

---

---

# L'isolation thermique du bâtiment

---



ENERSENS  
*absolute insulation*



# L'isolation thermique du bâtiment

Ce guide est une introduction à l'isolation thermique du bâtiment. Il permet de saisir les principales notions techniques entourant l'isolation thermique du bâtiment et de comprendre comment fonctionne un isolant thermique.

## 1. Pourquoi isoler ?

Un bâtiment mal isolé laisse s'échapper la chaleur en hiver et perd rapidement sa fraîcheur en été. Une mauvaise isolation thermique des murs peut faire perdre jusqu'à 25% de la chaleur du logement, ce chiffre atteignant 30% pour une isolation des combles faible ou inexistante. Grâce à une isolation performante, les factures de chauffage ou de climatisation liées à ces déperditions thermiques baissent drastiquement.

Ainsi, effectuer des travaux d'isolation thermique permet de réduire jusqu'à 80% les consommations d'énergie liées au chauffage. En limitant les besoins en énergie du logement, l'isolation thermique est l'accès principal aux économies d'énergie, bien avant le renouvellement des équipements de chauffage et/ou de refroidissement du logement.

## 2. Les phénomènes à l'œuvre

De nombreux phénomènes jouent si une isolation thermique n'est pas mise en place. Le but est notamment d'éviter quatre phénomènes :

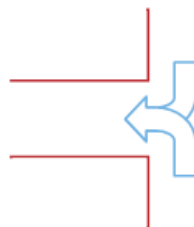
### Pertes de chaleur

Que ce soient les sols, les plafonds, les toits ou les murs, il est **nécessaire d'isoler toutes les parois** en contact avec l'extérieur. Les demandes en isolation - et donc en résistance thermique - varient suivant la zone à isoler car les pertes énergétiques ne se répartissent pas de la même façon dans le bâtiment. Le but étant d'assurer une **continuité de l'enveloppe isolante** autour des pièces de vie.



### Ponts thermiques

Un pont thermique est un **défaut d'isolation** où il existe une **discontinuité de l'enveloppe isolante continue entraînant d'importantes pertes thermiques**. Un raccordement plancher-mur extérieur, une gaine de ventilation ou un cadre de fenêtre mal isolés en sont des exemples. Ces ponts thermiques doivent être traités car ils engendrent des pertes thermiques mais également un refroidissent des parois.



## Parois froides

Au sein d'une pièce, la température ressentie par un corps humain correspond à la moyenne entre la température de l'air de la pièce et la température de surface des parois l'entourant. A titre d'exemple, si dans une pièce à une température de 21°C les parois sont à une température de 13°C, la température résultante ressentie sera de 17°C. D'où une forte sensation d'inconfort thermique, qui se traduira par l'augmentation des apports en chauffage pour compenser ce déséquilibre. Bien isoler signifie donc augmenter la température des parois, ce qui permet ainsi de réduire sa facture énergétique.



## Condensation

La vapeur d'eau contenue dans l'air ou dans une paroi se condense à partir d'une certaine température pour un taux d'humidité donné. Si le taux d'humidité d'une pièce à 25°C est de 50% et que la température de la paroi est à 14°C, alors l'humidité va se condenser en surface sur le mur. Cette condensation va alors dégrader les matériaux de la paroi et provoquer des dangers sanitaires tels que moisissures et problèmes d'humidité. Si la paroi avait été à 20°C, il n'y aurait pas eu d'apparition de condensation.

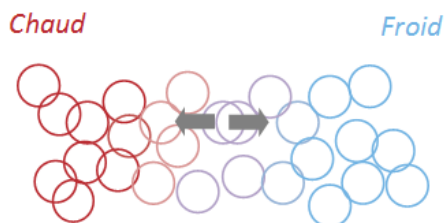


### 3. Le transfert de chaleur

L'isolation thermique est l'ensemble des techniques mises en œuvre pour limiter les transferts de chaleur depuis un milieu chaud vers un milieu froid. C'est notamment via ces mouvements de chaleur que les bâtiments se refroidissent en hiver (la chaleur passe de l'intérieur vers l'extérieur) et se réchauffent l'été (la chaleur passe de l'extérieur vers l'intérieur). Il existe **trois grands modes de transmission de la chaleur**, souvent couplés entre eux, pour expliquer toutes les situations de transfert thermique :

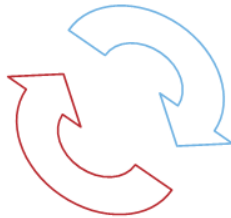
#### Conduction

C'est un mode de transfert thermique qui s'effectue par une simple **interaction de molécules** sans déplacement de matière. En présence d'une forte température, les molécules présentes dans la zone la plus chaude vibrent et se heurtent vivement entre elles. Elles transmettent alors leur énergie aux molécules voisines qui à leur tour retransmettent cette énergie ; la chaleur est transmise.



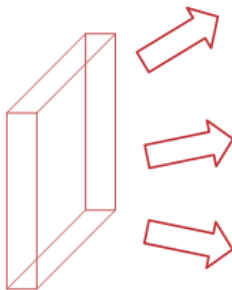
## Convection

On définit la convection comme un déplacement de chaleur au **sein d'un fluide** (eau, air) via un **déplacement d'ensemble de molécules** d'un point à un autre. En effet, quand un fluide est chauffé, il se dilate, devient plus léger et monte. Ce fluide est alors remplacé par un fluide plus froid qui est à son tour réchauffé : une convection naturelle se met alors en place. Si un apport extérieur permet d'accélérer cette transmission de chaleur, on parle alors de convection forcée.



## Rayonnement

Ce processus de transmission d'énergie s'effectue via l'**émission de rayonnements** de la part d'un corps ou d'un objet en direction de son environnement. Ce transfert s'effectue **entre deux surfaces** séparées par de l'air ou du vide sans déplacement de molécules. Le cas le plus concret est le rayonnement du soleil à la surface de la terre.



## 4. Quelles caractéristiques pour un isolant thermique ?

Ces trois modes de transfert de chaleur entrent en jeu dans la thermique du bâtiment. La conduction thermique est en revanche prépondérante dans le transfert de chaleur à travers une paroi. Trois paramètres permettent de caractériser un matériau et une paroi isolante :

### Conductivité thermique

Le principal paramètre permettant de caractériser la **capacité d'un matériau à transmettre la chaleur** est la conductivité thermique ( $\lambda$ ), en W/m.K. C'est une caractéristique intrinsèque au matériau. Une faible conductivité thermique implique une faible transmission de chaleur et donc une forte isolation thermique. Est dit isolant un matériau qui possède une conductivité thermique inférieure à 0,065 W/m.K.

### Résistance thermique

Afin de quantifier la **résistance au flux de chaleur pour une épaisseur de matériau donnée**, on utilise la résistance thermique ( $R$ ), exprimée en m<sup>2</sup>.K/W. Ce critère mesure la performance d'un isolant pour une épaisseur donnée. La résistance thermique est reliée à la conductivité thermique  $\lambda$  et l'épaisseur  $e$  par la relation :  $R = e / \lambda$ . Plus cette résistance est importante, plus les pertes de chaleur à travers une paroi seront faibles.







## Coefficient de transmission thermique d'une paroi

Pour mesurer la résistance au flux de chaleur d'une paroi, et donc d'une succession de matériaux, il suffit d'ajouter la résistance thermique de chaque couche et on obtient alors une résistance thermique totale. Le coefficient de transmission thermique (**U**) correspond à l'inverse de cette résistance thermique totale. Il représente la **capacité d'une paroi à transmettre la chaleur**. Une correction est apportée pour prendre en compte les défauts d'un mur tels que des éléments de fixation, défauts d'étanchéité à l'air, etc. Plus cette valeur est faible, plus le mur est isolant.

Le coefficient de transmission thermique étant difficilement calculable, **on considère par approximation que la résistance thermique du mur correspond à la somme de la résistance thermique des isolants**. La réglementation thermique actuelle conseille une valeur de résistance thermique de  $R = 5 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$  pour les parois verticales en contact avec l'extérieur.

Ci-contre sont indiqués à titre d'exemple l'épaisseur de différents matériaux pour obtenir une même valeur de résistance thermique ( $5 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ ).

Isolants		de 7 à 25 cm
Bois		50 cm
Béton		4 m
Pierre		14 m

## 5. Les principaux isolants thermiques

Un isolant thermique se doit de répondre à toutes les exigences proposées par une architecture, un environnement donné et un confort de vie souhaité. Tous les isolants n'ont pas les mêmes propriétés, et certains sont mieux adaptés suivant les situations rencontrées. On peut regrouper ces isolants par famille.

### Les isolants traditionnels

#### Les isolants minéraux

Les isolants de cette catégorie sont la **laine de verre**, la **laine de roche**, la perlite, la vermiculite et le verre cellulaire. Les laines minérales, isolants majoritaires de cette catégorie, sont fabriquées à partir de fibres minérales qui sont enchevêtrées et liées entre elles par collage. L'air qui est un excellent isolant est alors emprisonné entre ces fibres et garantit une bonne isolation. Ces produits se trouvent sous forme de matelassés et de panneaux.

#### Les isolants synthétiques

Le **polystyrène** (PS) peut être présenté sous deux formes : **expansé (EPS)**, où des billes de PS sont expansées à la vapeur d'eau et se collent entre elles pour former un isolant à structure cellulaire fermée, ou **extrudé (XPS)**, où des billes de monomère styrène (fragments d'une chaîne de polystyrène) sont mélangées avec un agent gonflant (CO<sub>2</sub> généralement) et extrudées. On les appelle également polystyrène « blanc » ou « gris ». Ils se présentent sous forme de panneaux.

Le **polyuréthane (PU)** est fabriqué par expansion d'une mousse comportant un agent gonflant possédant une faible conductivité thermique. Se créent alors des structures cellulaires fermées renfermant ces gaz. Il se trouve sous forme de panneaux.

## Les isolants d'origine végétale et animale

La **ouate de cellulose** en vrac, fabriqué via le recyclage de journaux et le **liège** en panneaux ou granules sont les principaux de cette catégorie. Il existe également de nombreux autres isolants d'origine végétale (chanvre, lin, coton, paille ou encore laine de bois), ou animale (laine de mouton, plumes de canard) plus ou moins utilisés dans l'isolation du bâtiment.

## Les nouveaux isolants

Développés depuis quelques années, ce sont des isolants possédant d'excellentes propriétés thermiques très en-deçà de la conductivité thermique de l'air immobile. On retrouve ici les panneaux isolants sous vide, dits **PIV**, et l'**aérogel de silice**, un matériau se présentant sous forme de granules et de panneaux. Ce dernier est fabriqué par évaporation d'un gaz contenu dans un gel. Ce processus va créer alors une structure poreuse qui va fortement limiter le passage de la chaleur. C'est ce matériau qui est développé et industrialisé par Enersens, leader européen de cette technologie.

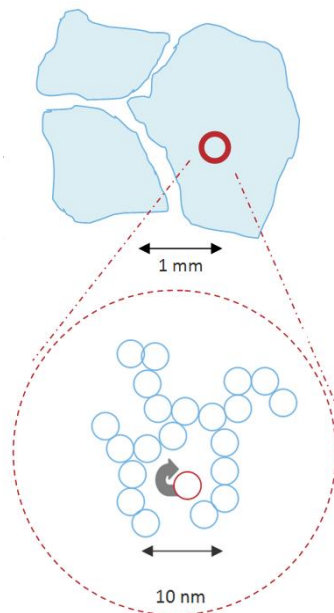
## 6. L'aérogel de silice

Une brève introduction à l'aérogel de silice, technologie développée par Enersens, qui permet de comprendre comment fonctionne l'isolation thermique dans le cadre de ce matériau.

### Des pores nanostructurés

L'aérogel de silice est un matériau qui se présente sous la forme de granules légères et translucides. Ces granules ont une dimension comprise entre 1 et 3,5 mm, et sont composées à 95% d'air et à 5% de silice, un dérivé du sable. L'une des particularités de ce matériau est sa très faible conductivité thermique. A l'échelle du grain, les valeurs descendent jusqu'à 0,012 W/m.K, soit **la plus faible conductivité thermique pour un matériau solide**.

Cette faible conductivité thermique est due à sa structure poreuse, un des éléments centraux de la technologie. En effet, ces petites structures vont **emprisonner les molécules présentes dans l'air** afin de réduire fortement le mouvement de ces dernières au sein du matériau. La vibration des molécules présentes dans l'air et les cavités est alors restreinte, ce qui par conséquence limite fortement la transmission de chaleur.



Si on regarde à l'échelle d'un pore, tous les pores créés au sein de cette structure sont interconnectés, on dit qu'ils sont à **structure ouverte**. Ils permettent ainsi aux molécules de petite taille - comme la vapeur d'eau - de traverser le réseau, ce qui lui confère des propriétés d'isolation et de perméabilité à la vapeur d'eau. On dit que **le matériau respire**.

## Un matériau multi-système

Pour profiter pleinement de ses capacités d'isolation, l'aérogel peut être incorporé dans de nombreux systèmes afin d'obtenir des systèmes à haute performance : lit de granules, remplissage de cavités, formulation de pâtes isolants, fabrication de panneaux, de matelassés, etc. Il permet ainsi la création de matériaux à haute performance et la diminution de façon drastique de la conductivité thermique des systèmes et produits.

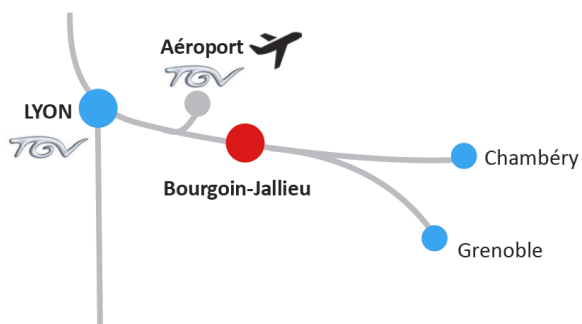
Ainsi, l'aérogel implique une forte diminution des pertes énergétiques pour une même épaisseur d'isolant. Réciproquement, il implique une diminution de l'épaisseur d'isolation pour une même performance énergétique. Tout ceci permet donc de **gagner de l'espace, de l'énergie et d'améliorer le confort de vie** au sein de l'habitat.

---

# ENERSENS

*absolute insulation*

---



Enersens SAS  
15 Avenue des Frères Lumière  
38300 BOURGOIN-JALLIEU - FRANCE  
+ 33 (0)9 73 32 20 40  
contact@enersens.fr

[www.enersens.fr](http://www.enersens.fr)