

# *Isolation thermique*

# Sommaire

## *I.* Introduction

### 1. Problématique

### 2. Les Matériaux isolants

## *II.* Comment isoler son bâtiment ?

### 1. Isolation des murs

#### 1.1. Isolation intérieur

#### 1.2. Isolation extérieur

### 2. Isolation des toits

### 3. Isolation des plancher

### 4. Isolation des ouvertures : fenêtres

### 5. Isolation sans éléments rapportés

## **I. Introduction :**

La consommation d'énergie d'un bâtiment dépend de nombreux paramètres. Les principaux sont la volumétrie du bâtiment et son orientation, l'étanchéité à l'air et la performance thermique des parois, la qualité de l'installation de chauffage et de ventilation hygiénique.

L'isolation thermique permet à la fois de réduire vos consommations d'énergie de chauffage et / ou de climatisation et d'accroître votre confort.

Mais ce n'est pas tout : l'isolation est également bénéfique pour l'environnement car, en réduisant les consommations, elle permet de préserver les ressources énergétiques et de limiter les émissions de gaz à effet de serre.

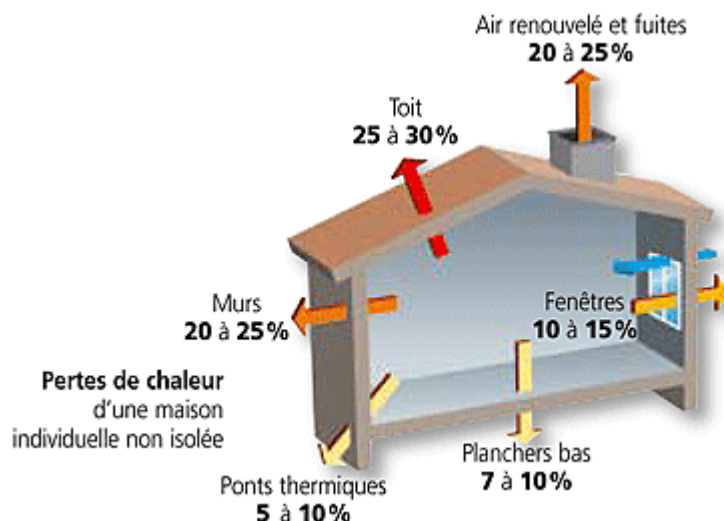
Les transferts thermiques à travers des milieux poreux se font par :

- ✚ conduction dans la masse solide et dans les gaz (air au repos dans les pores) .
- ✚ convection du gaz dans les pores (réduite au minimum par réduction de la taille des pores).
- ✚ rayonnement entre éléments de parois du solide qui délimitent un pore.

Le caractère isolant d'une paroi dépend de l'épaisseur et de la nature des matériaux mis en œuvre.

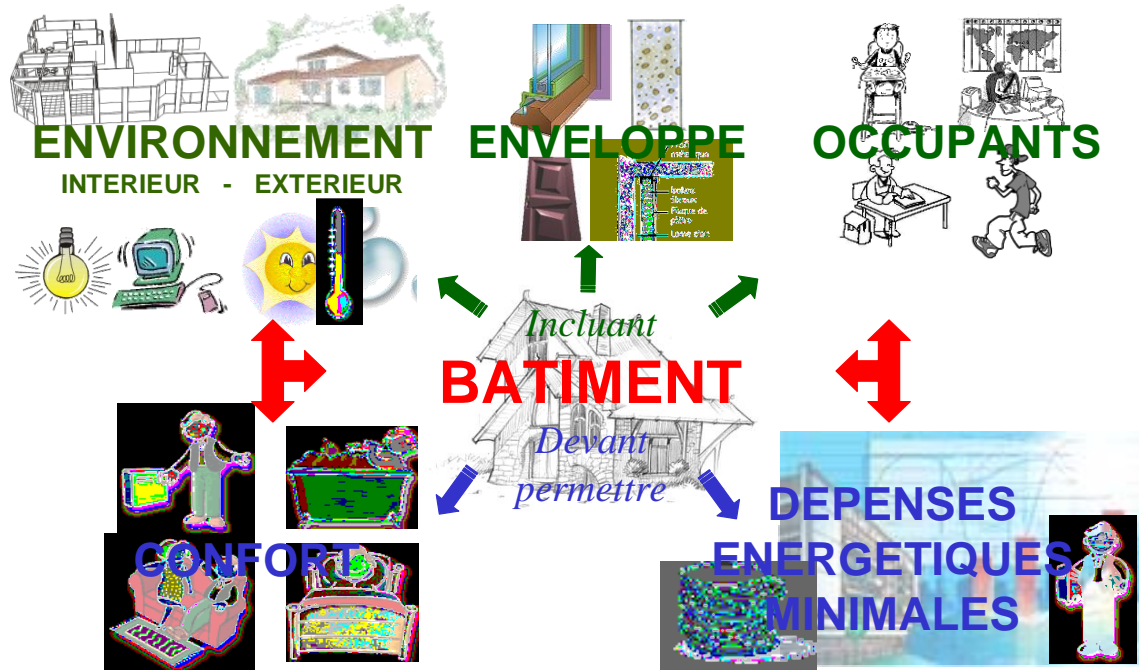
L'isolant n'existe jamais seul et il est le plus souvent associé à une étanchéité, un bardage.

Quelques études donnent la répartition des pertes de l'énergie dans les maisons non isolées thermiquement :



## 1. Problématique :

### - Problématique -



L'isolation dans une habitation est un point essentiel de la thermique d'une maison.

L'isolation permet de diminuer les échanges de chaleur entre l'intérieur du bâtiment et l'environnement extérieur, et ainsi diminuer les besoins de chauffage et, le cas échéant, de climatisation. Cette isolation doit être pensée en fonction des contraintes climatiques du lieu où se situe le

bâtiment. L'isolation thermique est le principe de base de la maison passive. Elle emprisonne la chaleur à l'intérieur en hiver et garde la maison fraîche en été.

La lutte contre le gaspillage d'énergie passe par l'isolation thermique des bâtiments chauffés, elle fait l'objet d'une réglementation précise datant de plus d'une trentaine d'années. L'isolation des nouveaux logements est obligatoire mais c'est aussi un moyen efficace de réduire les dépenses de chauffage et de climatisation (elle fonctionne aussi en été !) tout en améliorant le confort.

Un autre enjeu à mener c'est comment isoler en dépensant le moins possible d'argent.

On peut considérer une maison comme un récipient percé de différentes sortes de trous :

- Murs
- Toitures
- Plancher
- Ouvertures : Portes et fenêtres.
- combles plafonds

## 2. Les Matériaux isolants :

Ce sont des matériaux poreux qui comportent des espaces d'air non ventilés (ou autre gaz) en leur sein.

La résistance thermique d'un matériau isolant est d'autant plus élevée que son épaisseur est grande et que son coefficient de conductivité ( $\lambda$ ) est faible.

La résistance thermique, exprimée en  $\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$ , s'obtient par le rapport de l'épaisseur (en mètres) sur la conductivité thermique du matériau considéré.

Pour choisir un produit isolant ou d'isolation, on prendra en compte sa résistance thermique  $R$ . Plus  $R$  est important, plus le produit est isolant.

On parle de matériau isolant si sa valeur  $\lambda$  est inférieure à  $0.075 \text{ W/mK}$ .

L'objectif est en effet de diminuer la conductivité thermique de l'ensemble (l'isolant) grâce à la faible conductivité thermique de l'air sec au repos devant celle des autres matières.

Car la Conductivité de l'air sec au repos est  $\lambda = 0,023 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ .

Cette valeur est inférieure à celle de tous les matériaux solides et inférieure à celles des la plupart des matériaux isolants existents. Un matériau sera donc d'autant plus isolant thermiquement qu'il comportera plus de vide. Il y a donc une relation directe entre le pouvoir isolant et la masse volumique globale  $\rho$  du matériau, qui tient compte de sa porosité  $p$ .

$$p \text{ est définie par } p = (\rho' - \rho) / \rho'$$

Avec  $\rho'$  la masse volumique du matériau sans les vides d'air.

Pour maintenir les caractéristiques d'isolation, il faut que l'air emprisonné reste le plus sec possible et éviter à tout prix les phénomènes de condensation dans la masse de l'isolant car, la conductivité augmente très vite avec l'humidité.

### Exemple :

\* Si on remplit 40% des pores de la mousse de polyuréthane avec de l'eau,  $\lambda$  augmente de 150%.

\* Si on double la quantité d'eau contenue dans le béton cellulaire (de 0,02 à 0,04 kgeau/kgbéton) alors  $\lambda$  augmente de 50%.

D'où l'importance des pare-vapeurs qui limitent considérablement la migration de vapeur d'eau dans les murs extérieurs.

Les critères des isolants thermiques :

- ✓ Les isolants utilisés en toiture doivent être peu compressibles et stables dimensionnellement pour ne pas engendrer d'efforts dans l'étanchéité due aux dilatations.

<i>Matières</i>	<i>Lambda en W.m-1.K-1</i>	<i>caractéristiques</i>
<i>Verre cellulaire</i>	<i>0.044</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Excellente résistance à la compression répartie</li> <li>• Excellent comportement à l'eau.</li> <li>• Produit cassant à manipuler avec soin.</li> <li>• Bonne compatibilité avec les revêtements d'étanchéité collés à chaud.</li> <li>• Emploi optimal en isolation des toitures de bâtiments à forte hygrométrie (piscine, papeterie...).</li> </ul>
<i>Laine de roche</i>	<i>0.037</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fabriquée à partir de roches volcaniques, caractérisée par une meilleure résistance au feu que la laine de verre.</li> <li>• Faible résistance à la compression, emploi limité aux toitures inaccessibles.</li> <li>• Bonne compatibilité avec tout revêtement d'étanchéité. Excellente tenue au feu.</li> <li>• Emploi optimal sur toiture acier</li> </ul>

- ✓ Leur comportement vis à vis de l'eau, de la vapeur d'eau, du feu, des phénomènes acoustiques sera aussi à considérer.
- ✓ Ils devront être faciles à poser, et compatibles avec les revêtements d'étanchéité (posés à la flamme, par exemple).

### Classification des matériels isolants :

#### ➤ *Produits naturels :*

<i>Matières</i>	Lambda en W.m-1.K-1
Le liège	0.03-0.05
Paille et déchet de bois aggloméré	0.044-0.053

➤ **Produits minéraux.**

➤ **Matières plastiques :**

<i>Matières</i>	<i>Lambda en W.m-1.K-1</i>	<b>caractéristiques</b>
Polystyrène expansé	0.03-0.045	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Assez bonne résistance à la compression et bon comportement à l'humidité.</li> <li>• Très léger, il est facile à poser et à découper</li> <li>• Variations dimensionnelles importantes.</li> <li>• Il n'accepte aucun revêtement adhérent collé au bitume chaud ou à la flamme.</li> <li>• Mauvaise tenue au feu excluant son emploi sur bac acier.</li> <li>• Emploi optimal en isolation par l'intérieur ou en vêtture.</li> </ul>
Mousse de polyuréthane	0.024-0.029	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Un des meilleurs pouvoirs isolants.</li> <li>• Assez bonne résistance à la compression et bon comportement à l'humidité.</li> <li>• Très léger, il est facile à poser et à découper.</li> <li>• L'emploi le plus important est en support d'étanchéité indépendant sous protection lourde.</li> </ul>
PVC expansé ou cellulaire	0.03	<b>Définition :</b> Résines thermoplastiques avec petites cellules vides occluses
Mousse Résole	Inférieure à 0.022	<ul style="list-style-type: none"> <li>• un meilleur pouvoir isolant.</li> <li>• Bonne résistance à la compression et faible comportement à l'humidité</li> <li>• Très léger, excellente facilité de pose.</li> <li>• Variations dimensionnelles moyennes.</li> <li>• Offre une bonne compatibilité avec les revêtements d'étanchéité,</li> <li>• la seule mousse organique comparable aux isolants minéraux sur le plan de la tenue au feu.</li> </ul>
Bétons cellulaires	0.08-0.3	Ils sont obtenus par dégagement de gaz dans le mélange, ce qui crée de petits pores au cours de

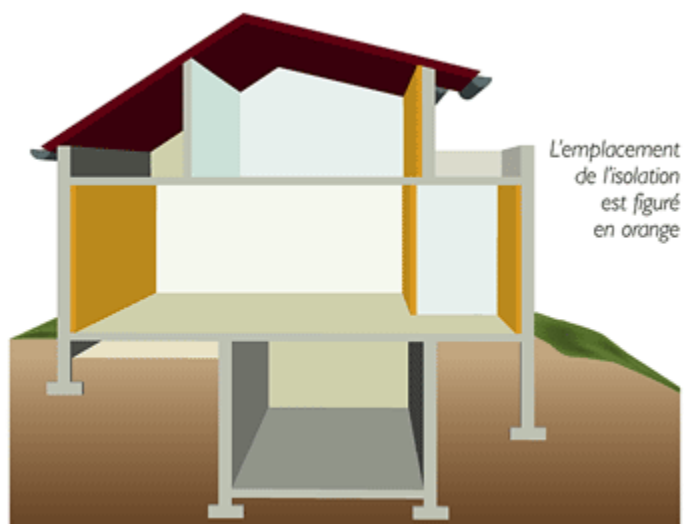
		la prise du béton. La réaction peut se faire à froid où à chaud (en autoclave) pour l'accélérer.
Bétons légers	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Ponce : 0.145</li> <li>○ Argile expansé : 0.2 à 0.7</li> <li>○ Pouzzolane : 0.25</li> </ul>	
Briques creuses multi alvéolaires		De nombreuses petites alvéoles sont séparées par les parois de terres cuites.

## II. Comment isoler son bâtiment ?

### 1. Isolation des murs

#### 1.1. Isolation intérieure :

Elle est intéressante lorsque le ravalement extérieur est en bon état.



Les avantages immédiats sont :

- l'absence de modification de l'aspect extérieur de la maison ;



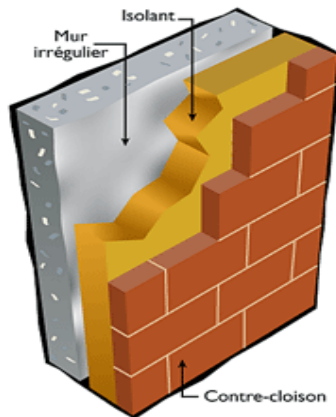
- un coût relativement peu élevé, mais entraînant une réduction de la surface des pièces, des gênes possibles par exemple pour l'ouverture des fenêtres du fait de l'épaisseur additionnelle, une mise en œuvre qui peut être contraignante dans le cas de prises, canalisations ou autres équipements à démonter.

Deux cas peuvent utiliser dans cette catégorie :

Soit l'isolant est derrière une contre-cloison maçonnée ou sur ossature.

L'isolant est le plus souvent collé ou fixé mécaniquement au support. La contre-cloison est en briques plâtrières ou en carreaux de plâtre ou encore en plaques de plâtre vissées sur des ossatures.

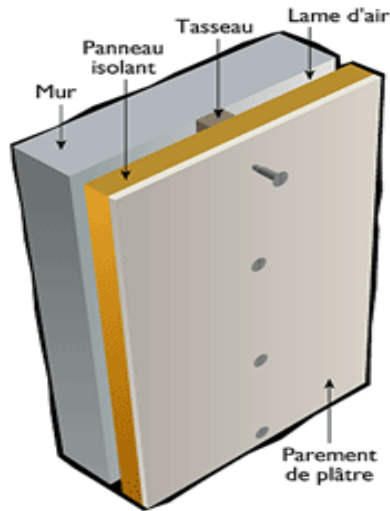
Cette technique est adaptée pour l'isolation des murs irréguliers en permettant de rattraper les inégalités de surface. En dissociant l'isolant du parement, on peut contrôler la bonne mise en œuvre de l'isolation. Ce système permet d'insérer, sans détériorer l'isolation, les câbles et prises électriques.



Les panneaux composites ou complexes de doublage :

Ils se composent d'un panneau isolant (polystyrène expansé, polystyrène extrudé, polyuréthane ou laine minérale) revêtu d'un parement en plâtre (qui évite la contre cloison). Les panneaux sont fixés contre le mur, par collage (paroi sèche et plane) ou par vissage sur tasseaux (fixés préalablement au mur, ils permettent de ménager une lame d'air entre l'isolant et la paroi).

Cette solution offre l'avantage que la pose s'effectue à l'aide d'un seul produit.



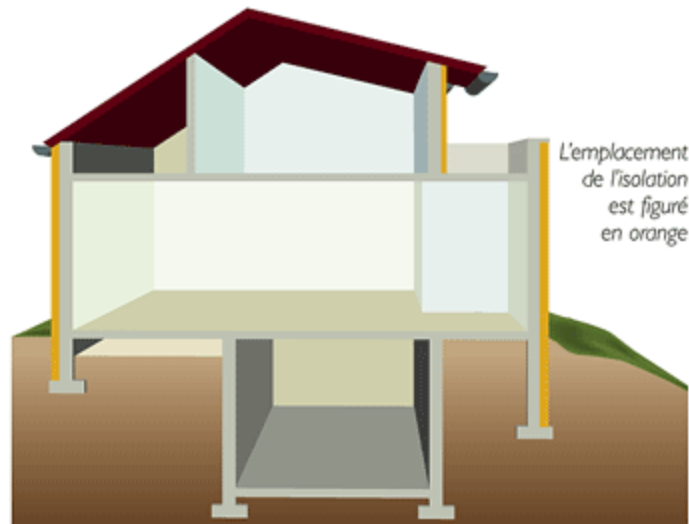
On utilise le plus souvent des panneaux isolants collés sur la partie du mur qui assure la résistance mécanique. On ajoutera un pare-vapeur du côté intérieur (en général entre l'isolant et l'enduit plâtre qui sert de support aux peintures et tapisseries).

### **1.2. Isolation extérieure :**

L'isolation par l'extérieur est la meilleure lorsque les enduits extérieurs sont défectueux.

L'isolation par cette méthode intègre : l'isolant, enduit, joint. On ne parlera donc pas de l'isolant seul, mais de vêtements, de mur manteau.

Elle permet de faire deux opérations en même temps : l'isolation et le ravalement.





Les avantages :

- traiter un plus grand nombre de ponts thermiques ;
- ne pas modifier les surfaces habitables ;
- protéger les murs des variations climatiques.

### ***1.3 .Bardage :***

Le bardage est un système préfabriqué, dérivé des techniques de couverture, constitué d'éléments fixés mécaniquement sur l'ossature. Des panneaux isolants sont insérés entre ossature et bardage. Le choix du bardage est affaire d'esthétique et de coût.

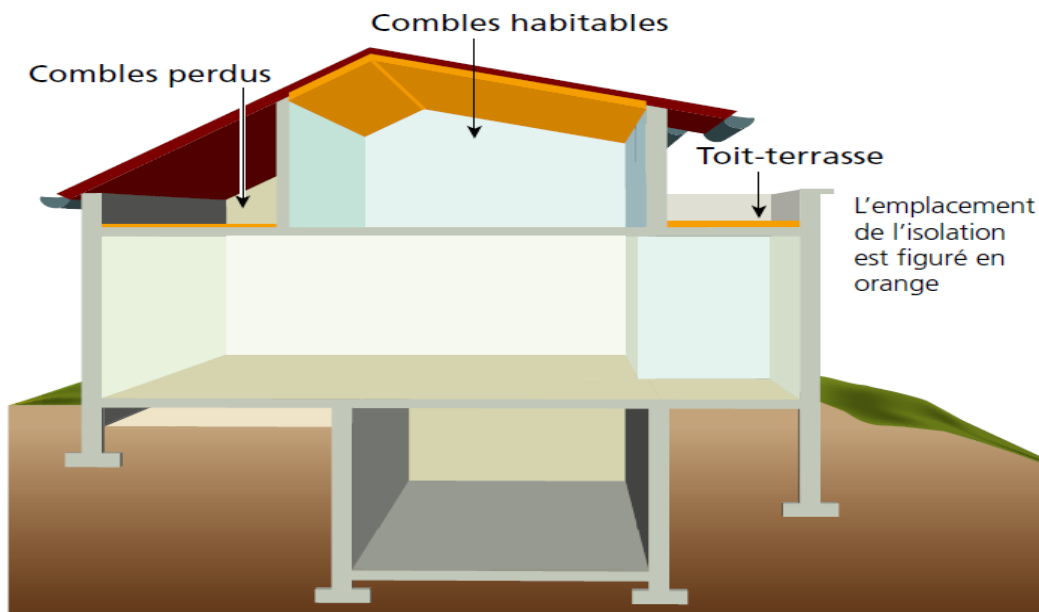
Récemment sont apparus de nombreux matériaux:

pierres reconstituées avec des résines, béton, polyester, terres cuites, stratifiés, acier, aluminium, céramiques, ardoises, PVC...

Les avantages du bardage: entretien inexistant ou très espacé, durabilité, résistance aux actions climatiques, stabilité, étanchéité à l'eau, résistance au feu, simplicité de pose.

## **2. Isolation des toits**

L'isolation des toitures est la plus rentable et la première étape à réaliser car le potentiel d'économies d'énergie est important.



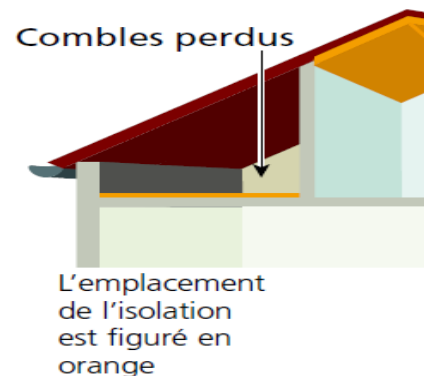
C'est souvent la partie la plus facile à traiter. En effet, l'air chaud, plus léger, s'élève naturellement et vient en grande partie se loger sous les toits.

### ➤ Les combles perdus :

Ce sont des locaux situés sous des toitures inclinées.

Ils ne sont pas chauffés et doivent être séparés du logement chauffé par une barrière isolante.

L'isolation de cette partie est d'autant plus nécessaire que les déperditions de chaleur sont importantes.



Dans les combles perdus, deux possibilités :

- Isolation sur le plancher :

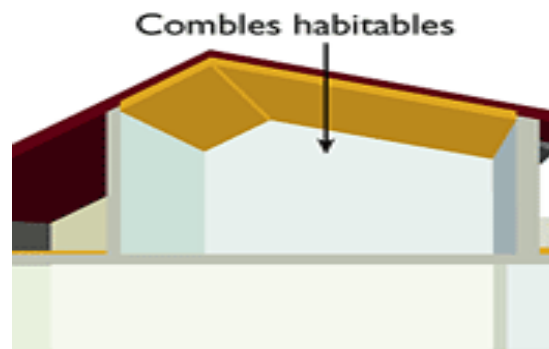
L'isolant est disposé sur le plancher, en une ou deux couches, selon les cas. Les produits peuvent être :

- les laines minérales (de verre ou de roche) en rouleaux ou en panneaux, surfacés ou non d'un pare-vapeur.
- la laine minérale en vrac qui est soufflée à l'aide d'un appareillage approprié.
- les isolants en panneaux (polystyrène expansé, polystyrène extrudé, polyuréthane) disposés bord à bord sur le plancher.

- Isolation entre les solives

### ➤ Les combles habitables / aménageables :

Les combles habitables sont la partie d'une construction située sous une toiture inclinée et dont l'utilisation nécessite le chauffage puisqu'on y habite.



Deux techniques d'isolation existent :

- L'isolation sous rampants, avec parement de finition (plâtre, bois). La pose de l'isolant peut être effectuée en une seule couche sous la charpente ou en deux couches : la première entre les chevrons, la seconde sous les chevrons. La ventilation de la couverture est indispensable. Il faut ménager une lame d'air d'au moins 3 cm entre l'isolant et la couverture, sur toute la sous-face de la toiture. Celle-ci doit être portée à 6 cm en cas de couverture étanche à l'air (tôle, zinc) et doit être ventilée.
- l'isolation sur toiture, réalisée au moyen de panneaux de toiture porteurs qui comprennent le support ventilé de couverture, l'isolation et le cas échéant le parement de sous-face. Cette technique augmente le volume habitable, assure une isolation continue et durable, préserve la charpente des variations de température et d'humidité et garantit la ventilation de la couverture.

Lorsqu'un pare-vapeur est nécessaire, il doit être impérativement placé du côté chaud, c'est à dire côté intérieur au logement. Ce pare-vapeur peut être indépendant ou associé à l'isolant.

### 3. Isolation des plancher :

Des techniques d'isolation adaptées :

Les techniques d'isolation consistent à utiliser :

- ✓ des planchers béton à poutrelles et entrevous PSE (polystyrène expansé) certifiés à languettes ;
- ✓ des planchers béton à poutrelles avec isolation sous dalle flottante
- ✓ des planchers en dalles de béton cellulaire ;



Les planchers sur terre-plein :

Au stade de la construction, on peut choisir plusieurs techniques :

- ❖ l'isolation doit être intégrée sur toute la sous-face du plancher ;
- ❖ la dalle peut être constituée d'entrevous isolants à languettes certifiés ;
- ❖ l'isolation peut être réalisée par un isolant sous dalle flottante (dans ce cas, pensez à inclure le système de chauffage dans la dalle).

Dans le cas des planchers sur terre-plein ancien, le seul moyen est de rapporter un isolant sous dalle flottante.

Les isolants (laines minérales ou mousses alvéolaires) utilisables pour cette isolation doivent impérativement être qualifiés pour cette application.

#### **4. Isolation des ouvertures : portes et fenêtres :**

##### **La qualité de la fenêtre :**

Les fenêtres modernes sont toutes munies de garnitures d'étanchéité qui leur confèrent d'excellentes performances en termes de perméabilité à l'air et d'étanchéité à l'eau. Des solutions performantes existent en menuiseries bois, PVC, et aluminium à rupture de pont thermique. Les menuiseries en aluminium sans rupture de pont thermique sont à proscrire en raison de la forte conductivité thermique de ce matériau (source de déperditions thermiques et d'inconfort).

Afin d'apporter toutes garanties à l'utilisateur et de ne pas provoquer de désordres dans la maçonnerie, il est conseillé de faire appel à une entreprise qualifiée.

L'amélioration de l'étanchéité à l'air d'un logement permet de supprimer les courants d'air mais nécessite la mise en place d'une ventilation contrôlée, capable de faire « respirer » votre logement.

### **La qualité du vitrage :**

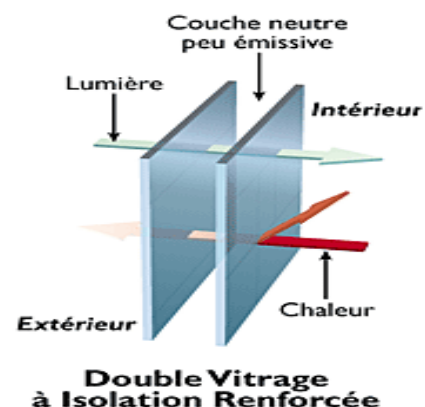
Le double vitrage classique (deux verres emprisonnant une lame d'air) est plus performant que le simple vitrage :

- il réduit l'effet de paroi froide ;
- il diminue les condensations et les déperditions thermiques à travers les fenêtres.

Le double Vitrage à Isolation Renforcée (VIR) constitue la nouvelle génération de doubles vitrages. Une fine couche transparente peu émissive (généralement à base d'argent) est déposée sur une des faces du verre (coté lame d'air). Cette couche agit comme un bouclier invisible pour empêcher en hiver la chaleur intérieure de fuir à l'extérieur. Le double Vitrage à Isolation Renforcée (VIR) a un pouvoir isolant deux à trois fois supérieur à celui d'un double vitrage ordinaire, et plus de quatre fois supérieur à celui d'un vitrage simple.

Il peut permettre des économies de chauffage de l'ordre de 10 % et améliore fortement les conditions de confort. En effet, il fait disparaître l'effet de paroi froide.

Associé à un système de gestion des apports solaires (occultation extérieure), il peut contribuer à limiter les effets de surchauffe en été.



### **Le rôle des protections solaires :**



Les protections solaires s'apprécient l'été dans la gestion des apports de chaleur par le soleil.

Mais leur rôle est également important l'hiver sur le plan thermique. La nuit, des volets pleins fermés limitent sensiblement les déperditions de chaleur. De plus, les fermetures, volets et persiennes participent à la sécurité vis-à-vis des risques d'intrusion.

❖ Quatre techniques d'isolation d'une paroi vitrée :

Vos menuiseries sont en bon état mais encore équipées de simple vitrage :

#### **Le survitrage :**

Il consiste à poser sur la fenêtre existante une vitre rapportée à l'aide de profilés spécifiques. Il convient alors de renforcer l'étanchéité de la fenêtre à l'aide de joints appropriés. Trois types de systèmes existent : ouvrants, démontables et fixes.

Avantage : c'est une solution peu onéreuse, mais d'une efficacité relative.

Inconvénient : le vitrage rapporté peut alourdir l'ouvrant et provoquer son affaissement puisque ni sa structure ni sa quincaillerie ne sont prévues pour supporter cette surcharge. Pour éviter tout problème, avant de choisir cette technique, il faut faire un diagnostic des menuiseries existantes.

#### **Le double vitrage de rénovation :**

Il consiste à remplacer sur la fenêtre existante le simple vitrage par un double vitrage dit de « rénovation ». Il s'agit de doubles vitrages équipés en atelier de minces profilés permettant de les fixer dans les feuillures

existantes. Le choix des profilés en aluminium ou en PVC se fait en fonction de l'esthétique recherchée et du mode de pose souhaité.

Comme pour la technique précédente, le vitrage de rénovation peut alourdir l'ouvrant et provoquer son affaissement puisque ni sa structure ni sa quincaillerie ne sont prévues pour supporter le doublement du poids du vitrage. Il est important également de renforcer l'étanchéité de la fenêtre.

Vos menuiseries ne sont pas en bon état : le remplacement des fenêtres s'impose.

Il doit être réalisé par des professionnels qualifiés, car il nécessite un véritable savoir-faire afin d'éviter tous dégâts occasionnés par des défauts d'étanchéité.

Deux méthodes éprouvées permettent la mise en œuvre de fenêtres équipées de double vitrage :



### **Changement de fenêtre avec conservation du dormant existant :**

Rapide et sans dommage pour l'environnement immédiat de la baie (enduit, papier peint, baguette de finition, etc.), il nécessite toutefois un bon état sanitaire du dormant de l'ancienne fenêtre.

Il est réalisé en mettant en œuvre par recouvrement sur ce dormant une nouvelle fenêtre complète (dormant + ouvrant), en PVC, en aluminium ou en bois. Avec cette méthode, il est essentiel d'éviter le confinement du dormant existant en s'assurant de sa bonne ventilation. De nombreuses sociétés proposent un catalogue important de fenêtres dites de rénovation.

### **Remplacement total de l'ancienne fenêtre :**

Opération plus lourde que la précédente, elle nécessite souvent des travaux de maçonnerie plus importants qui ne pourront préserver la décoration autour des baies. Cette méthode est généralement retenue quand des contraintes d'ordre architectural existent, telles que le respect des lignes des cadres menuisées et des surfaces vitrées. Le remplacement de la fenêtre complète (ouvrant et dormant) est la solution à retenir dans tous les cas où la fenêtre existante est en mauvais état. Elle apporte une isolation thermique et acoustique supérieure.

Économiquement, c'est la solution la plus performante. Il est recommandé de choisir des fenêtres équipées d'un double Vitrage à Isolation Renforcée (VIR).

## **5. Isolation sans éléments rapportés :**

Cette solution permet d'isoler et de construire avec un seul produit porteur et isolant. Utilisée en construction neuve, elle est aussi intéressante dans le cas d'une réhabilitation lourde : extension ou surélévation.

L'isolation est répartie dans la masse de la paroi. Pour avoir une épaisseur raisonnable, il faut utiliser un matériau alliant d'assez bonnes caractéristiques mécaniques et d'isolation thermique.

Ce compromis peut être difficile à trouver en raison de la nature même des matériaux isolants, ce qui explique pourquoi on sépare le plus souvent les 2 fonctions : résistances mécanique et thermique.

Deux grandes familles sont proposées:

- Les mono murs de terre cuite.
- Les blocs et panneaux hauteur d'étage en béton cellulaire.

Les avantages de cette méthode sont :

- gagner du temps pour la mise en œuvre : structure porteuse et isolation thermique en un seul produit.
- faciliter la mise en œuvre des menuiseries, plomberies et réseau électrique.
- réduire les ponts thermiques.
- améliorer le confort thermique (bon compromis entre l'inertie thermique et l'isolation).

### Matériaux à changement de phase

Enjeu :

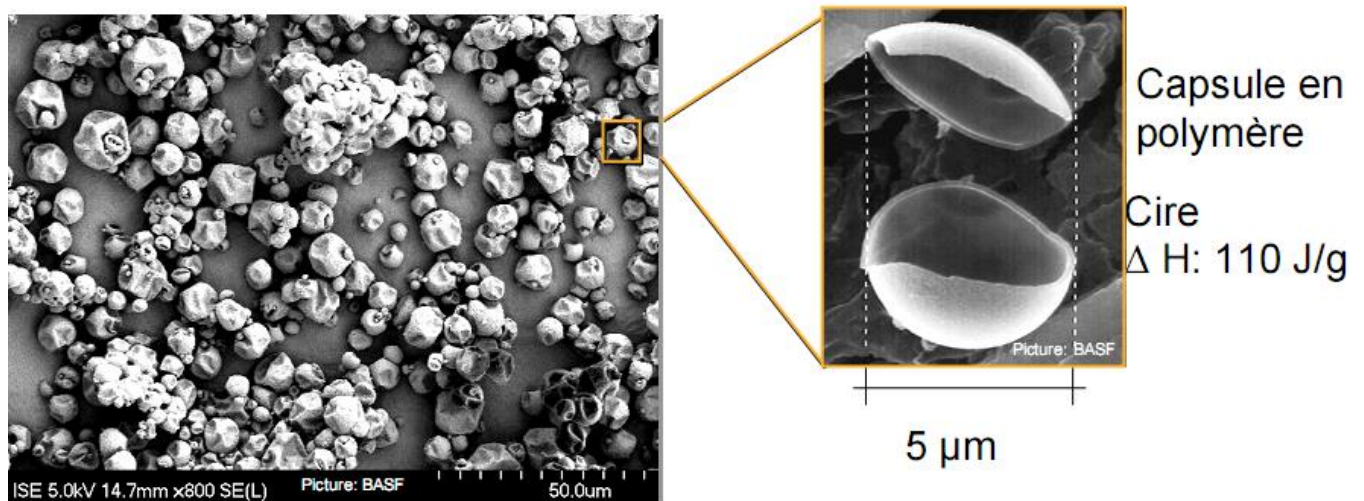
- En hiver, l'isolation thermique réduit les pertes de chaleur.
- En été, le confort thermique doit encore être amélioré.

Solution → Matériaux à changement de phase

Principe du produit à changement de phase :

- Température reste constante pendant le changement de phase
- Importante quantité d'énergie absorbée

Grâce à la microencapsulation les Micronal PCM peuvent être incorporés dans les matériaux de construction



Les Micronal PCM sont indestructibles et non toxiques.

Ils sont disponibles sous forme liquide ou poudre.

## **Conclusion :**

L'isolation thermique est un moyen efficace pour diminuer la facture de chauffage et accroître le confort de la maison. Il existe des produits d'isolation adaptés à chaque situation : pour les murs, les planchers ou les plafonds, pour les fenêtres, pour l'intérieur ou l'extérieur. Des solutions techniques diversifiées permettent de traiter chaque cas avec efficacité. Les travaux d'isolation thermique peuvent donner droit à des aides financières, accessibles aux propriétaires ou aux locataires, qui permettent d'alléger sensiblement les dépenses.