

LES BONNES
PRATIQUES
DE L'ISOLATION

GUIDE DE L'ÉTANCHÉITÉ À L'AIR des combles perdus ou aménagés



Une bonne

Une bonne isolation

La recherche de la performance énergétique du niveau de la basse consommation - 50kWh/m².an - future réglementation thermique, amène à repenser globalement l'acte de construire. Des efforts doivent être faits sur des points qui jusque là ne faisaient pas l'objet d'une attention particulière. Les mises en œuvre doivent évoluer pour traquer les derniers kWh gaspillés.

L'isolation, choix des produits et mise en œuvre, est plus que jamais l'élément clé pour la réussite d'un projet performant d'un point de vue énergétique. Elle permet, en effet, de limiter les consommations énergétiques du bâtiment en évitant les déperditions thermiques des parois. Les isolants choisis devront être performants, certification Acermi à l'appui, et ils devront être mis en œuvre soigneusement. Une attention toute particulière devra être portée à l'étanchéité à l'air des parois isolées pour éviter les déperditions thermiques par des fuites d'air.

Ce guide a pour objet d'aider à la réalisation de l'isolation thermique de haute performance des combles perdus ou aménagés de bâtiments à charpentes traditionnelles ou industrielles. En suivant ses recommandations, qui complètent les règles de l'art existantes, vous réalisez une isolation aux performances garanties assurant une bonne étanchéité à l'air des parois des combles.

Ce guide est très illustré. Il propose des solutions pratiques pour réaliser conjointement isolation et étanchéité à l'air en fonction des choix constructifs. Chaque situation qui le mérite fait l'objet d'un zoom.

Nous le mettons à votre disposition. Nous espérons que « nos » solutions vous seront utiles. Vous en trouverez sûrement d'autres. Tant mieux ! Cela voudra dire que la bataille de l'isolation haute performance sera gagnée pour le bien-être des occupants de ces bâtiments et pour leur porte-monnaie.



performance énergétique

L'isolation reste en place longtemps et il n'est pas forcément facile d'intervenir par la suite : elle doit donc être choisie tout de suite au meilleur niveau possible.

Une bonne isolation réduit de façon importante la consommation d'énergie et permet d'offrir à la fois un très bon niveau de confort en hiver mais également en été.

Elle doit être accompagnée d'une maîtrise du renouvellement de l'air en qualité et en quantité. Pour cela, une ventilation associée à une bonne étanchéité à l'air des parois est indispensable. De cette façon, la circulation de l'air n'est pas perturbée par des fuites, à travers les parois et les jonctions des différents composants. Les calories ne sont pas « perdues » inutilement.

La règle essentielle est ... priorité à l'isolation de la toiture

- La toiture est la partie du bâtiment qui présente le plus de déperditions de chaleur en hiver.
- La toiture est la partie du bâtiment qui reçoit le plus d'ensoleillement donc de chaleur en été.
- La toiture est la partie la plus facile à isoler.
- L'isolation de la toiture est la plus rentable et la plus efficace thermiquement et économiquement (sans entretien).

ISOLATION

Ventilation

étanchéité à l'air

Choisir le bon isolant

Les isolants mis en œuvre dans les combles sont majoritairement des laines minérales (de roche ou de verre) en rouleaux, panneaux ou en vrac.

Un isolant certifié Acermi (et marqué CE) offre toutes les garanties de performance, de fiabilité et de durabilité pour une isolation de qualité contribuant ainsi à la pérennité du bâtiment. Un produit certifié est contrôlé par un organisme tiers indépendant selon les normes européennes et ses performances font l'objet de contrôles réguliers tout au long de sa production. Ils se repèrent grâce aux logos sur leurs emballages : CE ainsi qu'Acermi.

Pour pouvoir bénéficier du crédit d'impôt, le produit isolant doit attester de ses performances. Le certificat ACERMI apporte cette preuve.

Outre leurs caractéristiques thermiques, d'autres critères de performances peuvent être nécessaires pour les différents montages des complexes d'isolation.

La réalisation de l'isolation intervient après celle de la charpente qui doit être conçue et réalisée dans le respect des DTU des couvertures série 40 ou des Avis Techniques.

Caractéristiques requises pour les isolants

Panneaux ou rouleaux pour combles aménagés	
la résistance thermique R	en m ² K/W
la conductivité thermique lambda λ	en W/m.K
l'épaisseur du produit	en mm
la classe de tolérance de l'épaisseur	T2
la rigidité du produit	semi rigidité ou rigidité recommandée
le comportement à l'eau WS ou WL	recommandé

Panneaux ou rouleaux pour combles perdus	
la résistance thermique R	en m ² K/W
la conductivité thermique lambda λ	en W/m.K
l'épaisseur du produit	en mm
la classe de tolérance de l'épaisseur	T1

Vrac à souffler pour combles perdus	
la résistance thermique R	en m ² K/W
l'épaisseur du produit	en mm
pouvoir couvrant par m ²	Obligatoire
nombre de sacs minimum pour 100m ²	Obligatoire



L'étanchéité à l'air

Un bâtiment subit les effets du vent de façon plus ou moins importante en fonction de son emplacement géographique. La qualité de l'enveloppe et son étanchéité au vent vont donc être essentielles pour éviter que sous la pression du vent, l'air s'infilte par les défauts de construction. C'est ce qu'on appelle l'étanchéité à l'air.

Lorsqu'un bâtiment n'est pas étanche à l'air, il se produit une sorte de court-circuit dans la circulation de l'air : l'air parasite infiltré gêne le bon fonctionnement de la ventilation. Il peut représenter jusqu'à un tiers de l'air neuf transitant dans le logement.

Il en découle de l'inconfort (courants d'air, parois froides, fluctuations des températures...), une augmentation des besoins de chauffage de l'ordre de 10% pour des systèmes de ventilation simple flux, et 25% voire plus, pour des systèmes double flux et enfin une dégradation de la performance thermique générale.

La migration de l'air chaud dans les parois, par tirage naturel, peut provoquer de la condensation sur les parois, dégradant ainsi le bâti.

Une enveloppe non étanche à l'air représente jusqu'à 8 kWh/m².an de surconsommation d'une maison.

Une enveloppe perméable compromet aussi l'isolation acoustique vis-à-vis des bruits extérieurs.

Assurer un bon niveau d'étanchéité à l'air pour un bâtiment, c'est être capable de maîtriser les flux d'air qui circulent dans le bâtiment depuis l'entrée d'air des pièces principales jusqu'à l'extraction par les bouches de ventilation des pièces de service (WC, cuisine, salle de bains). Assurer ce circuit de ventilation, grâce à une bonne étanchéité à l'air des parois apporte :

- Qualité de l'air intérieur
- Confort thermique et acoustique
- Facture énergétique réduite
- Conservation du bâtiment

Ne pas confondre étanchéité à l'air et «respiration» des parois

Le terme de « respiration » entraîne une confusion puisque cette notion renvoie à un échange d'air alors que les parois « respirantes » désignent des parois conçues pour permettre la migration de la vapeur d'eau. Elles sont aussi appelées parois perspirantes pour éviter cette erreur.

Ce type de parois permet un transfert de la vapeur d'eau qui dépend principalement de l'écart de température de part et d'autre de la paroi. Compte tenu des modes de vie et donc des quantités de vapeur produites à l'intérieur des logements, ces parois ne peuvent en aucun cas, remplacer une ventilation qui assurera les débits suffisants au renouvellement de l'air et à l'évacuation de la vapeur d'eau.

Il convient de rappeler que la question de la migration de la vapeur d'eau est délicate et peut être dangereuse si la vapeur d'eau peut se condenser sur un des constituants de la paroi généralement le plus froid.

Le respect des règles de l'art est le seul moyen efficace pour se prémunir de ce risque. Elles précisent entre autre, les calculs de perméance à la vapeur d'eau des ouvrages pour déterminer le type et les caractéristiques des pare-vapeur et les conditions de leur mise en œuvre (pour les murs : DTU 20.1 mur en maçonnerie ; DTU 25.41 doublages sur ossature ; DTU 31.2 MOB et CPT 3560 isolation des combles, CPT 3647 (ex 1844) calcul sur les pare-vapeur en combles, cahier 2267 guide climat de montagne).

Quelque soit la nature des parois, même dans celles dites respirantes, l'étanchéité à l'air doit être recherchée sous peine de voir les consommations des bâtiments très différentes de ce qui était prévu à cause des déperditions liées aux fuites d'air.

Comment réussir l'étanchéité à l'air

Dès la conception du projet, il faut se fixer un objectif ambitieux (pour obtenir le label BBC-Effinergie, pour une maison, la valeur de la perméabilité à l'air doit être inférieure à $0,6\text{m}^3/\text{h}/\text{m}^2$ (I_4^*)). Il faut le faire savoir à toute l'équipe du projet et mettre en place des systèmes adaptés.

Le respect des règles de l'art et des préconisations des fabricants ainsi que des conditions de mise en œuvre prescrites dans les Avis Techniques est impératif.

La coordination entre les métiers est indispensable pour trouver les solutions les plus simples et ne pas dégrader ce qui a déjà été réalisé.

Pour obtenir une bonne étanchéité à l'air, il faut utiliser une membrane d'étanchéité à l'air, sur les parois qui ne sont pas étanches par d'autres moyens.

Il est important d'utiliser des accessoires adaptés (bandes adhésives, joints,...) afin d'assurer la continuité de l'étanchéité à l'air.

Mesurer le résultat permet de vérifier la qualité d'exécution. Pour le label BBC-Effinergie la mesure de la perméabilité est obligatoire.

L'étanchéité à l'air pour le bâtiment dans son ensemble dépend de la qualité des composants des systèmes et de la mise en œuvre, en particulier le soin apporté au traitement des jonctions et de tous les points singuliers de la construction.

Nous allons mettre l'accent sur l'emplacement de la membrane d'étanchéité à l'air dans les différentes situations d'isolation, les liaisons entre parois et les traversées de parois. Suivez le guide 



Le traitement des jonctions et des traversées

Les points clés

1. Liaisons des façades avec les planchers et la toiture
2. Liaisons des façades avec les menuiseries (portes et fenêtres)
3. Traitement des coffres de volets roulants
4. Passages des câbles, canalisations, conduits et trappes
5. Traitement des tableaux électriques, boîtiers, prises
6. Etanchéité des réseaux de ventilation

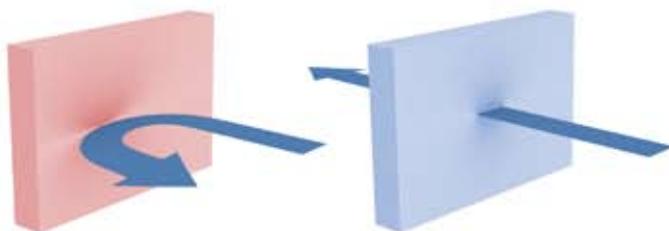
* Indice de performance de la perméabilité à l'air représentant les infiltrations parasites pour une différence de pression de 4 Pascal.

Les principes de l'étanché

L'étanchéité à l'air des parties courantes des combles est assurée généralement par une membrane d'étanchéité à l'air.

Il faut que l'étanchéité soit assurée de façon continue. Pour cela, il faut veiller au recouvrement des lés et aux jonctions avec d'autres parois et/ou points singuliers.

Nous distinguons les cas de fixation au bâti des réelles opérations d'étanchéification.



Dans la suite du guide, les parois dont l'étanchéité à l'air est assurée par d'autres moyens ou qui n'ont pas besoin de l'être (dans le volume chauffé) sont représentées en rouge. Les parois dont il faut traiter l'étanchéité à l'air apparaissent en bleu.

Membrane d'étanchéité à l'air

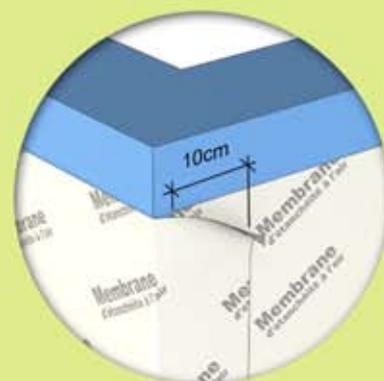
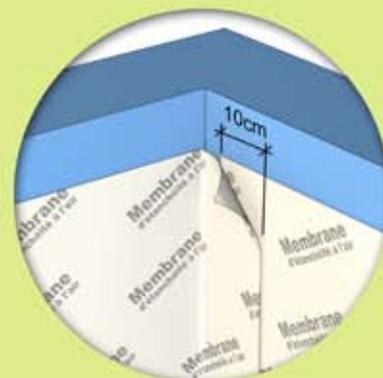
On définit membrane d'étanchéité à l'air, un film (souvent à base polyéthylène, polypropylène ou polyamide, d'épaisseur de l'ordre de quelques dizaines de μm) ayant une très faible perméabilité au passage de l'air.

A la fonction d'étanchéité à l'air peut être associée (et c'est très souvent le cas dans le secteur du bâtiment) celle de pare-vapeur ; d'ailleurs, la molécule de la vapeur d'eau (H_2O) étant plus petite que celles de l'air (O_2 , N_2 , Ar , CO_2), une faible perméabilité à la vapeur d'eau est généralement la garantie d'une faible perméabilité à l'air.

Pour cette raison, les textes de référence (nouveau CPT 3560, par exemple) expriment parfois les exigences d'étanchéité à l'air en termes de perméance à la vapeur d'eau (valeur S_d (en m) = épaisseur d'une couche d'air immobile ayant une perméance à la vapeur équivalente à celle du produit à l'objet). Elle doit être supérieure à 18 m.

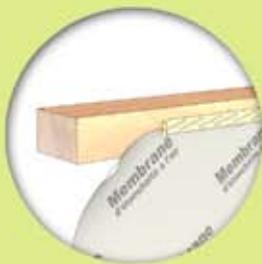
Recouvrement entre lés

En partie courante ou dans les angles, toujours respecter un recouvrement minimum de 10 cm.



Traiter la jonction avec une bande adhésive appropriée.

Etanchéité avec le bâti



Scotchage simple face



Scotchage double face



Collage

Fixation au bâti



Agrafage



Vissage - clouage



Scotchage double face

Détails et variantes



Membrane posée au sol

La membrane devra être fixée sur le pourtour après la réalisation de l'étanchéité. Prévoir une remontée de la membrane sur 15 cm au dessus de l'isolant le long des chevrons.

Les lés doivent être fixés entre eux.

avantages : Simplicité de mise en œuvre.

attention : Assurez-vous que le sol est propre pour ne pas perforer la membrane.

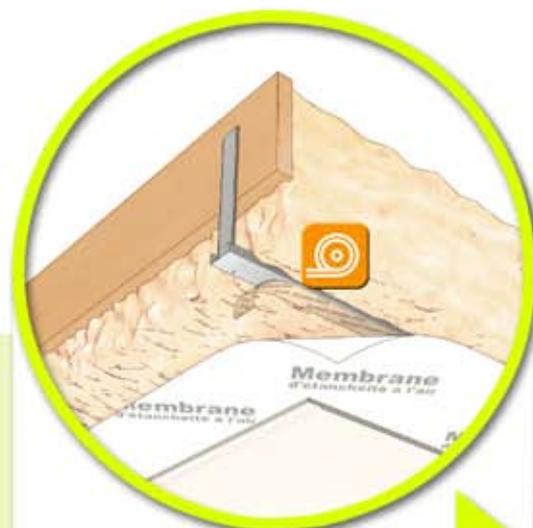


Membrane fixée sur les solives (ou fermettes)

Par agrafage ou scotchage. L'isolant est «coincé» entre les solives.

avantages : Un plénum est aménagé entre la membrane et la finition de plafond permettant de faire passer les éléments techniques (gainés et câbles).

inconvénients : Il faut utiliser une suspente du plafond ne détériorant pas la membrane. Conformez-vous aux spécifications des fabricants.



Membrane scotchée sur rail

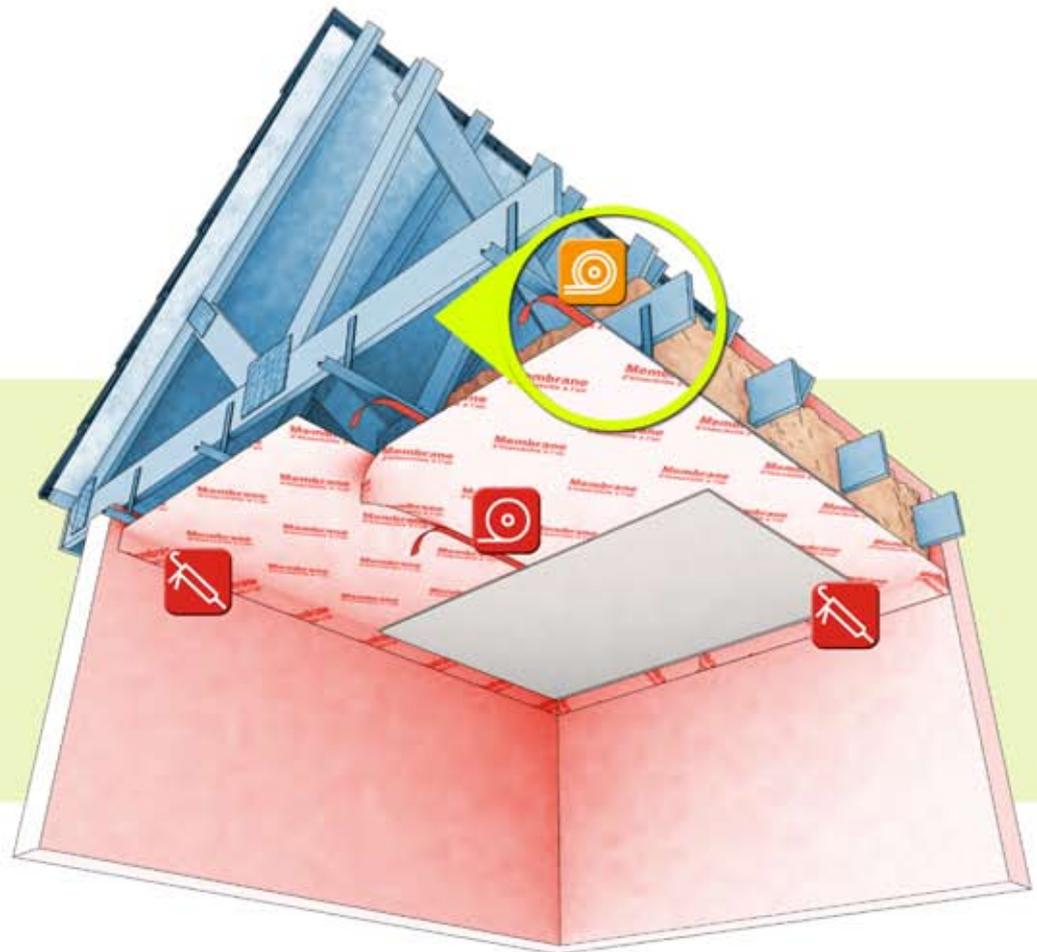
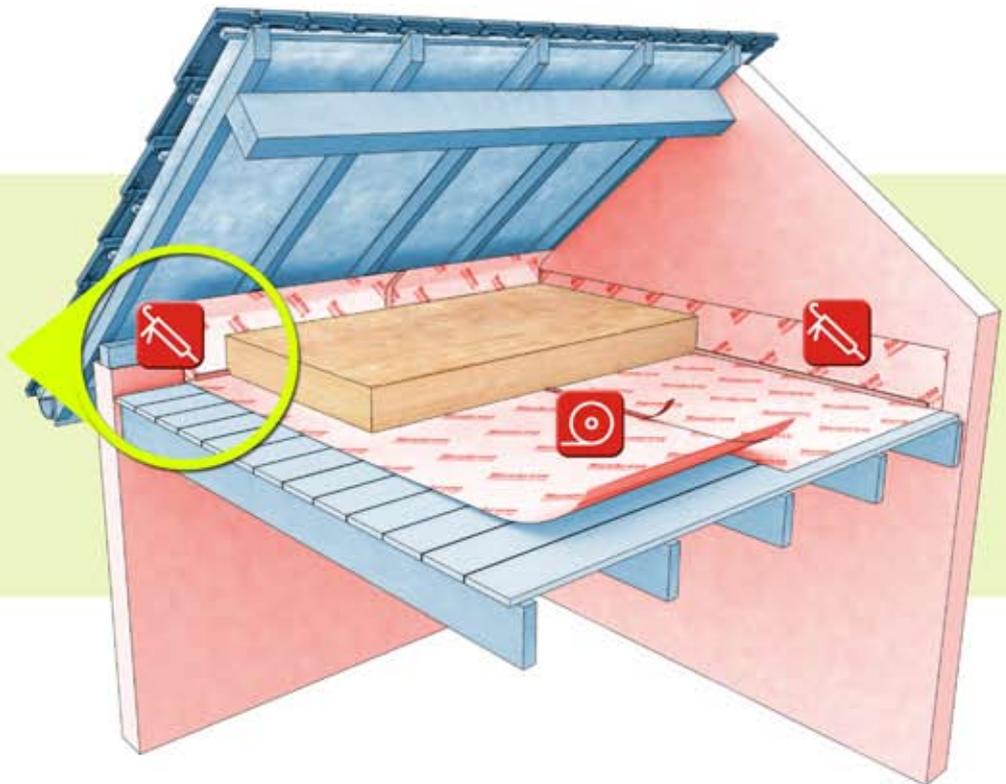
L'adhésif double face sert à maintenir la membrane sur le rail, la plaque de plâtre sera ensuite vissée sur le rail. La pose de l'isolant (soufflage ou panneaux) se fait après la pose de la membrane.

avantages : La membrane n'est pas endommagée par les suspentes des rails.

inconvénients : Le passage d'éléments techniques dans le plafond (ex: éclairage) impliquera des problèmes d'étanchéité à gérer (cf rubrique «traversée de membrane»).

Combles perdus

Cas général



Combles perdus

**Pied-droit**

La membrane est fixée à la panne sablière puis mise en attente avant d'être raccordée à la membrane de la paroi verticale (pied-droit).

**Membrane scotchée sur rail**

avantages : Pas de perforation de la membrane.

inconvénients : Le passage d'éléments techniques derrière la plaque de plâtre nécessitera un traitement des traversées.

**Membrane entre les deux couches d'isolants**

La résistance thermique de l'isolant placé derrière le pare-vapeur doit être 2 fois supérieure à celle de l'isolant placé côté intérieur (derrière le parement de finition intérieure) (respecter la règle des $2/3 - 1/3$ du DTU 31.2 MOB). En climat de montagne, toitures étanches, ambiances humides, la résistance thermique de l'isolant côté extérieur sera 3 fois supérieure à celle de l'isolant placé à l'intérieur (ratio $3/4, 1/4$).

avantages : Pas de perforation de la membrane.

inconvénients : Pas d'espace technique mais passage de gaines possible entre la deuxième couche et le rail.

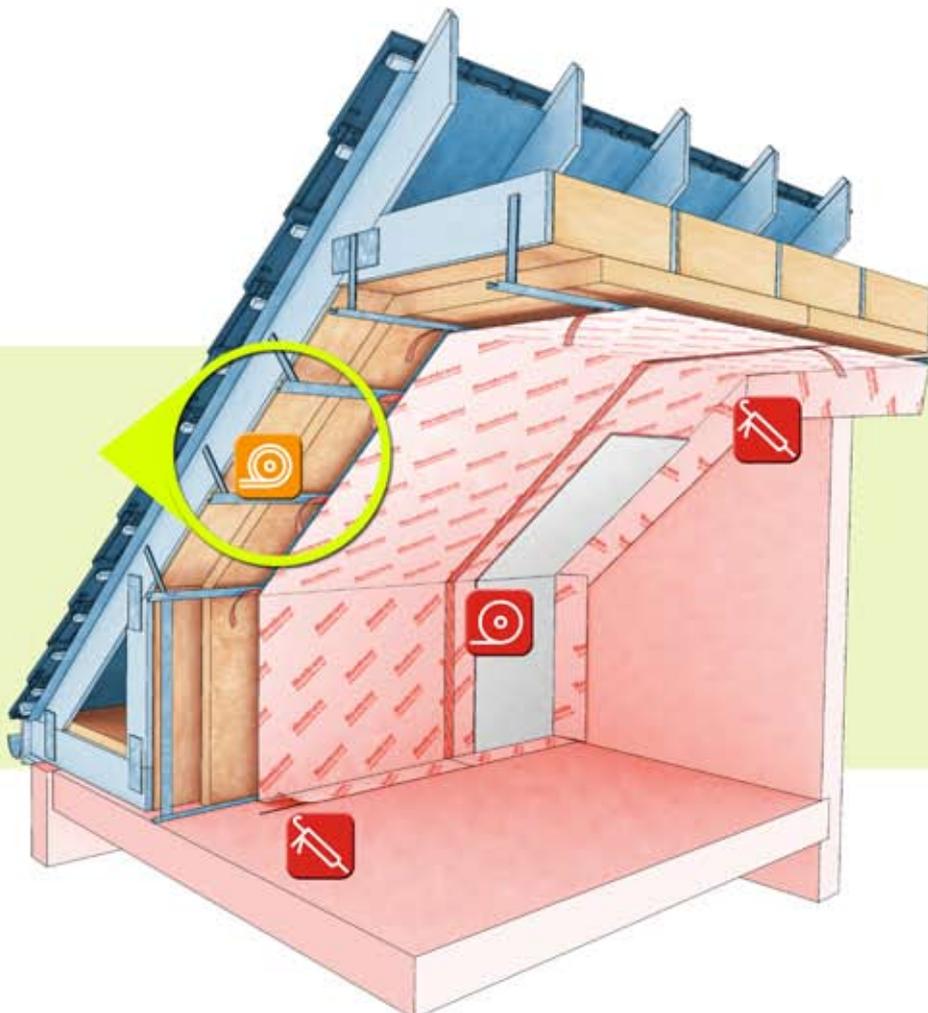
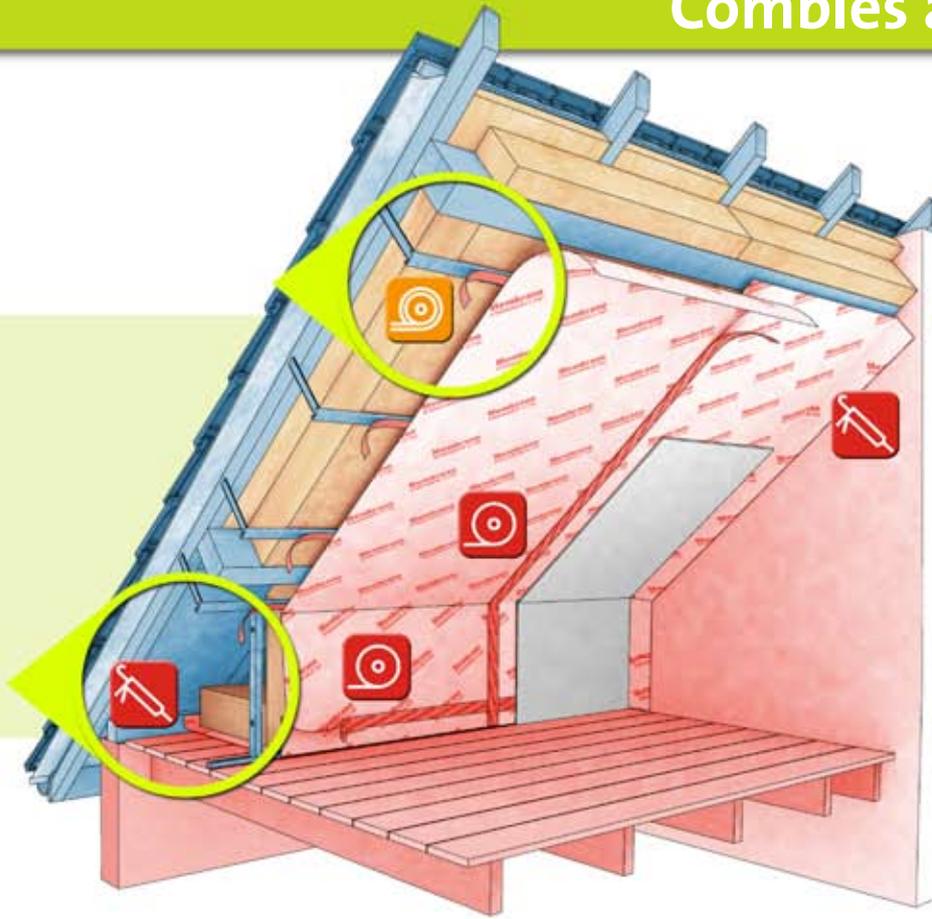
**Membrane scotchée sur rail**

avantages : Pas de perforation de la membrane.

inconvénients : Le passage d'éléments techniques derrière la plaque de plâtre nécessitera un traitement des traversées.

Combles aménagés

Cas général



Détails et variantes



Isolation par l'extérieur (sarking)

La membrane assurant la liaison avec le mur sera positionnée et scotchée aux chevrons avant la mise en place du platelage et de la membrane posée sur celui-ci.



Plaque de plâtre sur rail

Le mode de fixation des plaques de plâtre se fait dans ce cas de façon plus classique sur des rails. La membrane est scotchée sur le rail pour la maintenir provisoirement, le temps de réaliser l'étanchéité en la collant sur les pannes et de fixer le parement.

avantages : Les pannes restent apparentes.

inconvénients : La continuité de la membrane n'est pas assurée.



Plaque de plâtre sur tasseau

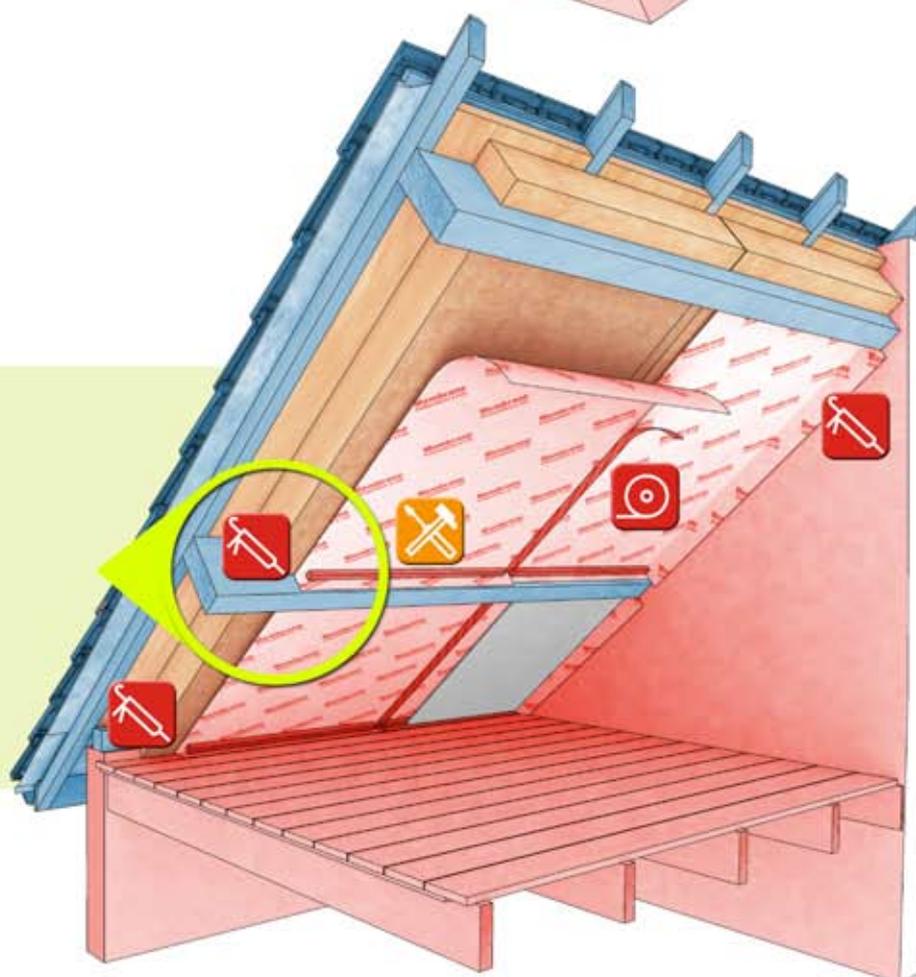
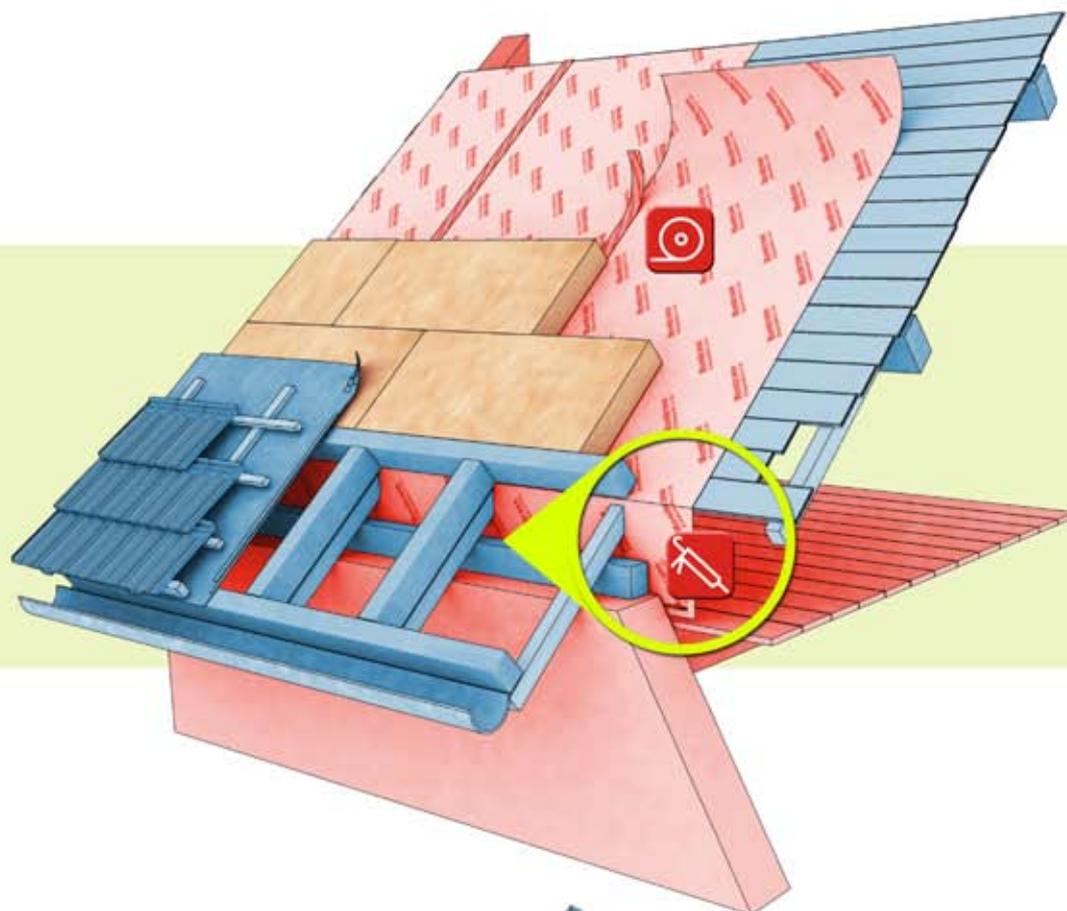
Après avoir collé la membrane sur la panne afin de réaliser l'étanchéité, on vient clouer un tasseau sur la membrane au niveau du collage. Ces tasseaux serviront de support pour fixer les plaques de plâtre.

avantages : Les pannes restent apparentes.

inconvénients : La continuité de la membrane n'est pas assurée.

Combles aménagés - Poutres apparentes

Cas général



Combles aménagés
charpente apparente



Membrane collée sur les pannes

Après avoir collé la membrane sur la panne afin de réaliser l'étanchéité, on vient clouer un tasseau sur la membrane au niveau du collage. Ces tasseaux serviront de support pour fixer les plaques de plâtre.

avantages : Les pannes restent apparentes.

inconvénients : La continuité de la membrane n'est pas assurée.

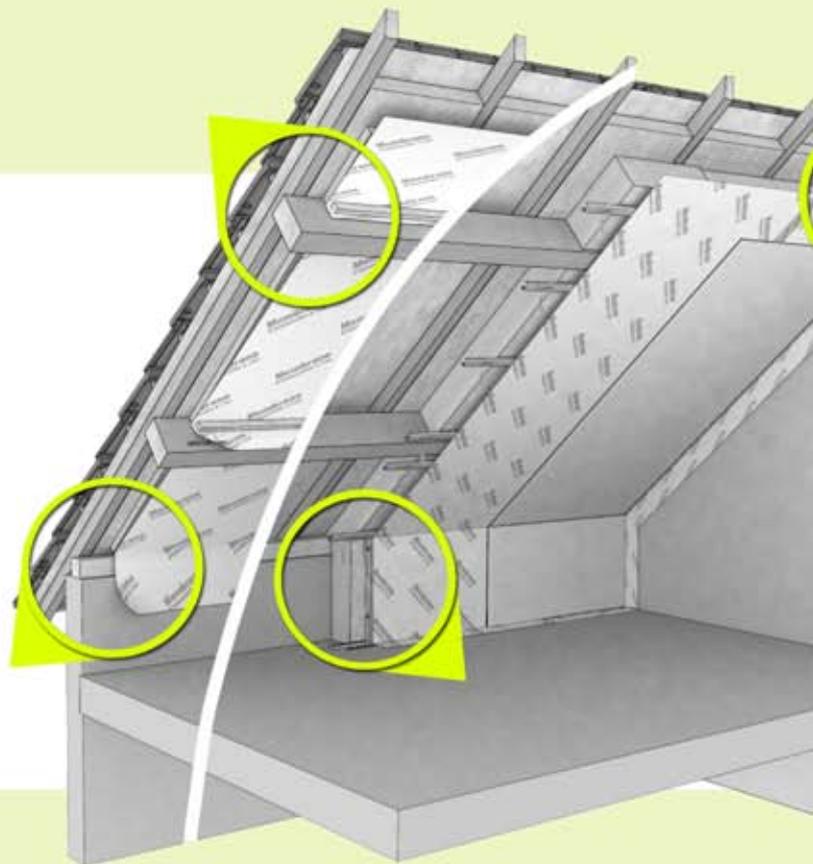


Membrane collée sur le mur au niveau de la panne sablière

Cas possible si le mur est isolé par l'extérieur ou avec une isolation répartie.

Noyer la membrane avec l'enduit intérieur ou recouvrir la membrane de la toiture avec celle du mur (cas plaque de plâtre).

Veillez à bien nettoyer le support avant de coller la membrane afin d'assurer l'étanchéité avec le bâti.





Raccordement au pignon
Membrane scotchée sur les rails

Placer le joint de mastic dans l'épaisseur de la plaque de plâtre en prévision de la découpe du surplus de membrane.



Raccordement au pignon
Membrane entre isolant

Dans le cas d'une membrane positionnée entre deux couches d'isolants (voir la variante de charpente fermettes des combles aménagés), prévoir un dépassement de membrane plus important (supérieur à l'épaisseur de l'isolant + plaque de plâtre).



Raccordement au sol
Membrane prise dans la cloison

Placer le joint de mastic dans l'épaisseur de la plaque de plâtre en prévision de la découpe du surplus de membrane.



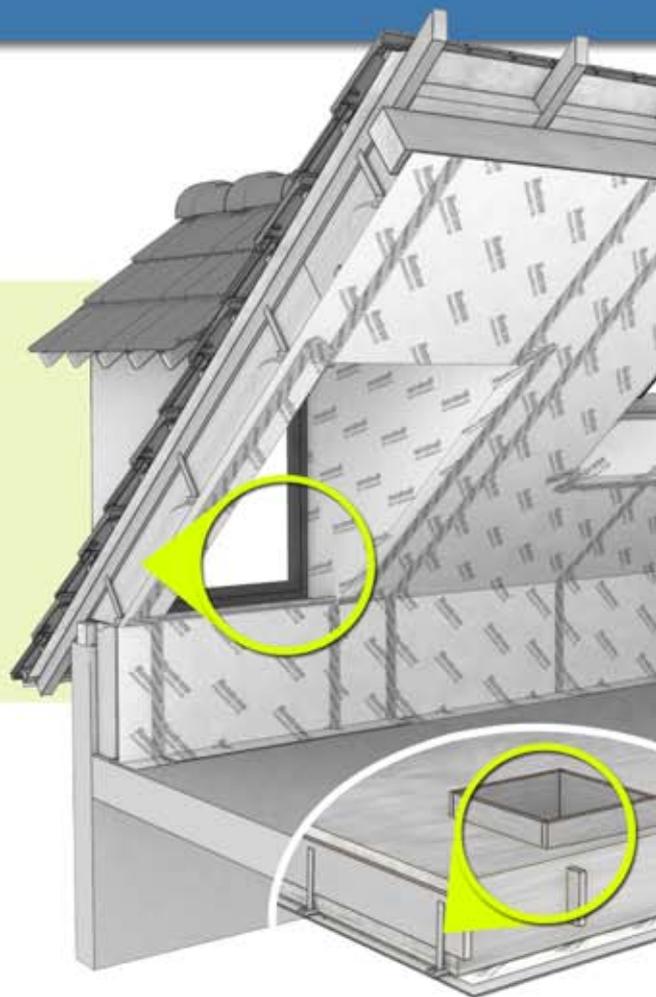
Raccordement au sol
contre-cloison rapportée en avant

avantages : Cette solution crée un plenum technique qui permet d'éviter le percement de la membrane aux passages de câbles.





Raccordement à une lucarne



Trappe avec plénum technique

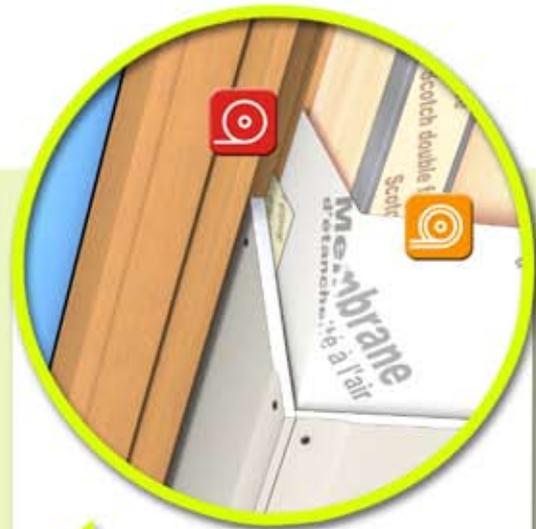
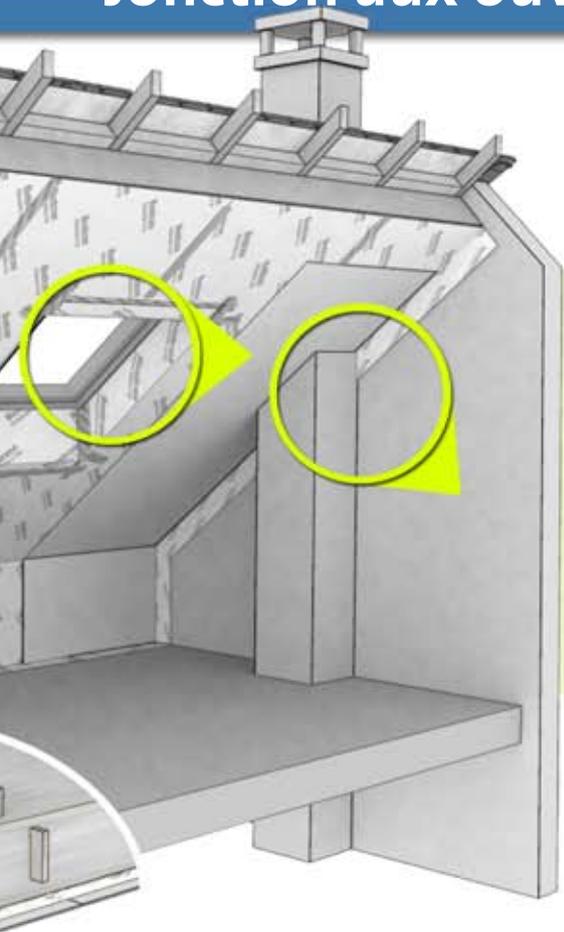
La trappe de visite devra être étanche et isolée.



Raccordement à une trappe

La trappe de visite devra être étanche et isolée.

Jonction aux ouvertures

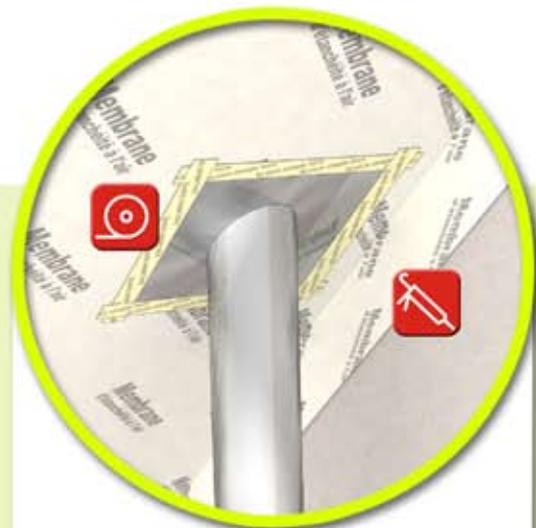


Raccordement à une fenêtre de toit



Raccordement sur boisseaux isolés

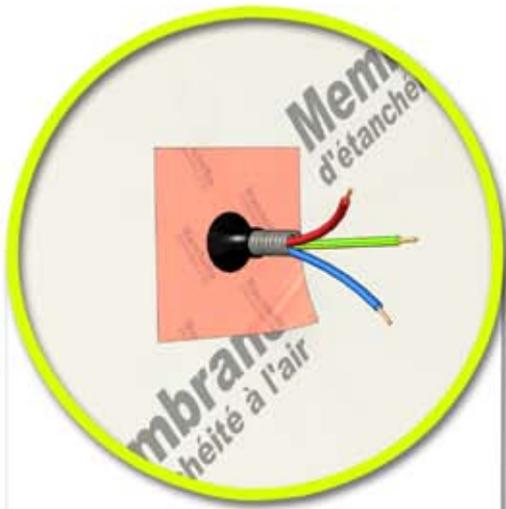
Utiliser des produits résistant à 80°C environ.



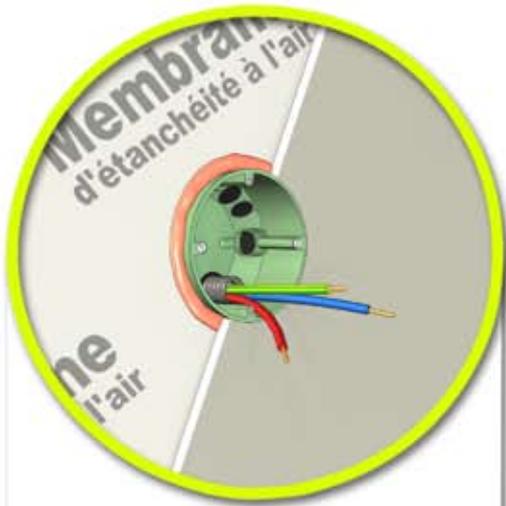
Raccordement pour tubage inox isolé avec manchon isolé

Utiliser des produits résistant à 80°C environ.

Traversée de membrane



Traversée de membrane par une gaine



Pose d'un boîtier électrique plein



Traversée par des tuyaux de gros diamètre

Coupure



Accroc



chantier - Réparations sur chantier - Réparations

A retenir

De quel côté de l'isolant doit-on installer le pare-vapeur ?

Le pare-vapeur doit toujours être installé du côté du local chauffé car la migration de la vapeur d'eau va toujours du chaud vers le froid. Il est installé entre l'isolant et le parement de finition de la paroi. Pour être efficace, il doit être continu sur l'ensemble de la paroi et non perforé.

Quelle est la différence entre une membrane d'étanchéité à l'air et un pare-vapeur ?

Un pare-vapeur peut avoir une fonction d'étanchéité à l'air. À l'inverse, une membrane d'étanchéité à l'air n'a pas forcément de fonction pare-vapeur. En effet, la molécule de vapeur d'eau est plus petite que celle de l'air.

Comment exprime-t-on la performance à la vapeur d'eau d'un pare-vapeur ?

La valeur S_d , représente l'épaisseur (en m) d'une couche d'air immobile ayant la même perméance que le matériau considéré. (La perméance est la quantité de vapeur d'eau qui peut traverser une unité de surface en une unité de temps sous une différence d'une unité de pression).

Une laine minérale surfacée d'un pare-vapeur garantit-elle une bonne étanchéité à la vapeur d'eau de la paroi ? Garantit-elle une bonne étanchéité à l'air ?

Le CPT 3560 demande que la fonction d'étanchéité à l'air soit assurée, soit par une membrane d'étanchéité à l'air, soit par un pare-vapeur continu sous Avis Technique ou dont la résistance à la vapeur d'eau « S_d » est supérieure à 18 m.

Le CPT préconise également que tout trou, déchirure ou percement doit impérativement être réparé. Le traitement des passages de câbles, canalisations est également précisé.

La difficulté de réaliser parfaitement les jonctions entre lés de pare-vapeur fait que dans la pratique, sur chantiers, il est plus efficace de poser une membrane indépendante. La membrane d'étanchéité à l'air peut également avoir la fonction de pare-vapeur (climat froid...).

A propos des laines minérales

Les laines minérales ne sont pas classées irritantes pour la peau.

Les experts du classement européen des substances dangereuses ont estimé que le classement "irritant pour la peau" n'est pas justifié pour les laines minérales car :

- L'irritation est mécanique et non chimique (caractère abrasif des fibres),
- Elle est superficielle et réversible (disparaît après rinçage à l'eau),
- Elle ne provoque pas de réaction inflammatoire, ni allergique.

Cette décision a été approuvée par la Commission Européenne et publiée au Journal Officiel européen (du 05/09/2009 - L235).

Cependant, afin d'éviter au maximum les risques de démangeaison passagère et d'avoir un meilleur confort de pose, les industriels du FILMM communiquent aux utilisateurs quelques recommandations élémentaires à respecter lors de la mise en œuvre de leurs produits.

Elles figurent sous forme de pictogrammes sur les emballages et dans les déclarations volontaires de données de sécurité. Elles sont similaires aux dispositions généralement applicables sur les chantiers.

Les laines minérales ne sont pas cancérogènes.

Les laines minérales ne sont pas classées cancérogènes selon la Directive 97/69/CE relative à la classification des fibres.

En effet, elles ont passé avec succès les tests prévus par cette directive pour l'exonération de classement cancérogène. Cette exonération est certifiée par la certification EUCEB, visible sur les emballages. Seuls les isolants ayant prouvé leur exonération peuvent faire l'objet d'un certificat ACERMI.

Les laines minérales de verre ou de roche ne se tassent pas. Elles conservent leur performance thermique dans le temps.

Les laines minérales, bénéficiant de la certification ACERMI, ne se tassent pas. Un essai de tassement long terme l'atteste. Cette impression est liée au fait que les épaisseurs courantes des années 1970 à 1990 étaient de 4 à 8 cm. Il est donc normal de ne retrouver que cette épaisseur.

Les laines minérales sont non hygroscopiques (n'absorbent pas l'humidité de l'air) et imputrescibles (ne pourrissent pas). Leur conductivité thermique ne varie pas.

Les laines minérales ne retiennent pas l'eau. Elles ne moisissent pas. Elles retrouvent leurs propriétés après séchage.

La laine minérale n'est pas détruite, ni « mangée » par les animaux (rongeurs, oiseaux, insectes...).

Les règles de l'art précisent que les ventilations de la couverture par chatière ou en rive de versant de toiture doivent être munies de grillage anti-intrusion insectes et petits animaux. La laine minérale n'est pas mangée par les animaux ou les insectes, à l'inverse d'autres produits de nature différente comme la cellulose ou des fibres végétales.

Le poids de la laine minérale n'est pas un problème pour les ossatures de plafonds suspendus.

Dans la trame minimale de répartition des suspentes et des ossatures pour un plafond conformément au DTU 25.41, le poids de l'isolant peut aller jusqu'à 10kg/m².

Les laines minérales, en application de plafond n'excèdent jamais 10kg/m² même pour une résistance thermique de $R=10 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ ce qui n'est pas le cas des matériaux plus lourds et hygroscopiques.

Surfaces équivalentes des défauts d'étanchéité à l'air

Les disques représentent en grandeur réelle la surface cumulée des défauts d'étanchéité à l'air pour les trois niveaux choisis à titre d'exemple (pour une maison d'une surface habitable de 110 m² avec une hauteur sous plafond de 2,5 m).

0,8 m³/h/m² - 282 cm²
valeur de référence de la RT 2005

0,6 m³/h/m² - 210 cm²
niveau minimum exigé pour le label
BBC-Effinergie

0,2 m³/h/m² - 56 cm²
Objectif des maisons passives



La moitié des maisons construites en France ont une perméabilité supérieure à 0,8 m³/h/m², **agissons !**

**Syndicat National des Fabricants d'Isolants
en Laines Minérales Manufacturées**

1, rue du Cardinal Mercier - 75009 Paris
Tél. +33 (0)1 49 70 89 60
Fax +33 (0)1 49 70 89 69
www.filmm.fr
lainesminerales@wanadoo.fr

