documents normatifs de mise en œuvre	Référentiel produits	Certification produit	Isolants visés et normes produits	Produits et procédés	Évaluation technique Produits avec Avis Techniques en cours de validité
Contre-cloisons plaques de plâtre sur ossature avec isolant		NF EN 520 Plaques de plâtre	NF Plaques de plâtre	Laine minérale (MW) NF EN 13162	Produits et procédés de contre-cloison plaque de plâtre sur ossature non visés par le DTU 25.41	Avis Technique GS9 lorsque hors DTU pour : produits différents (parement, isolant, ossature), domaine d'emploi différent, disposition de mise en œuvre différente.
		NF EN 14195 Profilés métalliques	NF Profilés métalliques	Polystyrène expansé (EPS) NF EN 13163	Système avec membrane (pare-vapeur, étanchéité à l'air)	Avis Technique GS 20 et Guide technique spécialisé pour la constitution d'un dossier de demande d'Avis Technique : systèmes d'étanchéité à l'air des parois de bâtiment (<i>e-Cahier du CSTB</i> n° 3710)
	NF DTU 25.41 Ouvrages en plaques de plâtre – Plaques à faces cartonnées	NF EN 13963 Matériaux de jointoiement	CSTBat Enduits	Mousse polystyrène extrudé (XPS) NF EN 13164	Plâtre de construction ayant des performances d'étanchéité à l'air sur la face intérieure des maçonneries	Avis Technique GS9
		NF EN 13984 Feuilles plastiques et élastomères pare-vapeur	ACERMI	Mousse rigide de polyuréthane (PUR) NF EN 13165	Isolants d'origine végétale ou animale : laine de mouton ; chanvre ; lin ; paille ; fibres de bois ; coton, tissu ; plumes de canard ; ouate de cellulose	Avis Technique GS 20 et Guide technique pour la constitution d'un dossier de demande d'Avis Technique : isolants à base de fibres végétales ou animales, produits destinés à une isolation thermique par l'intérieur (<i>e-Cahier du CSTB</i> n° 3713)
				Projection de mousse de polyuréthane	Avis Technique GS20	

Type de procédé d'isolation thermique	Produits et/ou techniques traditionnels				Produits et/ou techniques non traditionnels	
	Documents normatifs de mise en œuvre	Référentiel produits	Certification produit	Isolants visés et normes produits	Produits et procédés	Évaluation technique Produits avec Avis Techniques en cours de validité
Procédés d'isolation thermique des planchers de greniers et combles perdus		NF EN 520 Plaques de plâtre	NF Plaques de plâtre	Laine minérale (MW) NF EN 13162	Procédés d'isolation par soufflage d'isolant laine minérale ou ouate de cellulose	Avis Technique et CPT GS20 Procédé d'isolation par soufflage d'isolant en vrac faisant l'objet d'un Avis Technique ou d'un DTA (<i>e-Cahier du CSTB n° 3693</i>)
		NF EN 13963 Matériaux de jointoiement entre plaques de plâtre	CSTBat Enduits	Polystyrène expansé (EPS) NF EN 13163		Avis Technique et CPT GS20 Mise en œuvre des procédés d'isolation thermique rapportée en planchers de greniers et combles perdus faisant l'objet d'un Avis Technique, DTA ou Constat de Traditionnalité (<i>e-Cahier du CSTB n° 3647</i>).
Cloisons non poreuses en plaque de plâtre sur ossature avec isolant incorporé ou doublage rapporté	NF DTU 25.41	NF EN 520 Plaques de plâtre	NF Profils métalliques	Mousse polystyrène extrudé (XPS) NF EN 13164	Isolant en panneaux ou rouleaux mis en œuvre sur le plancher	Avis Technique et CPT GS 20 : Isolation thermique des combles en laine minérale (<i>e-Cahier n° 3560_V2</i>) ; Avis Technique et CPT GS20 Guide technique pour la constitution d'un dossier de demande d'Avis Technique : isolants à base de fibres végétales ou animales, produits destinés à une isolation thermique par l'intérieur (<i>e-Cahier du CSTB n° 3713</i>)
		NF EN 14195 Éléments ossatures métalliques		Mousse rigide de polyuréthane (PUR) NF EN 13165		
		NF EN 520 Plaques de plâtre			Produits et procédés de cloisons en panneaux ou plaques sur ossature non visés par le DTU 25.41	Avis Technique ou DTA lorsque hors DTU pour : – produits différents (parement, isolant, ossature) ; – domaine d'emploi différent ; – disposition de mise en œuvre différente.
		NF EN 13963 Matériaux de jointoiement entre plaques de plâtre	CSTBat Enduits	Laine minérale NF EN 13162		
		NF EN 14195 Éléments ossatures métalliques	NF Profils métalliques			

Type de procédé d'isolation thermique	Produits et/ou techniques traditionnels				Produits et/ou techniques non traditionnels	
	Documents normatifs de mise en œuvre	Référentiel produits	Certification produit	Isolants visés et normes produits	Produits et procédés	Évaluation technique Produits avec Avis Techniques en cours de validité
Isolation thermique des constructions à ossature bois	NF DTU 31.2	Panneaux bois NF EN 13986	CTB-COB	Laine minérale NF EN 13162	Isolants d'origine végétale ou animale : laine de mouton ; chanvre ; lin ; paille ; fibres de bois ; coton, tissu ; plumes de canard ; ouate de cellulose	Avis Technique et CPT GS20 Guide technique pour la constitution d'un dossier de demande d'Avis Technique : isolants à base de fibres végétales ou animales (e-Cahier du CSTB n° 3713) ; Avis Technique et CPT GS 20 : isolation thermique des murs par l'intérieur – Procédés d'isolation à l'aide de produits manufacturés à base de fibres végétales ou animales faisant l'objet d'un Avis Technique ou d'un DTA (e-Cahier du CSTB n° 3728)
		Bois de structure NF EN 14081	CTB-COB	Polystyrène expansé NF EN 13163		
Menuiseries intérieures en bois	DTU 36.1, puis suite à sa publication, NF DTU 36.2	Feuilles plastiques et élastomères pare-vapeur NF EN 13984	ACERMI	Mousse polystyrène extrudé NF EN 13164		Règles professionnelles
		Lambris NF EN 14519, NF EN 14951, NF EN 15146	NF NF NF	Mousse rigide de polyuréthane NF EN 13165		
		Panneaux à base de bois NF EN 13986				
		Panneaux décoratifs finis surfacés mélaminés NF EN 14322				
		Plaques de stratifié décoratif haute pression NF EN 438				
		Panneaux décoratifs plaqués bois NF B 54-200, NF B 54 201, NF B 54-202				

Type de procédé d'isolation thermique	Produits et/ou techniques traditionnels				Produits et/ou techniques non traditionnels	
	Documents normatifs de mise en œuvre	Référentiel produits	Certification produit	Isolants visés et normes produits	Produits et procédés	Évaluation technique Produits avec Avis Techniques en cours de validité
Charpentes traditionnelles	NF DTU 31.1		NF			
Charpentes industrielles	NF DTU 31.3	NF EN 14592	CTB-CI Marquage CE			
Façades légères à ossature acier						Avis Techniques
Façades légères à ossature bois					Panneaux fibres de bois, fibres de cellulose, etc.	Avis Techniques
Construction d'ossatures en acier pour maisons et bâtiments résidentiels	NF DTU 32.3					

PARTENAIRES du Programme « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 »

- Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME) ;
- Association des industries de produits de construction (AIMCC) ;
- Agence qualité construction (AQC) ;
- Confédération de l'artisanat et des petites entreprises du bâtiment (CAPEB) ;
- Confédération des organismes indépendants de prévention, de contrôle et d'inspection (COPREC Construction) ;
- Centre scientifique et technique du bâtiment (CSTB) ;
- Électricité de France (EDF) ;
- Fédération des entreprises publiques locales (EPL) ;
- Fédération française du bâtiment (FFB) ;
- Fédération française des sociétés d'assurance (FFSA) ;
- Fédération des promoteurs immobiliers de France (FPI) ;
- Fédération des syndicats des métiers de la prestation intellectuelle du Conseil, de l'Ingénierie et du Numérique (Fédération CINOV) ;
- GDF SUEZ ;
- Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie ;
- Ministère de l'Égalité des Territoires et du Logement ;
- Plan Bâtiment Durable ;
- SYNTEC Ingénierie ;
- Union nationale des syndicats français d'architectes (UNSFA) ;
- Union nationale des économistes de la construction (UNTEC) ;
- Union sociale pour l'habitat (USH).

Les productions du Programme « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 » sont le fruit d'un travail collectif des différents acteurs de la filière bâtiment en France.



ISOLATION THERMIQUE
PAR L'INTÉRIEUR

JUIN 2015

NEUF

L'isolation thermique par l'intérieur des murs, des planchers et des combles a constitué au cours des 40 dernières années la technique d'isolation la plus utilisée en France. Elle est encore largement utilisée dans le cadre des travaux neufs comme dans celui de la rénovation.

Ce guide a pour objectif d'aider au choix des procédés d'isolation thermique par l'intérieur des bâtiments neufs, en fonction des performances attendues, de la configuration et de la localisation de ces bâtiments.

Ce guide a été établi en prenant en compte les différentes étapes à respecter dans le cadre de travaux mettant en œuvre un procédé d'isolation thermique par l'intérieur. Il présente notamment les techniques d'isolation par l'intérieur les plus courantes et rappelle les principaux éléments de réglementation à respecter. Il offre également une aide au choix d'un procédé d'isolation thermique ou thermo-acoustique qui pourra être mis en place.

Cette aide au choix vise les performances attendues, les reprenant une à une avec un rappel des réglementations en vigueur et des règles de calculs utilisées pour l'établissement des fiches propres à chaque procédé. Elle attire l'attention sur les points particuliers à traiter (thermiques et énergétiques, hygrothermie, dispositions en vue d'éviter les risques de condensations, étanchéité à l'air, ventilation des locaux, isolement acoustique, sécurité incendie, impacts environnementaux et sanitaires, stabilité et durabilité et comportement sous sollicitations sismiques).

Les fiches figurant dans ce guide sont autoportantes. Elles décrivent les procédés d'isolation thermique ou thermo-acoustique les plus couramment utilisés en présentant succinctement les principes de mise en œuvre, leur statut et les référentiels correspondants, ainsi que, pour chacun des procédés, les performances attendues.

Le travail réalisé dans le cadre de l'élaboration de ce guide a nécessité la réunion dans un même document d'un grand nombre d'informations sur l'isolation thermique par l'intérieur et sur les procédés. Ce travail a permis également de rassembler des éléments (spécifications et principe de mise en œuvre, notamment sur les ossatures bois) qui pourront être intégrés dans les normes NF DTU 25.41 et 25.42.



PROGRAMME D'ACCOMPAGNEMENT DES PROFESSIONNELS

« Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 »

Ce programme est une application du Grenelle Environnement. Il vise à revoir l'ensemble des règles de construction, afin de réaliser des économies d'énergie dans le bâtiment et de réduire les émissions de gaz à effet de serre.

www.reglesdelart-grenelle-environnement-2012.fr

