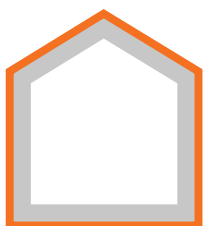


Isolation thermique des murs par l'extérieur

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



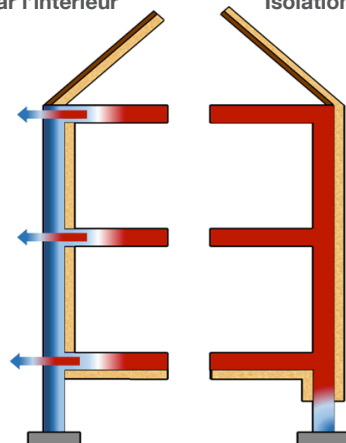
enveloppe isolante continue

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 ;
- Suppression d'une grande partie des ponts thermiques par pose d'une enveloppe isolante continue ;
- Réduction des risques de condensation dans la paroi liée au fait de garder la maçonnerie dans le volume chauffé et de supprimer les ponts thermiques ;
- Conservation des qualités d'inertie des murs, qui apportent un confort thermique tout au long de l'année.

Isolation par l'intérieur

Isolation par l'extérieur



Traitement des ponts thermiques

En hiver

La masse thermique des murs, qui constitue leur inertie, stocke les calories produites dans la maison (matériel électrique, apports de chaleur solaires), ce qui permet de réduire les fluctuations de températures au cours de la journée. Le confort des habitants est ainsi accru par la conservation d'une température moyenne homogène dans le logement.

Les fenêtres orientées sud captent les apports de chaleur solaire. Grâce à l'inertie des murs cette chaleur est stockée et restituée dans le logement avec un déphasage de plusieurs heures.

En été

Les maisons à forte inertie, telles que les maisons en pierre, restent fraîches en été. C'est lié à leur masse thermique qui crée l'inertie : les apports solaires de chaleur sont captés et stockés dans la masse des murs en journée puis évacués par la ventilation mécanique ou naturelle pendant la nuit ce qui réduit les augmentations de température. L'isolation par l'intérieur ne permet pas la valorisation de l'inertie des murs contrairement à l'isolation par l'extérieur qui en amplifie même les bénéfices.

Les inconvénients

- Coût plus élevé par rapport à l'isolation par l'intérieur ;
- Nécessite dans certains cas des travaux additionnels (couverture, déplacement de gouttières...) ;
- Aspect esthétique extérieur de la maison plus ou moins modifié suivant la technique utilisée ;
- Non adaptée aux bâtiments à intérêt patrimonial particulier.

Bon à savoir

En cas de travaux de ravalement prévus, le choix d'une isolation par l'extérieur est à prioriser, sauf en cas de contre-indication particulière liée au bâtiment.

➡ 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.

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

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

➡ La capillarité

La capillarité définit la capacité d'un matériau à transporter de l'eau sous forme liquide. Cette donnée est particulièrement importante pour l'isolation des murs anciens comme les murs en pierre, très capillaires : les matériaux choisis pour faire l'isolation devront être également capillaires afin de respecter le fonctionnement hygro-métrique du mur.

➡ La densité

Une densité élevée aura une influence sur la stabilité et la durabilité de l'isolant en réduisant notamment les risques de tassement.

➡ Étude de l'existant

La première étape essentielle d'un projet d'isolation thermique est d'étudier les murs existants et de traiter les éventuels défauts structurels et problèmes d'humidité. Il faudra également s'assurer de choisir les bonnes solutions pour ne pas risquer de dégradations du bâti liées aux travaux.

Les éléments suivants devront notamment être pris en compte :

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 »**.

Bon à savoir

Pour la réalisation de travaux d'isolation extérieure, il est obligatoire de déposer une déclaration de travaux en mairie.

Il faudra s'assurer au préalable que l'isolation thermique par l'extérieur respecte les règles d'urbanisme de la zone d'habitation.

Si le bâtiment est situé en limite de propriété, il faudra également obtenir l'accord du voisin car l'isolation se situera sur sa parcelle. Dans certains cas, un géomètre peut intervenir pour redéfinir les limites des parcelles de terrain.

• **Quel est le type de maçonnerie ?** Est-elle perspirante, capillaire ? Nécessite-t-elle l'usage de matériaux d'isolation ouverts à la vapeur d'eau ?

• Au niveau structurel, le mur présente-t-il des fissures qui doivent être traitées en amont des travaux d'isolation par l'extérieur ?

• **Le mur présente-t-il des traces d'humidité ?** (infiltrations, remontées capillaires...). Si la présence d'humidité est constatée, les points suivants pourront être mis en œuvre, en fonction des cas :

- Réaliser un drainage périphérique pour réduire les remontées capillaires ;
- Piquer l'enduit ciment à l'extérieur et le remplacer par un enduit perspirant et capillaire à base de chaux. Un compromis pourra être de traiter seulement le 1^{er} mètre d'élévation, ce qui, dans la majorité des cas, suffira à éviter des remontées capillaires plus hautes ;
- Utiliser des matériaux d'isolation capillaires et perméables à la vapeur d'eau ;
- Travailler sur le renouvellement d'air et l'évacuation de la vapeur d'eau à l'intérieur de la maison (pose d'une VMC).

Pour en savoir plus sur ces problématiques d'humidité dans les parois, vous pouvez consulter la **fiche pratique n°19 « Humidité dans le bâtiment »**.

Les différentes techniques d'isolation

Isolation sous bardage ventilé

Une ossature rapportée, bois ou métallique, permet de maintenir l'isolant en panneaux ou en rouleaux. Un pare-pluie HPV (haute perméance à la vapeur d'eau) est ensuite posé sur l'isolant avant aménagement d'une lame d'air ventilée sous bardage.

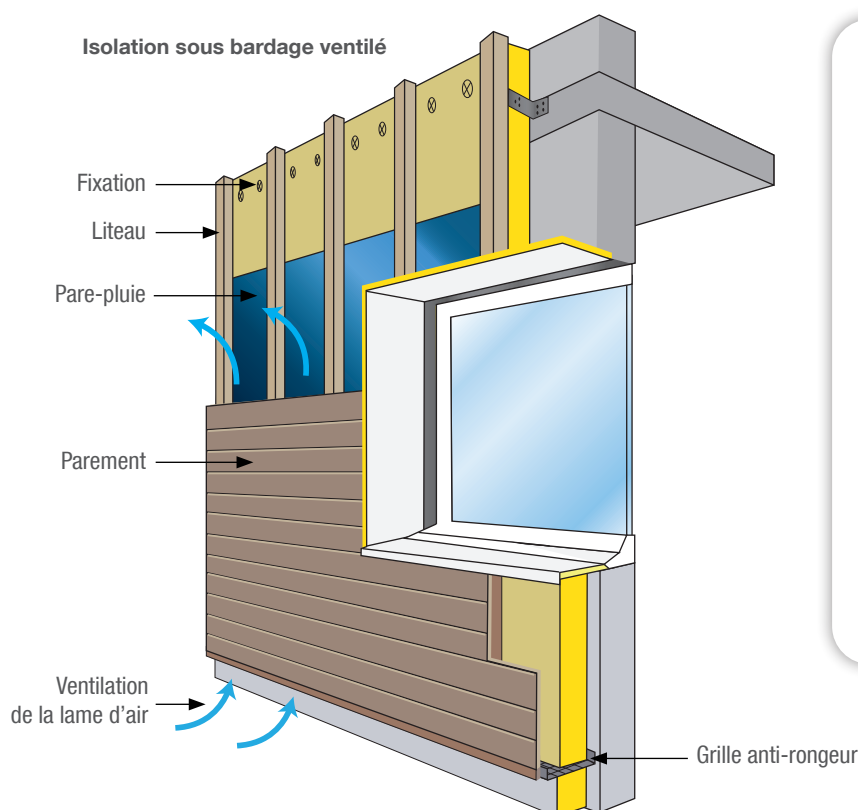
Un isolant en vrac peut également directement être insufflé dans l'espace entre le pare-pluie et le mur.

Il est possible d'utiliser tout type de bardage : bois, métallique, ardoise... Il est essentiel d'aménager une lame d'air ventilée d'au moins 2 cm entre le pare-pluie et le bardage. Cette lame d'air devra être ventilée de bas en haut :

L'entrée d'air en bas de mur sera protégée par la pose d'une grille anti-rongeur.

En haut de mur, et sous les appuis de fenêtres, un décroché de bardage permettra à l'air de s'évacuer.

Isolation avec finition enduit



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 0.18 m, donc très ouvert à la vapeur d'eau.

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

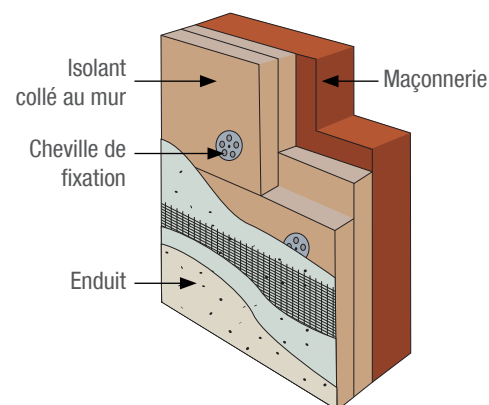
Des panneaux d'isolants rigides sont collés et chevillés au mur. Un enduit est ensuite réalisé après pose d'une trame pour armer l'enduit.

Suivant le type de maçonnerie, différents matériaux pourront être mis en œuvre.

Les matériaux en matière synthétique tels que le polystyrène et le polyuréthane sont trop souvent fermés à la migration de vapeur d'eau, ils ne sont alors pas compatibles avec une maçonnerie ancienne perspirante. Ces matériaux synthétiques ne pourront être mis en œuvre que sur des murs non capillaires et peu perspirants à la vapeur d'eau comme les murs en béton banché ou en parpaings.

Pour les murs anciens perspirants, il conviendra de choisir des matériaux plus perméables à la vapeur d'eau, tels que la laine de roche, la ouate de cellulose, la fibre de bois, le béton cellulaire allégé ou encore le chaux-chanvre. L'enduit extérieur devra lui-même être perspirant à la vapeur d'eau. On choisira notamment des enduits à base de chaux. La valeur S_d de l'enduit devra être connue afin de vérifier le respect de la règle de 5/1. Voir la **fiche pratique n°19 « Humidité dans le bâtiment »**.

Isolant collé-chevillé et enduit



➤ Vêtture

La technique de la vêtture se compose de panneaux isolants denses collés aux murs sur lesquels on vient fixer par vis des panneaux composites isolant-bardage (l'isolant est pris en sandwich entre 2 couches de PVC par exemple) qui forment le revêtement extérieur final.

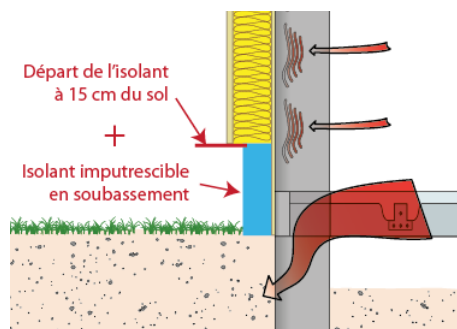
Cette solution non perspirante à la vapeur d'eau ne sera pas adaptée aux murs anciens perspirants.

➤ Points spécifiques

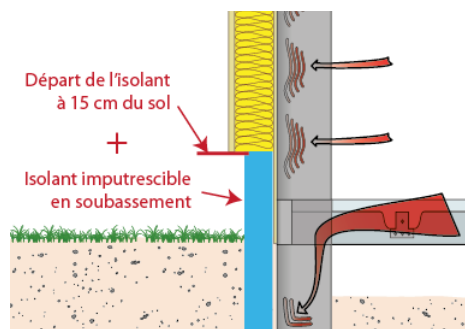
La qualité d'une isolation par l'extérieur se jouera sur le traitement des détails, sur les liaisons d'isolant au niveau des jonctions entre parois. On cherchera à réduire ou à éliminer les ponts thermiques qui sont des points de ruptures de l'enveloppe isolante de la maison. Voici les points importants à traiter :

➤ Soubassement

La plupart des isolants doivent être posés à une hauteur de 15 à 20 cm par rapport au sol extérieur, suivant la nature du sol. Cela est nécessaire pour les protéger de l'humidité du sol et des projections d'eau mais peut créer un pont thermique important. Ce soubassement doit donc être isolé avec un isolant imputrescible, ne craignant pas l'humidité. Par exemple : polyuréthane, polystyrène, liège...



Isolation du soubassement



Isolation du soubassement (enterrée)

➤ Liaison mur-plancher bas

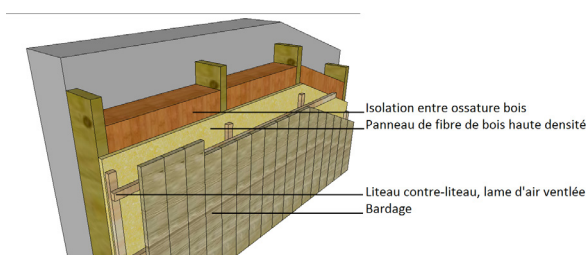
Dans le cas d'une maison sur sous-sol ou vide sanitaire, il persistera forcément un pont thermique entre l'isolation du mur et l'isolation du plancher. Ce pont thermique peut toutefois être réduit par des descentes d'isolant qui créent un « couloir thermique » réduisant les fuites de calories :

➤ Traitement des ponts thermiques de l'ossature

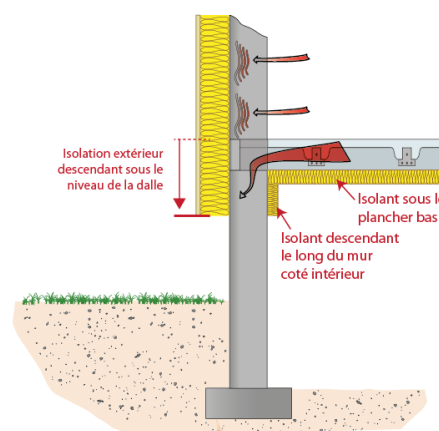
Dans le cas d'une isolation sous bardage, l'ossature peut être responsable de ponts thermiques. Ceux-ci peuvent être traités de 2 manières :

- **Pose d'un panneau de fibre de bois haute densité sur l'ensemble de l'ossature.**
Ce panneau fera également office de pare-pluie.
- **Pose de l'ossature bois déportée par rapport au mur grâce à des équerres de fixations.** Des panneaux isolants peuvent ainsi être installés de manière continue entre l'ossature et le mur :

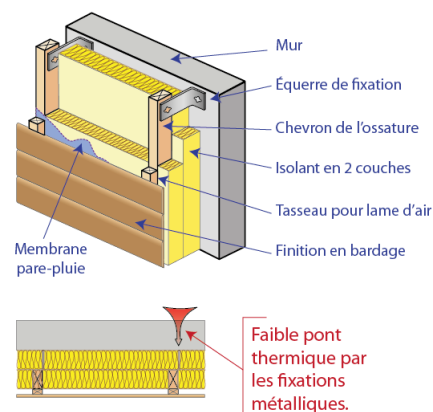
Panneau de fibres de bois haute densité



Traitement jonction mur-plancher sur sous-sol



Ossature déportée

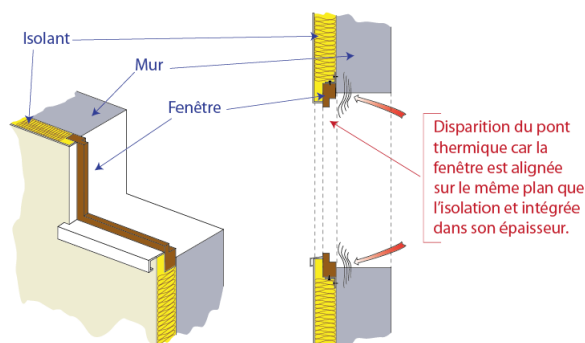


➤ Liaison mur-fenêtre

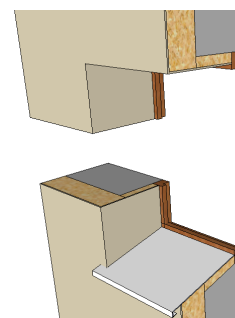
Pour optimiser l'efficacité de l'isolation par l'extérieur, l'idéal est de déplacer les fenêtres dans l'épaisseur de l'isolation extérieure, afin de créer une parfaite continuité de l'enveloppe isolante. Il s'agit alors d'une **pose en applique extérieure**.

Si le changement des fenêtres n'est pas prévu, alors la solution sera de faire des **retours d'isolant vers les menuiseries**.

Au niveau de l'appui de fenêtre, il existe aussi des appuis pré-isolés, ou constitués eux-mêmes d'un matériau isolant.



Pose en applique extérieure



Retour d'isolant sur fenêtre

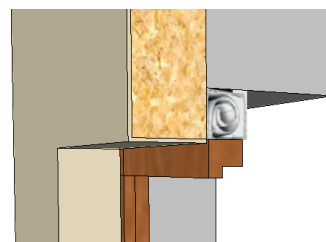
Volets roulants

Le coffre de volet roulant peut être responsable d'infiltrations d'air et de ponts thermiques importants.

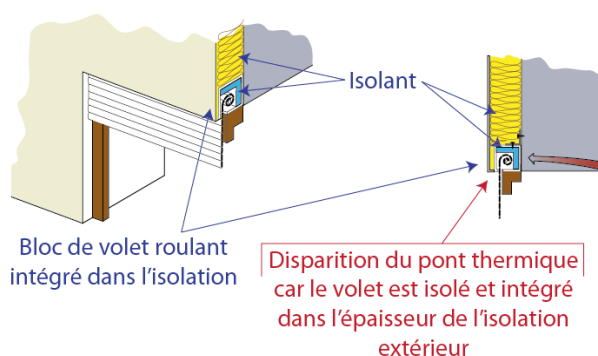
Deux solutions existent :

- **Dans la 1ère, le coffre est intégré à la fenêtre**, ce qui permet de venir positionner l'isolant par-dessus. C'est la solution la plus efficace thermiquement mais elle présente l'inconvénient de réduire la surface vitrée ;
- **Dans la seconde, le coffre est placé contre le mur** au-dessus de la fenêtre. **Le coffre est alors intégré dans l'épaisseur de l'isolant**, ce qui limitera l'épaisseur de l'isolant et créera un pont thermique. Le coffre devra ainsi être isolé et le moins épais possible afin que l'isolant puisse le recouvrir en partie.

Coffre de volet intégré à la fenêtre



Coffre de volet dans l'épaisseur de l'isolant



Liaison mur-toiture

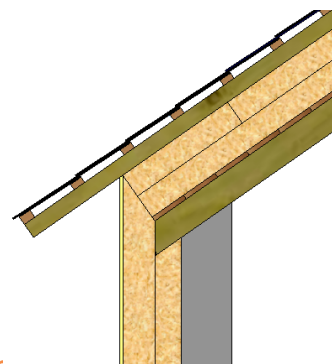
En façade, la jonction des isolations murs/rampants peut se faire par l'ouverture des caches moineaux.

Au niveau des murs pignons, dans le cas où les rampants sont isolés par l'intérieur entre chevrons, il persistera un pont thermique. La seule solution serait d'isoler également la toiture par l'extérieur afin de créer une enveloppe isolante englobant complètement la maison.

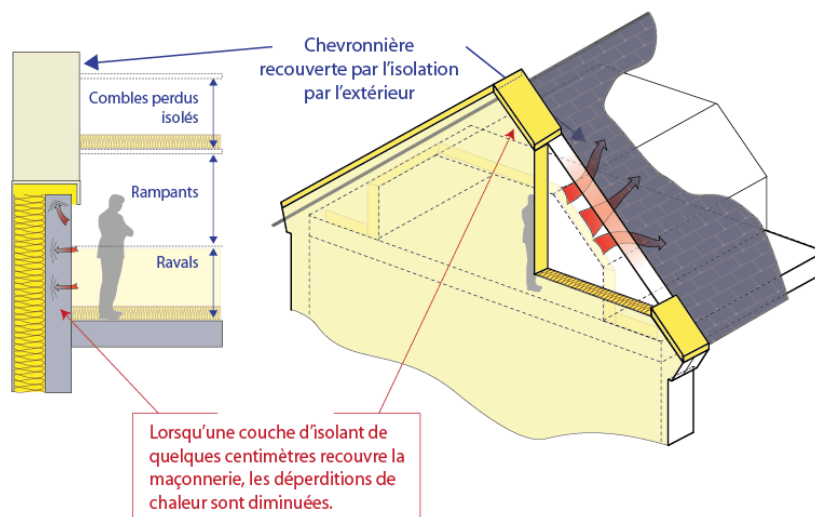
Dans le cas des maisons néo-bretonnes, les chevronnières pourront également être isolées pour limiter le pont thermique induit :

Voir la **fiche pratique n°38 « Isolation de la toiture par l'extérieur »**

».



Jonction mur-toiture en isolation par l'extérieur



Isolation des chevronnières

➔ Réglementation

➔ Travaux embarqués : l'isolation thermique par l'extérieur 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 réalisés sur un bâtiment constitué à plus de 50 % de terre cuite, de béton, de ciment ou de métal.

Ces travaux sont ceux comprenant la réfection de l'enduit existant, le remplacement d'un parement existant ou la mise en place d'un nouveau parement, couvrant au moins 50 % d'une façade du bâtiment, hors ouverture.

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