

Isolation thermique des toitures par l'extérieur

Pont thermique : rupture dans l'enveloppe isolante qui crée des fuites de chaleurs



enveloppe isolante continue

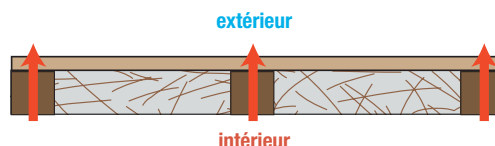
Bon à savoir

L'isolation par l'extérieur de la toiture est à envisager en cas de travaux de réfection de couverture.

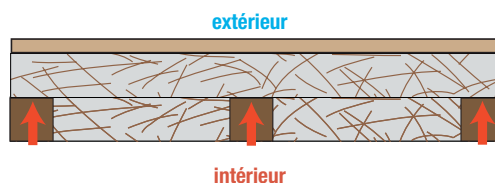
Les avantages

- Pas de travaux à l'intérieur de la maison (pendant la période des travaux, il est possible de vivre dans la maison) ;
- Conservation du volume habitable des pièces et de la valeur foncière du bâtiment ;
- Traitement des ponts thermiques liés aux chevrons : l'isolant recouvre complètement les chevrons, évitant ainsi les ponts thermiques liés à cette ossature.
- Traitement des ponts thermiques mur-toiture : une continuité d'isolation peut être réalisée par l'isolation extérieure cumulée des murs et de la toiture. Cette technique permet de créer un véritable « manteau isolant » enveloppant toute la maison.

Isolation thermique des rampants par l'intérieur
ponts thermiques, au niveau des chevrons, non isolés



Isolation thermique des rampants par l'extérieur
recouvrement des chevrons → traitement des ponts thermiques



Les inconvénients

- Coût plus élevé par rapport à l'isolation par l'intérieur ;
- Nécessite le dépôt et la validation d'une déclaration de travaux en mairie ;
- Nécessite le déplacement des fenêtres de toit ;
- Surélévation de la toiture qui nécessite le traitement de la jonction aux toitures voisines en cas de maisons mitoyennes ;
- Augmentation du poids de la toiture, qui nécessite une vérification de la résistance mécanique de la charpente.

Définition et critères techniques

La conductivité thermique λ (W/m.K)

Elle détermine la capacité d'un matériau à transmettre la chaleur. Plus le λ (lambda) est faible, plus le matériau a un pouvoir isolant fort. C'est une valeur intrinsèque du matériau, sans prise en compte de son épaisseur.

La résistance thermique R (m².K/W)

Elle détermine la capacité d'isolation du matériau ou de la paroi.

Plus le R est grand, meilleure est l'isolation.

« e » est l'épaisseur (en mètre) et λ la conductivité thermique du matériau (en W/m.K)

$$R \text{ (m}^2 \cdot \text{K/W)} = \frac{e[\text{m}]}{\lambda \text{ [W/m.K]}}$$

Le coefficient de résistance à la vapeur d'eau μ (sans unité)

C'est la capacité du matériau à laisser se diffuser la vapeur d'eau. Le μ définit un matériau sans prendre en compte son épaisseur. Plus μ est faible, meilleure sera la diffusion. On peut ici introduire la notion de perspiration : plus un matériau est ouvert au passage de vapeur d'eau, plus il est perspirant.

L'équivalent épaisseur lame d'air Sd (m)

Contrairement au μ, le Sd définit un matériau en prenant en compte son épaisseur. Plus Sd est faible, plus la perspiration est élevée. Par exemple, une membrane dont le Sd est de 5 m signifie que cette membrane exerce la même résistance à la diffusion de vapeur d'eau qu'une lame d'air immobile de 5 m d'épaisseur.

$$Sd = \mu \times e \text{ (m)}$$

Vous trouverez plus d'informations sur cette valeur Sd dans la **fiche pratique n°19 « Humidité dans le bâtiment »**

Membrane d'étanchéité pare-vapeur ou frein-vapeur

Une membrane d'étanchéité à l'air doit être posée sur la face interne de l'isolant, du côté de l'espace chauffé. Elle a deux rôles clés :

- L'étanchéité à l'air du volume chauffé afin de limiter les déperditions thermiques par les courants d'air parasites.
- La régulation de la migration de vapeur d'eau provenant de l'intérieur de la maison et transitant à travers les parois.

L'ensemble des différents types de membranes existants sont officiellement englobés sous le terme généraliste de « pare-vapeur », toutefois plusieurs technologies existent et peuvent être dissociées :

Les membranes pare-vapeur

Ce sont des membranes très fermées à la diffusion de vapeur d'eau. Elles ont pour rôle de protéger l'isolant de l'entrée de vapeur d'eau provenant de l'intérieur de la maison. Elles sont généralement définies par un Sd > 10 m. Cette forte résistance au passage de la vapeur d'eau peut toutefois représenter un danger en cas de défauts ponctuels de jonction de membrane, car la vapeur tendra alors à se concentrer en ces points, entraînant des risques de condensation localisée.

Les membranes frein-vapeur

Elles peuvent être définies par un Sd < 10 m, elles sont donc moins fermées à la diffusion de la vapeur d'eau. Elles ont pour rôle de réguler le passage de vapeur de manière à limiter l'humidité présente dans la paroi à ce qu'elle peut laisser transiter et évacuer vers l'extérieur. Cette quantité de vapeur limitée et maîtrisée transitera de manière diffuse sur l'ensemble de la surface de la membrane, ce qui évitera le risque de concentration de vapeur d'eau aux défauts de jonction de membrane. La vapeur sera ensuite évacuée vers l'extérieur grâce à l'utilisation de membranes ou revêtements extérieurs très ouverts à la vapeur d'eau.

On peut introduire ici la règle de 5/1 : pour permettre à la vapeur d'eau éventuellement présente à l'intérieur d'une paroi de pouvoir s'évacuer, on considère que l'extérieur de la paroi doit être 5 fois plus perméable à la vapeur d'eau que l'intérieur, et que les différents matériaux constituant la paroi de l'intérieur vers l'extérieur doivent être de plus en plus ouverts à la diffusion de la vapeur d'eau.

Remarque : Considérant que dans le cadre des mises en œuvre présentées ci-dessous il est recommandé d'utiliser ce second type de membrane, nous utiliserons dans la suite de cette fiche pratique le terme de frein-vapeur.

Bon à savoir

Lorsqu'on isole le logement, la maison devient plus étanche à l'air. Pour éviter de créer des désordres liés à l'humidité, il est nécessaire d'installer un système de ventilation conjointement aux travaux d'isolation thermique, afin de renouveler l'air et d'évacuer la vapeur d'eau.

Vous trouverez plus d'informations sur les systèmes de ventilation dans la fiche pratique n°33 « La ventilation performante ».

La densité

Une densité élevée aura une influence sur la stabilité et la durabilité de l'isolant. Elle augmentera également l'inertie et le déphasage de la toiture. Cela aura notamment une influence sur le confort d'été en réduisant les augmentations de température sous toiture les jours de fortes chaleurs.

Les différentes techniques d'isolation

Il existe deux techniques principales :

- L'isolation « sarking » qui consiste à poser les matériaux isolants par-dessus le chevronnage existant de la couverture.
- L'isolation par panneaux auto-porteurs qui vont être installés en lieu et place des chevrons, directement sur la charpente. Cette technique est plus adaptée en cas de réfection globale de la charpente ou en construction neuve.

Isolation type sarking

Panneaux isolants denses porteurs de la couverture

Des planches ou panneaux de bois sont préalablement posés sur les chevrons, pour supporter le matériau isolant. Si la toiture est déjà constituée de voliges en bon état, ce platelage en voliges peut constituer le support de pose de l'isolation.

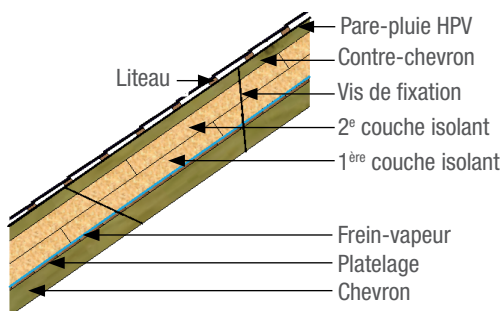
L'étanchéité à l'air et la régulation de la diffusion de la vapeur d'eau sont assurées par une membrane frein-vapeur positionnée sous l'isolation à venir. Une membrane pare-pluie HPV (haute perméance à la vapeur d'eau) est posée sur l'isolant pour assurer l'étanchéité à l'eau de la toiture. La couverture est ensuite posée sur des contre-chevrons et liteaux. Ces contre-chevrons sont fixés aux chevrons par de longues vis ou pointes crantées, ce qui permet de maintenir l'ensemble de la paroi isolante.

Les liteaux permettent de ménager une lame d'air ventilée entre le pare-pluie et la couverture. Cette lame d'air devra être ventilée par des entrées d'air au niveau de l'égout et des sorties d'air en faitage. Les valeurs de sections d'entrées et sorties d'air devront être définies conformément au DTU en vigueur en fonction notamment de l'exposition du site et de la pente de la toiture.

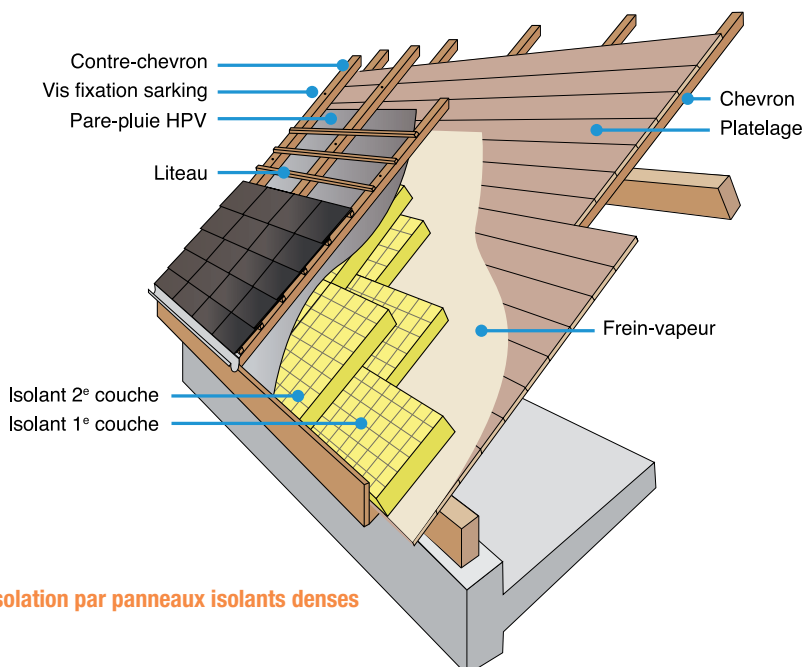
Focus : Le pare-pluie HPV

Un pare-pluie est une membrane imperméable à l'eau liquide qui permet de protéger l'isolant en cas de défauts d'infiltrations dans le bardage.

Cette membrane doit également être HPV, c'est-à-dire « hautement perméable à la vapeur d'eau », pour permettre l'évacuation de la vapeur qui transite dans le mur de l'intérieur vers l'extérieur. Le fonctionnement d'un pare-pluie HPV est similaire à celui d'un K-Way® gore-tex®. Un pare-pluie HPV est défini par une valeur Sd (équivalent épaisseur lame d'air) inférieure ou égale à 0.10 m, donc très ouvert à la vapeur d'eau.



Fixation de la couverture sur l'isolation



Isolation par panneaux isolants denses

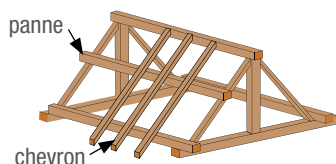
Ossature rapportée

La seconde technique de sarking consiste à rapporter une ossature bois par-dessus la charpente existante, de manière à créer des coffres qui recevront l'isolation. Cette ossature additionnelle portera ensuite la couverture. La pose d'un frein-vapeur et d'un pare-pluie HPV reste nécessaire.

Tout type de matériaux isolants pourra être utilisé (à condition qu'il soit perspirant à la vapeur d'eau), des isolants en rouleaux aux panneaux de plus haute densité. Un isolant en flocons peut également être insufflé dans les caissons.

Attention : l'isolant ne doit jamais enfermer la charpente dans une enveloppe imperméable. Les matériaux utilisés doivent permettre l'évacuation vers l'extérieur de la vapeur d'eau produite à l'intérieur de la maison, tout en assurant l'étanchéité à l'air. Les isolants plastiques type polystyrène et polyuréthane sont donc déconseillés en isolation d'une charpente en bois.

Isolation par panneaux autoporteurs



Charpente : termes techniques

Le « sarking » est une solution très adaptée à la rénovation dans le cas où la charpente peut être conservée en l'état. Mais il existe aussi d'autres solutions : **les panneaux sandwich ou les caissons chevonnés.**

Pour ces deux techniques, les chevrons ne sont pas conservés car la pose se fait directement sur les pannes.

La surélévation de toiture est donc moins importante que lors d'une isolation « sarking ». Cette technique est aussi plus adaptée en construction neuve.

Les panneaux auto-portants sont constitués d'un matériau isolant et de chevrons raidisseurs. Ces panneaux sont posés et fixés directement sur les pannes, en lieu et place des chevrons, à l'aide de longs crampons inoxydables.

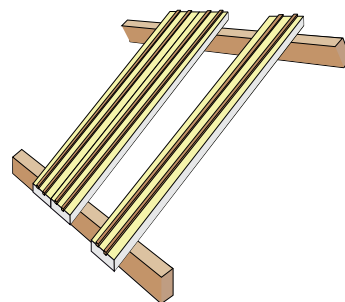
Ainsi les deux étapes sont réalisées dans le même temps : pose du chevronnage support de la couverture et isolation thermique. Les raccords entre panneaux, qui peuvent constituer des zones de déperdition calorifique, devront être jointoyés et traités thermiquement.

Les panneaux sandwichs peuvent également être conçus avec un système de rainure-langue qui permet de les raccorder entre eux facilement. Ils sont constitués d'une membrane frein-vapeur côté intérieur et d'une membrane pare-pluie HPV côté extérieur.

Pour permettre une finition intérieure rapide et pour conserver la charpente visible, les panneaux peuvent être préalablement équipés d'un revêtement intérieur (lambris, plaque de plâtre...).

La rapidité de pose est un atout important de cette technique, elle nécessite cependant l'utilisation d'engins de levage.

Panneaux autoporteurs



Points spécifiques

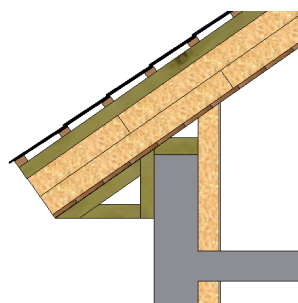
Afin de mettre en œuvre une enveloppe isolante continue et efficace, il est fortement recommandé d'assurer une continuité entre l'isolation des murs et celle de la toiture.

Raccord aux murs de façade

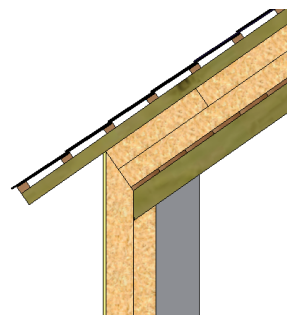
En façade, la jonction des isolations murs/rampants peut se faire par l'ouverture des caches moineaux.

En isolation par l'intérieur, on veillera à ce que l'isolation des murs vienne bien en contact avec l'isolation de toiture.

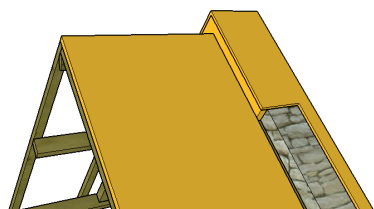
Remarque : dans les deux cas on sera attentif à ce que des ouvertures soient aménagées au niveau de l'égout pour ventiler la lame d'air.



Jonction mur-toiture en cas d'isolation des murs par l'intérieur



Jonction mur-toiture en cas d'isolation des murs par l'extérieur



Isolation des chevrons

➤ Raccord aux murs pignons isolés par l'extérieur

Un débord de l'isolation de toiture devra être prévu pour assurer la continuité avec l'isolation extérieure du pignon.

➤ Traitement des chevronnières

Dans le cas des maisons néo-bretonnes, les chevronnières devront également être isolées pour limiter le pont thermique induit.

➤ Traversées de toiture

Une attention particulière devra être apportée au niveau de la mise en œuvre de l'étanchéité à l'air et de la continuité de l'isolation en contour des traversées de toiture (ventilation, conduit d'évacuation de fumées de combustion, etc.).



Jonction mur pignon-toiture en cas d'isolation des murs par l'extérieur

➤ Réglementation

➤ Travaux embarqués : l'isolation thermique devient obligatoire

Depuis le 1^{er} janvier 2017, conformément aux mesures prises dans la loi sur la Transition énergétique, le décret n° 2016-711 du 30 mai 2016 rend obligatoire le fait d'engager simultanément des travaux d'isolation thermiques lorsque des travaux importants sont envisagés sur un bâtiment.

Notamment le remplacement ou le recouvrement d'au moins 50 % de l'ensemble de la couverture, hors ouvertures, engendre une obligation d'isolation thermique de la couverture.

Cependant, il existe des cas où les travaux d'isolation ne sont pas obligatoires :

- Dans le cas d'un risque de pathologie du bâti liée à la pose de tout type d'isolation ;
- Dans le cas où des travaux d'isolation ne seraient pas conformes à toutes prescriptions juridiques en vigueur sur la zone urbanistique du bâtiment ;
- Dans le cas de modifications incompatibles avec les prescriptions relatives aux secteurs sauvegardés, les sites patrimoniaux remarquables, ou bâtiments ayant un intérêt architectural particulier ;
- Dans le cas d'une «disproportion manifeste» entre les avantages de l'isolation et ses inconvénients de nature technique, économique ou architecturale ;

Dans ces différents cas, la dispense de travaux d'isolation thermique devra être justifiée par une note établie par un homme de l'art.

Pour en savoir plus, contactez votre Espace INFO-ÉNERGIE, retrouvez les coordonnées sur le site internet : www.bretagne-energie.fr