

Isolation thermique

UN PEU DE THÉORIE

L'isolation thermique de la maison a deux fonctions : réduire les dépenses de chauffage et accroître le confort de la maison. Pour savoir quoi et comment isoler, quelques notions théoriques sont utiles.

TEMPÉRATURE RÉELLE ET TEMPÉRATURE RESSENTIE

Il faut faire la nuance entre la température réelle d'une pièce, celle de ses parois (murs, sol, plafond), et la sensation de chaleur ou de froid que l'on a dans la pièce. À une distance de 1 m d'un mur, la température ressentie est la moyenne entre la température de l'air et celle de la surface du mur.

Exemple : dans une pièce, l'air

est à 20 °C, tandis qu'à l'extérieur il fait -6 °C; le mur n'étant pas isolé, la température de sa face intérieure est de 13 °C. La température ressentie par celui qui est assis à 1 m du mur est de 16,5 °C.

Si on isole le mur et que sa surface interne passe à 18,5 °C, la température ressentie sera de 19,25 °C.

• Consommation d'énergie

Les spécialistes ont calculé que pour augmenter la température d'une pièce de 1 °C, il faut consommer environ 7 % de plus de combustible. Ainsi, dans notre exemple, pour passer de 16,5 °C à 19,25 °C, on va augmenter les dépenses de chauffage d'environ 20 %.

DÉPERDITIONS ET TRANSMISSION DE CHALEUR

Une maison chauffée perd sans arrêt une partie de sa chaleur, car le sens de transmission de la chaleur est toujours le même : du chaud vers le froid. Quand on ouvre une porte, ce n'est pas le froid qui rentre dans la maison, c'est la chaleur qui sort.

Isoler va donc consister à réduire les déperditions de chaleur en tenant compte des trois possibilités de transmission de la chaleur :

• **La transmission par conduction**, qui concerne les corps solides. Dans la maison, il

s'agit des matériaux de construction.

Dans ce cas, plus la matière est dure et dense, plus elle facilite la transmission. Cette capacité de transmission par conduction est définie par le coefficient de conductivité du matériau (Voir tableau ci-contre).

• **La transmission par convection**, qui concerne les fluides (liquides et gaz), en particulier l'air. On constate que l'air chaud monte.

L'air qui est au-dessus d'un radiateur est chauffé et monte vers le plafond. En touchant le plafond, l'air se refroidit et redescend, mais il a été en même temps remplacé au-dessus du radiateur par de l'air froid, lui-même réchauffé, qui monte, et ainsi

de suite. Il s'est créé un mouvement permanent qui est un courant de convection.

• **La transmission par rayonnement** qui est, par exemple, celle du soleil qui traverse l'espace pour arriver sur la terre. En fait, tous les corps émettent de la chaleur par rayonnement, mais il est clair que plus un corps est chaud, plus il émet de rayonnement. C'est le cas du bois

qui brûle dans la cheminée.

Le rayonnement traverse l'air mais il est arrêté par les matières lourdes comme un mur, une vitre, un meuble ou le corps humain. Quand le rayonnement rencontre un corps lourd, une partie de la chaleur est absorbée par ce corps, une partie est réfléchie et une partie peut être transmise si le corps est transparent (dans le cas d'une vitre).

COEFFICIENT DE CONDUCTIVITÉ ET RÉSISTANCE THERMIQUE

• Coefficient de conductivité

Tous les matériaux, et donc ceux qui constituent une maison, ont un coefficient de conductivité représenté par la lettre grecque lambda λ et exprimé en $W/m \text{ } ^\circ C$. Ce coefficient est le flux de chaleur obtenu par m^2 de matériau, lorsqu'il existe un écart de température de $1 \text{ } ^\circ C$ de part et d'autre de 1 m d'épaisseur de matériau .

• Résistance thermique

Dans la pratique, le coefficient de conductivité ne suffit pas à indiquer la qualité isolante d'un matériau ou d'une paroi car, d'une part, une paroi mesure rarement 1 m d'épaisseur et, d'autre part, elle est rarement homogène (constituée d'un seul matériau).

On tient compte de l'épaisseur du matériau ou des épaisseurs des différents matériaux d'une paroi et on parlera de résistance thermique ou de résistivité.

COEFFICIENT DE CONDUCTIVITÉ DES MATÉRIAUX ISOLANTS (données moyennes)	
Matériau isolant	Coefficient de conductivité en $W/m \text{ } ^\circ C$
Panneau de fibres isolant	0,058
Vermiculite (mica expansé)	0,05
Polystyrène expansé classe 1 (densité 11)	0,044
Liège expansé pur	0,043
Laine minérale (de verre ou de roche)	0,041
Polystyrène expansé classe 4 (densité 25)	0,039
Polystyrène extrudé (densité 30)	0,035
Mousse de PVC classe 4 (densité 42)	0,034
Polystyrène extrudé (densité 38)	0,029
Mousse de polyuréthane (densité 35)	0,029

La résistance thermique est représentée par la lettre R, et elle est exprimée en $m^2 \text{ } ^\circ C/W$. Plus R est élevé, plus le matériau est isolant.

Par exemple, la résistance thermique d'un mur de 20 cm d'épaisseur est, selon le matériau :

- granit : $R = 0,06$
- béton plein : $R = 0,14$
- brique pleine : $R = 0,17$
- béton cellulaire : $R = 0,8$
- sapin : $R = 1,67$

En comparant les résistances thermiques de différents matériaux, on constate les différences d'épaisseurs nécessaires

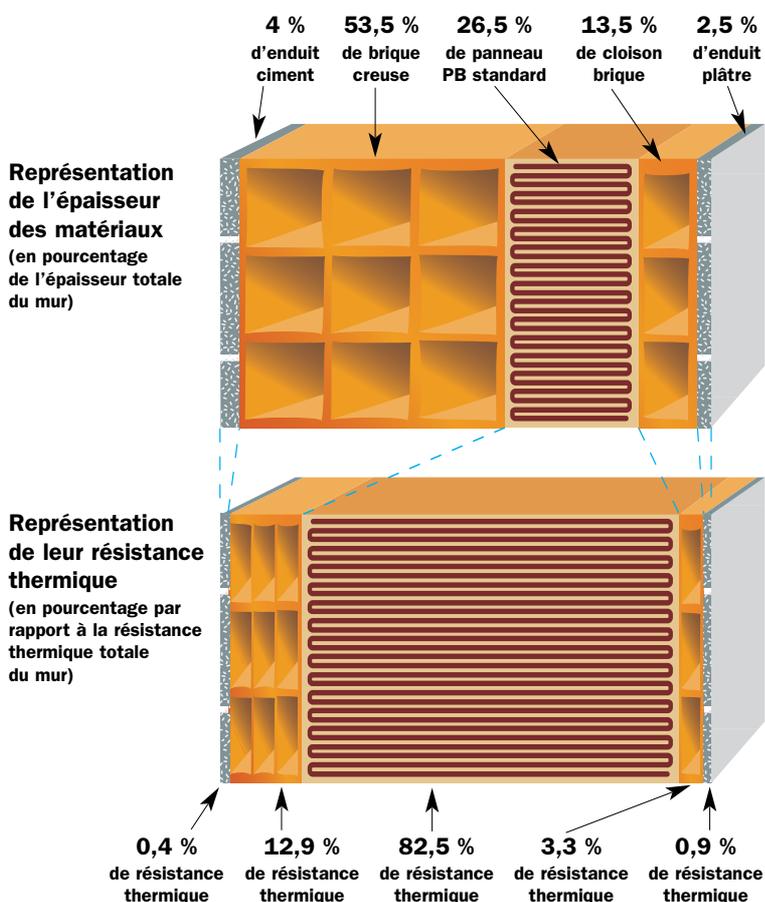
pour avoir une isolation identique, ce qui montre que l'on a, souvent, des idées fausses. Par exemple, pour avoir une résistance thermique R égale à 1 (ce qui correspond à l'isolation conseillée pour un mur en région méditerranéenne avec un chauffage au fuel), il faut, au choix, environ :

- 4 cm de laine de verre,
- 12 cm de sapin,
- 25 cm de béton cellulaire,
- 115 cm de brique pleine,
- 140 cm de béton,
- 350 cm de granit.

Un mur en pierre, même très épais, a de très mauvaises performances en matière d'isolation thermique.

Pour augmenter la résistance thermique d'une paroi, il faut donc augmenter son épaisseur, ce qui est souvent totalement impossible, ou la "doubler" d'un matériau isolant offrant une forte résistance thermique pour une faible épaisseur (Voir schéma ci-dessous).

Comparaison des épaisseurs de matériaux constituant un mur et de la résistance thermique de ces matériaux



ISOLANTS ET HUMIDITÉ

On constate dans le tableau ci-dessus que l'eau est environ 25 fois plus conductrice de chaleur que l'air : d'où l'influence de l'humidité. Si un matériau est humide, il est plus conducteur que lorsqu'il est sec. Par conséquent, il est essentiel qu'un matériau isolant soit à l'abri de l'humidité pour conserver ses capacités d'isolation thermique, soit parce qu'il est protégé de l'eau, soit parce qu'il est insensible à l'eau.

Lorsqu'un isolant n'est pas parfaitement insensible à l'eau, on doit veiller à le protéger de l'eau et de l'humidité :

- Protéger l'isolant de tout contact avec l'eau par un film étanche.
- Protéger l'isolant de la vapeur d'eau par un pare-vapeur, qui est perméable à l'air mais imperméable à la vapeur d'eau.

Par exemple, sous la toiture, l'isolant sera protégé d'éventuelles infiltrations de pluie par un film microporeux (perméable à l'air et imperméable à l'eau), et il sera protégé de la vapeur (l'air chaud et humide qui monte de la maison) par un pare-vapeur.

COEFFICIENT DE CONDUCTIVITÉ DES MATÉRIAUX COURANTS (valeurs moyennes)

Matériau	Coefficient de conductivité en W/m °C
Cuivre	380
Aluminium	230
Fer	72
Granit	3,5
Calcaire	1,7
Béton	1,4
Brique pleine	1,15
Verre	1,16
Eau	0,6
Plâtre	0,46
Béton cellulaire	0,25
Bois dur (chêne)	0,23
Bois tendre (sapin)	0,12
Isolants thermiques	0,029 à 0,060
Air immobile	0,023

ISOLER PAR L'INTÉRIEUR OU PAR L'EXTÉRIEUR

Le plus souvent, l'isolation est réalisée en ajoutant le matériau isolant à l'intérieur de la maison. On isole la sous-toiture, la face intérieure d'un mur, le plancher du rez-de-chaussée avant de poser le revêtement, etc.

Dans certains cas, on peut choisir de procéder à l'isolation par l'extérieur, lors de la réfection de la toiture ou lors du ravalement des façades. Les techniques d'isolation par l'extérieur ont toujours une efficacité supérieure, mais elles constituent de gros travaux qui doivent être, en général, réalisés par des professionnels spécialisés.

RÈGLES PRATIQUES ET TECHNIQUES

Pour améliorer l'isolation thermique d'une maison, on doit tenir compte de quelques règles :

- Chaque maison a un comportement thermique différent selon sa situation géographique (on parle de zone climatique), son exposition aux vents, ses matériaux de construction.

- Les déperditions thermiques d'une maison de construction ancienne, non isolée, se font par toutes ses parois en contact avec l'extérieur : le toit (pour plus de la moitié), les portes et fenêtres, les murs et, enfin, les planchers.

- En théorie, il faut augmenter la résistance thermique

de toutes les parois de la maison, mais on peut définir des priorités. Par exemple, isoler les murs les plus exposés au froid ou au vent dominant et ne pas isoler la façade exposée au soleil.

- L'isolation consiste toujours à ajouter un matériau isolant qui empêche la chaleur de passer.

ISOLER LA TOITURE

La toiture doit être isolée en priorité, puisque c'est par elle que plus de la moitié de la chaleur s'échappe.

On isole la toiture en fixant un matériau isolant (laine minérale, polystyrène, polyuréthane...) entre les éléments de charpente ou sous ceux-ci.

Deux règles de pose sont impératives :

- Ménager entre l'isolant et le dessous du matériau de couverture (tuiles, ardoises...) un espace d'au moins 3 cm pour assurer la ventilation de sa sous-face.



- L'isolant doit être pourvu d'un pare-vapeur, côté intérieur de la maison, ou être étanche à la vapeur d'eau afin de ne pas se charger d'humidité au contact de l'air chaud.

CONSEILS POUR LA POSE D'ISOLANTS EN LAINE MINÉRALE

La laine minérale est un excellent isolant mais il est recommandé de prendre quelques précautions lors de son utilisation, à cause des poussières qu'elle produit :

- porter des gants et des vêtements de travail fermés,
- porter des lunettes de protection,
- aérer le lieu de travail et éviter de soulever la poussière (aspirer plutôt que balayer).

ISOLER LES MURS



L'isolation par l'extérieur des murs d'une maison peut être exécutée à l'occasion de la réfection totale des façades. Elle est réalisée soit par la pose de panneaux isolants puis d'un habillage, soit par l'application d'un enduit isolant en forte épaisseur.

Les techniques d'isolation par l'intérieur sont plus courantes et plus faciles à exécuter. Pour un petit renforcement d'isolation, on colle un matériau isolant de faible épaisseur appelé couramment "isolant mince".

Pour une isolation plus conséquente, on procède à un doublage du mur selon trois techniques principales :

- Collage d'un panneau isolant sur le mur lorsque celui-ci est plan.

- Fixation d'un panneau isolant sur une ossature fixée sur le mur, ou en avant du mur, lorsque celui-ci est irrégulier.
- Pose d'un isolant entre le mur et une contre-cloison construite en avant du mur. Ces techniques prennent plus ou moins de place dans la pièce selon l'épaisseur totale du système utilisé.

ISOLER LES SOLS

La résistance thermique des sols est renforcée par la pose de revêtements de sols naturellement isolants (parquet en bois, moquette ou vinyle expansé relief), ou par la mise en place, sous le revêtement (carrelage, parquet ou moquette), d'un matériau isolant (panneaux de fibres, panneaux de polystyrène extrudé). L'épaisseur de cette couche



isolante peut atteindre 5 ou 6 cm lorsqu'elle a été prévue lors de la réalisation du plancher. En revanche, cette épaisseur est limitée à 1 ou

2 cm si l'isolation est réalisée sur un plancher ancien, car elle entraîne une surépaisseur qui peut être incompatible avec les portes.

ISOLER LES PORTES ET FENÊTRES

Les portes et les fenêtres anciennes sont une source importante de déperdition de chaleur à cause des joints qui existent entre les vantaux ouvrants et le bâti dormant (la partie fixe). L'isolation thermique consiste à calfeutrer ces joints à l'aide de

bourrelets étanches. Les vitrages constituent eux aussi des surfaces à forte déperdition thermique. La seule solution réellement efficace consiste à remplacer le vitrage simple d'origine par un vitrage isolant appelé aussi "double vitrage".



QUEL ISOLANT CHOISIR ?

Pour choisir un isolant thermique, on tient compte de différents facteurs :

- son coefficient de conductivité et sa résistance thermique,
- l'épaisseur nécessaire en fonction des facteurs propres à la maison (zone climatique, exposition, matériaux de construction),
- l'épaisseur qui peut être utilisée,

- sa composition,
- sa destination (combles perdus, combles aménagés, murs, sols...),
- sa facilité de pose,
- son prix.

Il existe un très grand nombre d'isolants thermiques "spécialisés" qui ont chacun leur mode de pose : rouleaux de laine minérale

(laine de verre ou laine de roche) avec ou sans pare-vapeur, panneaux de laine minérale semi-rigides, plaques de polystyrène expansé, plaques de polystyrène extrudé, panneaux isolants "complexes" composés d'une couche d'isolant (laine minérale ou polystyrène) et d'un parement rigide (panneau de particules ou plaque de plâtre)...