

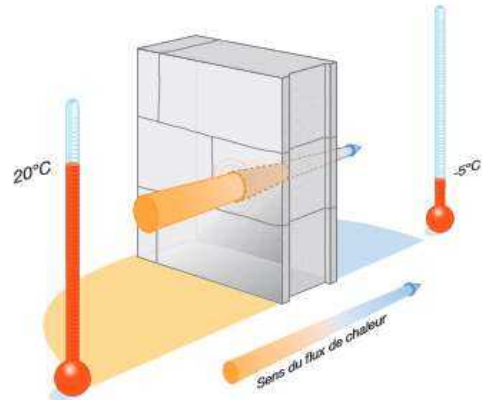
Document ressource : Les transferts thermiques.

Lorsque deux éléments sont à des températures différentes, un échange de chaleur s'établit jusqu'à ce que les températures des deux éléments soient identiques. La chaleur va toujours du corps chaud vers le corps froid. Il est impossible d'empêcher ce phénomène d'échange, le but de l'isolation est donc de le freiner fortement. Dans le domaine du bâtiment, les échanges de chaleur se font principalement selon 3 modes de transmission : la conduction (majoritaire), la convection et le rayonnement.

La conduction :

C'est la transmission d'énergie de proche en proche dans la partie solide d'un matériau.

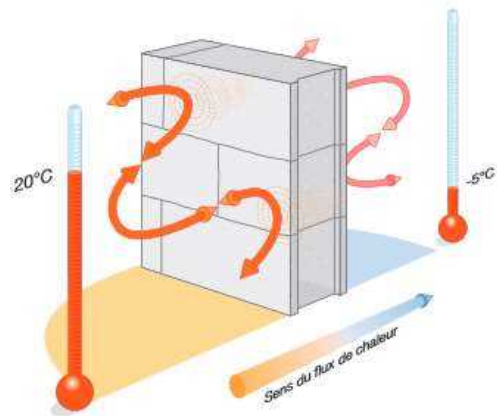
La chaleur se propage avec plus ou moins de facilité suivant la nature, les caractéristiques (résistances thermiques...) et la géométrie du matériau.



La convection :

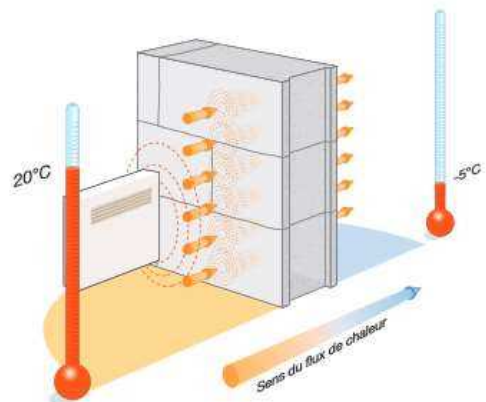
Ce mécanisme de transfert de chaleur est propre aux fluides (gaz ou liquide).

Au contact d'un élément chaud le fluide, de l'air par exemple, se met en mouvement et se déplace vers l'élément froid au contact duquel il perd sa chaleur créant ainsi un mouvement vertical qui accélère les échanges thermiques entre les 2 éléments.



Le rayonnement :

C'est le transfert de chaleur d'un élément à un autre par onde électromagnétique sans contact direct. Ce type de transfert ne nécessite pas de support matériel il peut se produire même dans le vide.



Le flux thermique:

Le flux de chaleur ϕ (phi) est la quantité d'énergie ou de chaleur passant au travers de 1m^2 de paroi pendant une seconde lorsqu'il existe un écart de température entre ses 2 faces. Il s'exprime en W/m^2

$$\phi = \lambda \times \Delta T / e$$

avec λ la conductivité thermique ; ΔT l'écart de température et e l'épaisseur de la paroi.

La quantité de chaleur s'échappant d'une paroi simple diminue :

- lorsque la conductivité thermique décroît,
- lorsque l'écart de température entre les 2 faces de la paroi diminue
- et lorsque l'épaisseur de la paroi augmente.

Dans le domaine du bâtiment, les leviers pour limiter la fuite de chaleur sont la diminution de la valeur de la conductivité thermique et l'optimisation de l'épaisseur des parois.

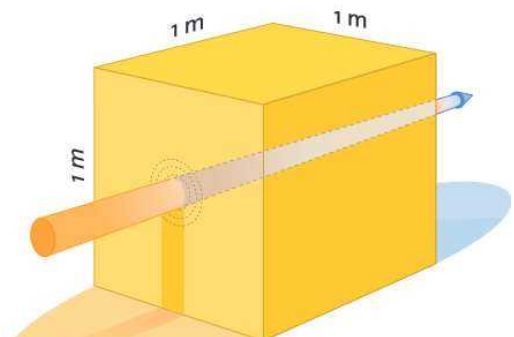
La conductivité thermique:

La conductivité thermique est la quantité d'énergie traversant 1m^2 de matériau d'un mètre d'épaisseur et, pour une différence de 1 degré de température.

Elle s'exprime comme : λ en $\text{W}/(\text{m.K})$

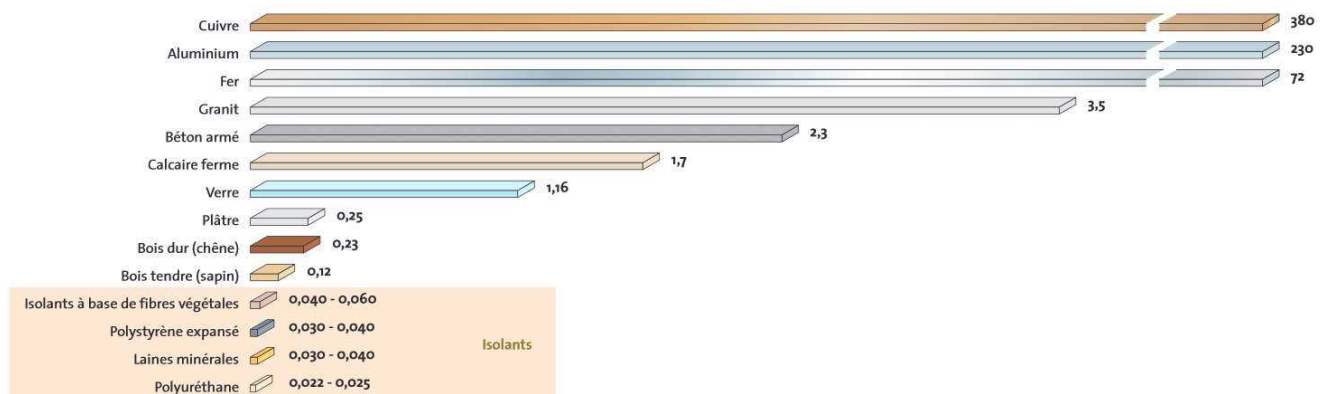
Elle représente l'aptitude du matériau à se laisser traverser par la chaleur.

C'est une caractéristique constante intrinsèque aux matériaux homogènes.



attention : dans une même famille d'isolants on peut trouver des produits avec des performances variables (exemples : pour les laines minérales ou le polystyrène expansé la conductivité thermique λ varie de 0,04 à 0,03 $\text{W}/(\text{m.K})$)

Conductivité thermique de quelques matériaux:



La résistance thermique d'un matériau

Définition:

La résistance thermique d'un matériau caractérise sa capacité à ralentir le transfert de chaleur réalisé par conduction. Elle s'exprime en $\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$

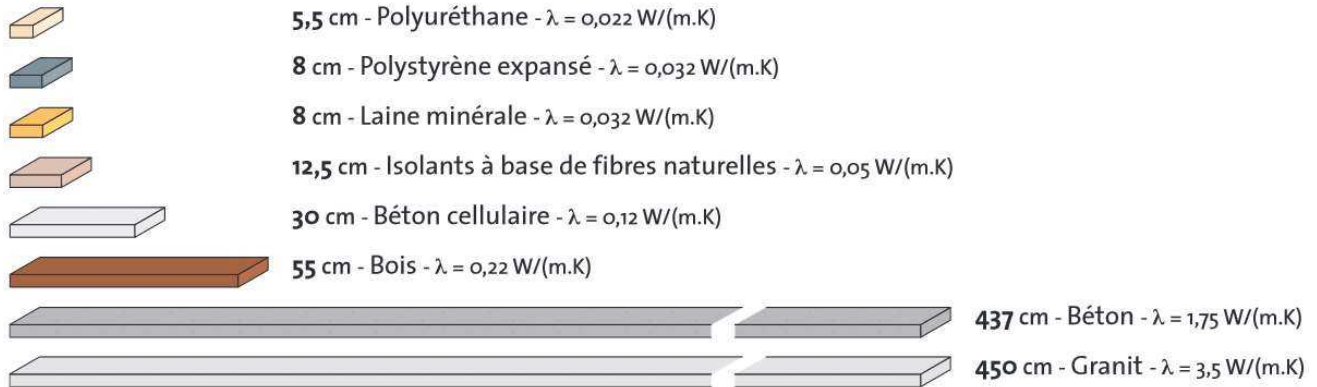
Elle est calculée avec la formule suivante : $R = e/\lambda$ avec

R : résistance thermique en $\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$

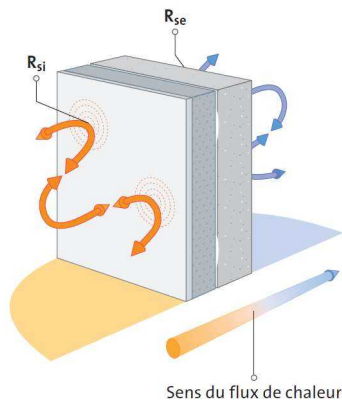
e : épaisseur du matériau en mètre

λ : conductivité thermique du matériau en $\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$

Epaisseur équivalente pour obtenir avec différent matériaux une résistance thermique de $R = 2,5 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$:



La résistance superficielle d'une paroi : R_{se} et R_{si}



Définition :

La résistance superficielle d'une paroi caractérise la part des échanges thermiques qui se réalise à la surface des parois par **convection** et **rayonnement**. Elle dépend du sens du flux de chaleur et de l'orientation de la paroi; R_{si} pour les échanges sur la surface de paroi interne et R_{se} pour les échanges sur la surface de paroi externe. Elle s'exprime en $\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$.

Exemples de résistances superficielles:

Parois opaques	R_{si}	R_{se}	ΣR_s
Paroi verticale	0,13	0,04	0,17
Paroi horizontale (flux ascendant)	0,10	0,04	0,14
Paroi horizontale (flux descendant)	0,17	0,04	0,21

Parois vitrées	R_{si}	R_{se}	ΣR_s
Paroi verticale (flux horizontal)	0,13	0,04	0,17
Paroi horizontale (flux ascendant)	0,10	0,04	0,14

Résistance thermique d'une paroi:

La résistance thermique totale d'une paroi homogène caractérise la somme des transferts de chaleur réalisés par conduction au sein des matériaux et des échanges thermiques superficiels réalisés par convection et rayonnement.

Elle se calcule en additionnant les résistances thermiques des différents constituants de la paroi et les résistances superficielles correspondantes et s'exprime en $\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$.

$$R_{\text{paroi}} = \sum R + R_{\text{si}} + R_{\text{se}}$$

Plus la résistance thermique de la paroi est élevée plus la paroi est isolante.

