

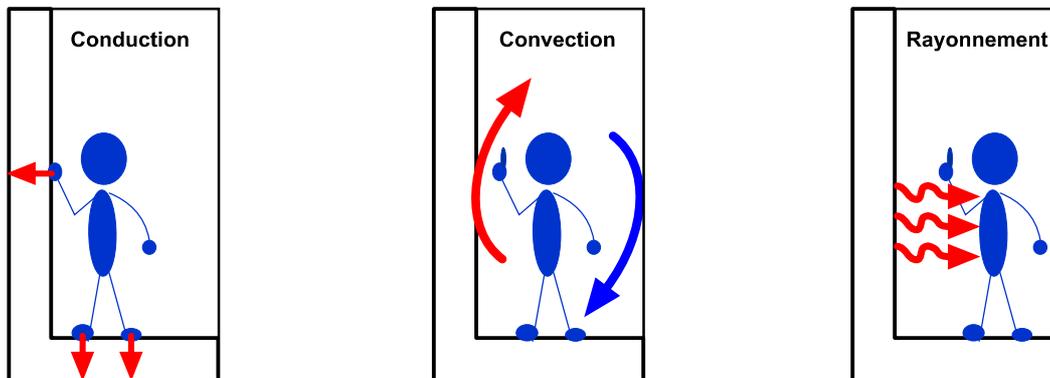
Ressources techniques 1/2

Le confort thermique - Quelques notions

Votre confort thermique se mesure en fonction des échanges qui se produisent entre votre corps et son environnement. Ces échanges se font au niveau de la peau. Ils sont de trois natures :

- La convection, qui s'effectue entre la peau et l'air, La convection, qui s'effectue entre la peau et l'air,
- Le rayonnement, qui s'opère sans contact. Tous les corps émettent de l'énergie sous forme de rayons infrarouges. Cette énergie rayonnante se transfère du corps le plus chaud au corps le plus froid.
- La conduction, qui s'accomplit par contact direct entre la peau et un objet.

Votre corps utilise la sudation pour maintenir sa température. Lorsque les conditions sont optimales, ce mécanisme n'intervient pas et le confort est atteint.



À l'intérieur d'une pièce, votre confort thermique dépend de certaines conditions. Une pièce est agréable si les murs ont une différence de température inférieure à 3 °C avec l'air ambiant. L'écart thermique entre les murs et l'air entraîne des courants d'air froid désagréables. De ce fait, il est important de bien isoler la maison autant pour des raisons d'économie que pour votre bien-être. Par ailleurs, le confort est obtenu lorsqu'il n'y a pas (ou peu) d'écart de température dans l'ensemble du volume de la pièce.

L'isolation

Elle joue un rôle fondamental pour la réduction des consommations énergétiques et également pour créer un espace de vie sain et plus confortable.

En hiver, l'isolation permet de garder la chaleur à l'intérieur et donc de limiter les déperditions thermiques du bâtiment. En été, elle permet également de limiter le flux de chaleur entre l'extérieur et l'intérieur du bâtiment.

La conductivité thermique (•)

La conductivité thermique est le flux de chaleur, traversant un matériau d'un mètre d'épaisseur pour une différence de température de 1 degré entre les deux faces. Elle s'exprime en W/m.K. Cette valeur permet de quantifier le pouvoir isolant de chaque matériau. Plus elle est faible, plus le matériau sera isolant.

La résistance thermique (R)

La résistance thermique est utilisée pour quantifier le pouvoir isolant des matériaux pour une épaisseur donnée. Elle s'exprime en m².K/W. Une paroi est d'autant plus isolante que sa résistance thermique est élevée.

$$R = \frac{e}{\bullet}$$

R = résistance thermique (m².K /W)
 e = épaisseur de l'isolant, du matériau (m)
 • = conductivité thermique (W/m.K)

L'intérêt de l'inertie thermique

Pour assurer une bonne qualité thermique d'un environnement intérieur, sans faire appel à des technologies complexes, on peut intervenir sur 4 paramètres :

- la gestion des apports solaires et des apports gratuits
- la gestion de la ventilation naturelle
- l'isolation thermique de l'enveloppe
- l'inertie thermique du bâtiment

L'inertie thermique est directement liée à la gestion des apports solaires et de la ventilation: elle permet de stocker l'énergie reçue par le bâtiment et de la restituer lentement lorsque cela est nécessaire, ou bien de l'évacuer par une surventilation nocturne. L'inertie permet de réguler les ambiances thermiques à l'intérieur d'un bâtiment, et de ce fait d'améliorer le confort thermique.

Définition de l'inertie thermique :

C'est la capacité d'un corps à stocker et à déstocker de la chaleur. Elle est caractérisée par la **capacité thermique**.

Ce comportement des matériaux est un principe fondamental pour la conception bioclimatique des bâtiments. Elle contribue au confort de l'habitation en atténuant les variations des pointes de températures.

En hiver, une forte inertie permet d'emmagasiner la chaleur de la journée due aux apports solaires puis de la restituer plus tard dans la journée lorsque la température extérieure commence à chuter.

En été, une forte inertie liée à une ventilation nocturne permet d'atténuer les surchauffes durant la journée.

Ressources techniques 2/2

Quelques propriétés thermiques :

La capacité thermique ($\bullet C$)

La capacité thermique d'un matériau représente sa capacité à stocker de la chaleur. Elle s'exprime en $Wh/m^3.K$. Plus la capacité thermique est élevée, plus le matériau pourra stocker une quantité de chaleur importante.

Généralement ce sont les matériaux les plus lourds qui possèdent la plus grande capacité thermique. Au contraire, les isolants ont généralement une capacité thermique assez faible. Il convient alors de trouver le bon compromis entre le pouvoir isolant et l'inertie du matériau.

Les blocs de construction à isolation répartie comme la brique monomur ont une capacité thermique assez élevée tout en conservant des performances d'isolation importantes.

Pour les isolants, les panneaux de bois offrent l'un des meilleurs compromis entre inertie et isolation. A noter, dans les locaux utilisés de manière intermittente, l'inertie n'est pas souhaitable pour des raisons de lenteur de mise en température de confort et de consommations énergétiques importantes.

La diffusivité thermique (Df)

La diffusivité thermique (Df) exprime la capacité d'un matériau à transmettre (rapidement) une variation de température. C'est la vitesse à laquelle la chaleur se propage par conduction dans un corps. Elle s'exprime en $m^2/heure$. Plus la valeur de la diffusivité thermique est faible, plus le front de chaleur mettra du temps à traverser l'épaisseur du matériau, et donc, plus le temps entre le moment où la chaleur parvient sur une face d'un mur et le moment où elle atteindra l'autre face est importante. On parle également de déphasage. (Un déphasage de 10 à 12 h permet d'atténuer les différences de température entre le jour et la nuit).

L'effusivité thermique (E)

L'effusivité thermique E des matériaux, parfois dénommée "chaleur subjective", représente la rapidité avec laquelle la température superficielle d'un matériau se réchauffe. Plus le coefficient E est bas, plus le matériau se réchauffe vite. Les matériaux isolants ont un coefficient E faible et ont une bonne "chaleur subjective", les matériaux dotés d'une inertie forte ont généralement un coefficient E élevé.

Le coefficient de transmission surfacique (U)

Pour caractériser une paroi, on utilise souvent le coefficient de transmission surfacique (U). Ce coefficient correspond à l'inverse de la résistance thermique R . Il s'exprime en $W/m^2.K$. Il représente le flux de chaleur à travers $1m^2$ de paroi pour une différence de température de $1^\circ C$ entre les deux environnements séparés par la paroi. Plus U est faible, plus la paroi est isolante.

Caracteristiques thermiques des differents materiaux

	Masse volumique (kg/m^3)	Conductivité thermique ($W/m.K$)	Capacité thermique ($Wh/m^3.K$)	Diffusivité thermique (m^2/h)* 10^{-3}	Effusivité thermique E ($Wh./m^2.K$)	Energie grise (kWh/m^3)
Bois mi dur	160	0,05	156	0,62	2,8	~ 12,5
Bois mou	40 à 55	0,04	113	0,37	2,2	~ 12,5
Brique type monomur	700 à 750	0,12	202	0,59	4,9	~ 700
Bloc ciment parpaing	850 à 950	0,9	250	3,6	1,5	~ 1800
Isolant polystyrène expansé	7 à 15	0,050	4	11,3	7,7	~ 450
Bois lamellé collé	540	0,14	---	---	---	~ 1145

Séquence 1 - Pour le confort thermique, quel matériau utiliser pour les murs ?

Le confort et l'habitat (rappel):

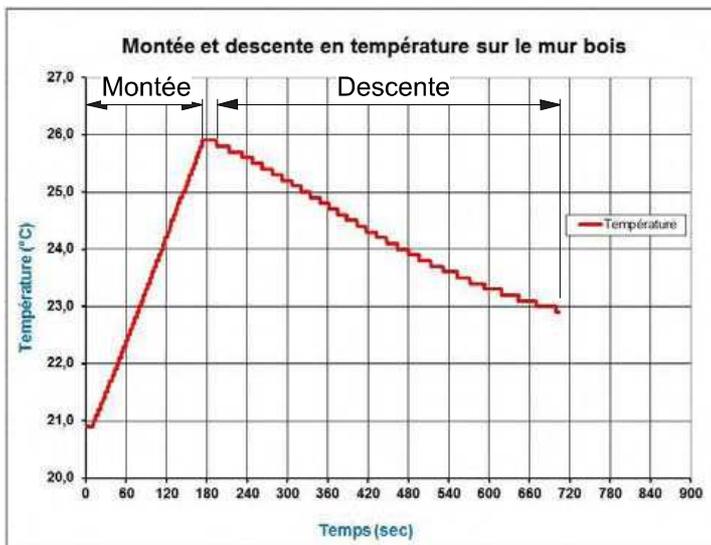
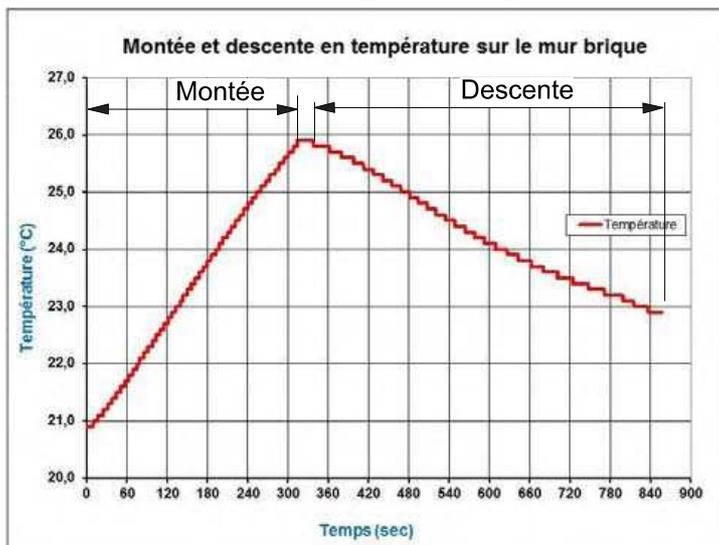
Le confort dans la maison dépend de chaque individu et de son utilisation du logement. Par exemple, une personne qui doit travailler assise aura besoin d'une température dans la pièce plus élevée que la même personne déplaçant des objets en permanence dans la même pièce.

Un certain nombre de critères sont à prendre en compte pour parler du confort :

- les conditions thermiques,
- la qualité de l'air,
- le critère acoustique,
- le critère optique.

Le confort thermique :

Il consiste à avoir ni trop chaud, ni trop froid. Ce confort va dépendre de la température de l'air mais aussi de la température des surfaces environnantes et donc des matériaux de ces surfaces, de ces murs.



Influence des matériaux sur la température de la pièce.

La matière du mur va jouer un rôle sur le confort thermique et sur la consommation énergétique de l'habitat. En effet on constate que la masse volumique du mur non isolé, va jouer un rôle important dans le profil de la courbe de température de la pièce. Plus la masse est importante plus le temps de montée ou de descente de la température dans la pièce sera long.

ATTENTION, la masse volumique n'est ce n'est pas le seul facteur qui influence la **capacité d'accumulation de chaleur** d'un matériau mais il y joue tout de même un rôle important.

En observant le profil des courbes, on voit que le mur va accumuler plus ou moins de chaleur pour ensuite la restituer.

On va parler d'**inertie thermique** du mur.

Pendant la période de chauffe du radiateur, le mur accumule (absorbe) de la chaleur

Pendant la période d'arrêt du radiateur, le mur restitue de la chaleur à la pièce.

Principe physique : la masse volumique du matériau joue un rôle important dans son inertie thermique.

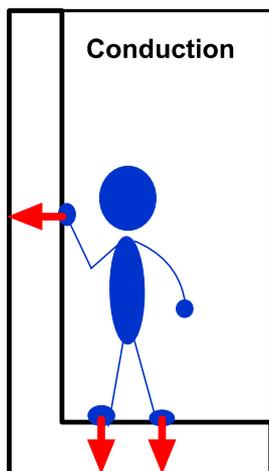
L'inertie thermique de la matière va constituer un facteur non négligeable pour le choix des matériaux de construction. Il n'est pas le seul, il faudra aussi tenir compte d'autres facteurs tels que :

- l'utilisation du logement et le mode de vie de ses occupants,
- la position géographique du logement,
- le facteur environnemental de la matière,
- le coût de revient de la construction.

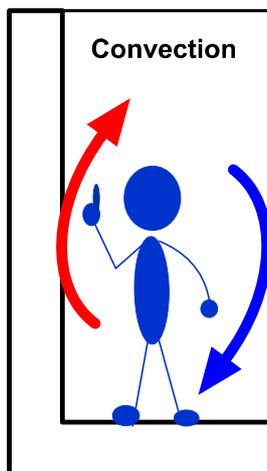
Séquence 2 - Fiche de connaissances

Qu'est-ce qu'un isolant thermique ?

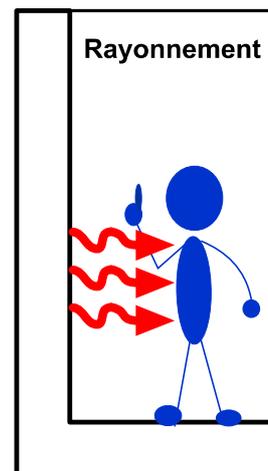
Par définition un isolant thermique est un matériaux **qui conduit mal la chaleur** que se soit par *conduction*, par *convection* ou par *rayonnement*. Le choix de l'isolant influence le confort thermique des occupants.



Le mur et le sol vont absorber la chaleur de la main et des pieds par le phénomène de **conduction** au point de contact. Cela explique la sensation de surface froide.



Le mur chaud par phénomène de **convection** va réchauffer l'air qui circule contre lui et le bonhomme.



Le mur chaud par phénomène de **rayonnement** va apporter une sensation de chaleur au bonhomme.

ATTENTION, la conductivité thermique n'est pas la seule qualité à prendre en compte pour choisir un bon isolant. D'autres facteurs interviennent pour ce choix dans un logement :

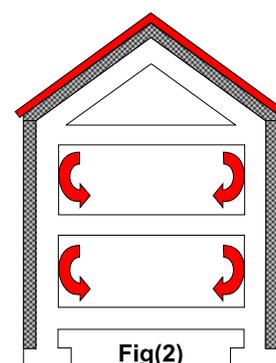
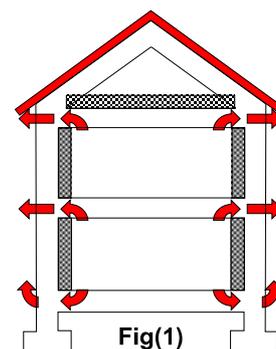
- la résistance au feu.
- la résistance mécanique (tenu de l'isolant sous une charge ou son poids)
- l'étanchéité à l'air
- la résistance à la vapeur d'eau qui est présente dans les murs et dans la maison.
- les qualités acoustiques
- le prix de revient et de pose.

Quelle position pour l'isolant ?

Il existe trois techniques d'isolation dans les bâtiments :

- **par l'intérieur** : technique la plus répandue, une fois la structure porteuse réalisée, un isolant est posé à l'intérieur fig(1).
- **par l'extérieur** : solution encore peu répandue, présente l'avantage d'empêcher les pertes thermiques liées à la conduction thermique dans les matériaux de construction (on parle de "pont thermique") fig(1). Elle présente aussi l'avantage d'améliorer le phénomène de convection grâce à l'inertie thermique des murs fig (2).
- **par isolation répartie** : dans ce cas, c'est le mur lui-même qui fait office d'isolant. Exemple : ossature bois, brique monomur...

Chaque solution présente ses avantages et ses inconvénients, dans tous les cas, l'isolation doit être choisie et dimensionnée en fonction des contraintes climatiques du lieu où se situe le bâtiment.



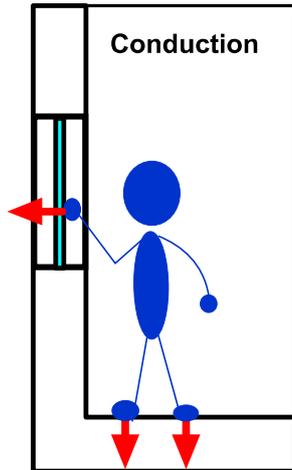
Conclusion :

Chaque logement est particulier et demande une étude thermique adaptée. Il n'y a pas de solution idéale mais une solution où toutes les contraintes sont prises en compte pour obtenir le meilleur compromis.

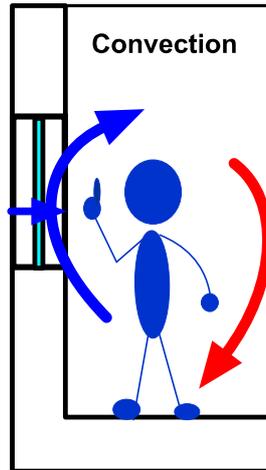
Séquences 3 - Fiche de connaissances

Qu'est-ce qu'un isolant thermique rappel

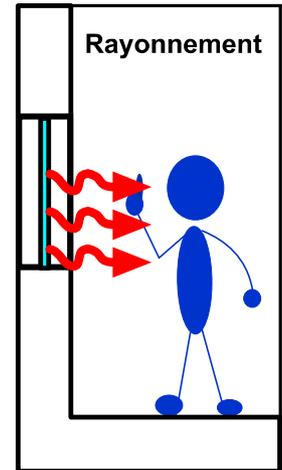
Par définition un isolant thermique est un matériaux **qui conduit mal la chaleur** que se soit par *conduction*, par *convection* ou par *rayonnement*. Le choix de l'isolant influence le confort thermique des occupants.



La fenêtre et le sol vont absorber la chaleur de la main et des pieds par le phénomène de **conduction** au point de contact. Cela explique la sensation de surface froide.



La fenêtre froide par phénomène de **convection** va refroidir l'air qui circule entre elle et le bonhomme.

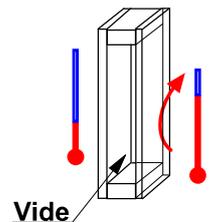


Le soleil à travers fenêtre par phénomène de **rayonnement** va apporter une sensation de chaleur au bonhomme.

Avec une faible épaisseur l'isolant doit avoir une **résistance thermique** suffisante pour répondre au besoin énoncés ci-dessus, à savoir **ne pas conduire la chaleur correctement**.

Pour éliminer la conduction thermique ainsi que la convection thermique dans le double vitrage on utilise le **principe physique** suivant : **le vide ne transmet pas la chaleur**.

Les tests nous ont montré que la différence est minime en terme de température dans la pièce entre le simple et le double vitrage, le plus gros gain sera plutôt apporté en confort thermique car la vitre intérieure reste plus chaude donc l'air par convection sera plus chaud à proximité de la vitre.



Séquences 4 - Fiche de connaissances

Dans une maison bien isolée, il est capital de renouveler l'air...sans laisser la chaleur s'échapper l'hiver.

la qualité de l'air intérieur :

Un air intérieur vicié est plus préjudiciable à la santé que la pollution extérieure ! Renouveler l'air de son habitation est essentiel, à fortiori lorsqu'elle est bien isolée.

Préserver la chaleur, c'est économiser :

Dans une maison non isolée, les pertes de chaleur par l'air renouvelé peuvent atteindre 25 % ! L'aération représente donc aussi un enjeu important pour la facture thermique.

Des solutions pour recycler la chaleur :

Il existe des systèmes de ventilation contrôlée qui récupèrent la chaleur de l'air évacué pour réchauffer l'air "propre extérieur froid" apporté dans l'habitation.

