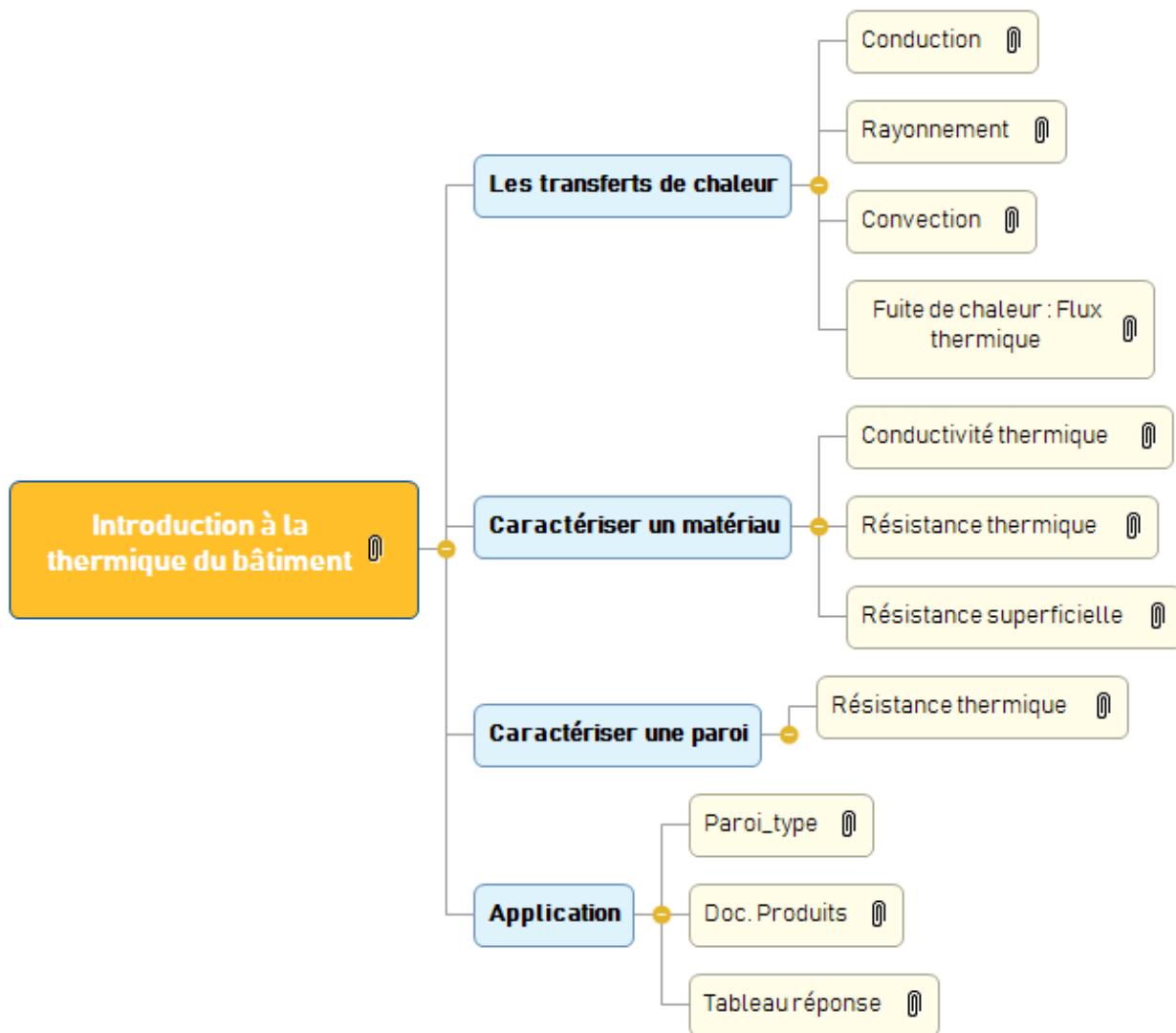


INTRODUCTION A LA THERMIQUE DU BATIMENT



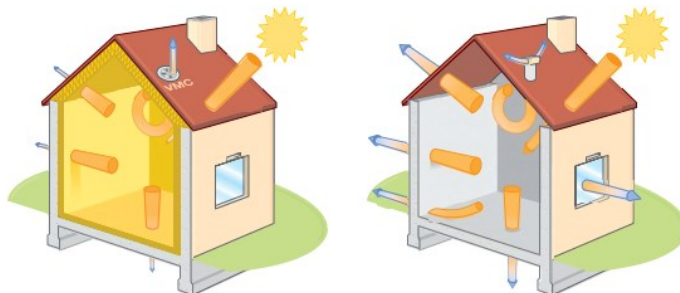
I. Les transferts de chaleur.....	4
A. Conduction.....	4
B. Rayonnement	4
C. Convection.....	5
D. Fuite de chaleur : Flux thermique.....	5
II. Caractériser un matériau.....	6
A. Conductivité thermique	6
B. Résistance thermique	7
C. Résistance superficielle	8
III. Caractériser une paroi.....	9
A. Résistance thermique	9

L'efficacité énergétique des bâtiments, les bâtiments à énergie positive, le confort d'été, autant de sujets d'actualité qui nécessitent pour mener à bien leurs réalisations de connaître les principes de base de la thermique du bâtiment.

Comprendre les valeurs thermiques qui caractérisent les matériaux et les systèmes est aujourd'hui indispensable pour choisir judicieusement ses produits à la fois d'un point de vue technique qu'économique.

Cet **ESSENTIEL DE L'HABITAT** vous accompagne au quotidien en vous apportant les définitions illustrées des principales caractéristiques thermiques utilisées pour les produits et systèmes de construction des parois opaques ou vitrées.

Vous retrouverez, dans les **ESSENTIELS DE L'HABITAT** dédiés aux réglementations thermiques par type de bâtiments les niveaux d'exigences thermiques demandés par type d'ouvrages.



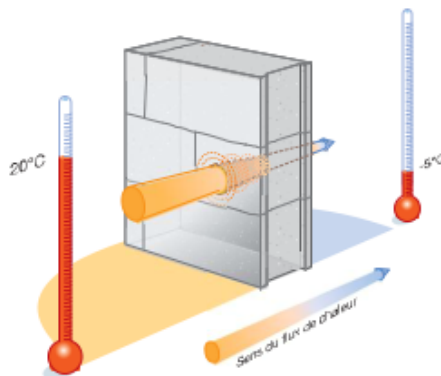
I. Les transferts de chaleur

A. Conduction

• 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.

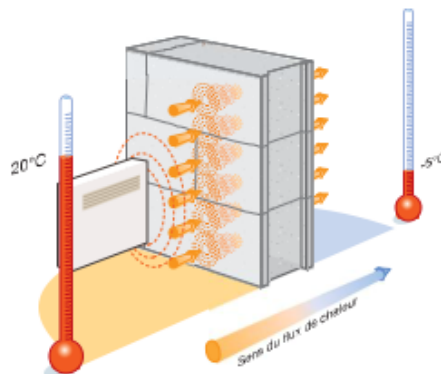


Plus le matériau est isolant moins il y a de conduction.

B. Rayonnement

• 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.



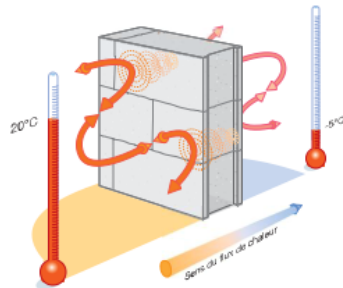
Plus l'émissivité du matériau est faible moins il y aura de transfert par rayonnement.

C. Convection

• La convection :

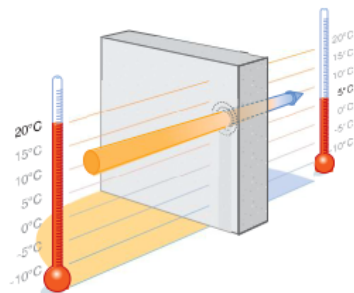
Ce mécanisme de transfert de chaleur est propre aux fluides (gaz ou liquide).

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



Plus l'air est immobile moins il y a de convection.

D. Fuite de chaleur : Flux thermique



Définition :

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

$$\varphi = \lambda \times \frac{\Delta T}{e}$$

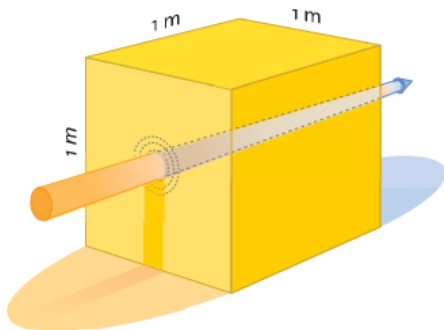
Avec λ la conductivité thermique ; ΔT l'écart de température et e l'épaisseur de la paroi.

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.

II. Caractériser un matériau

A. Conductivité thermique



Définition :

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 en $\text{W}/(\text{m.K})^1$.

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 $\text{W}/(\text{m.K})$).

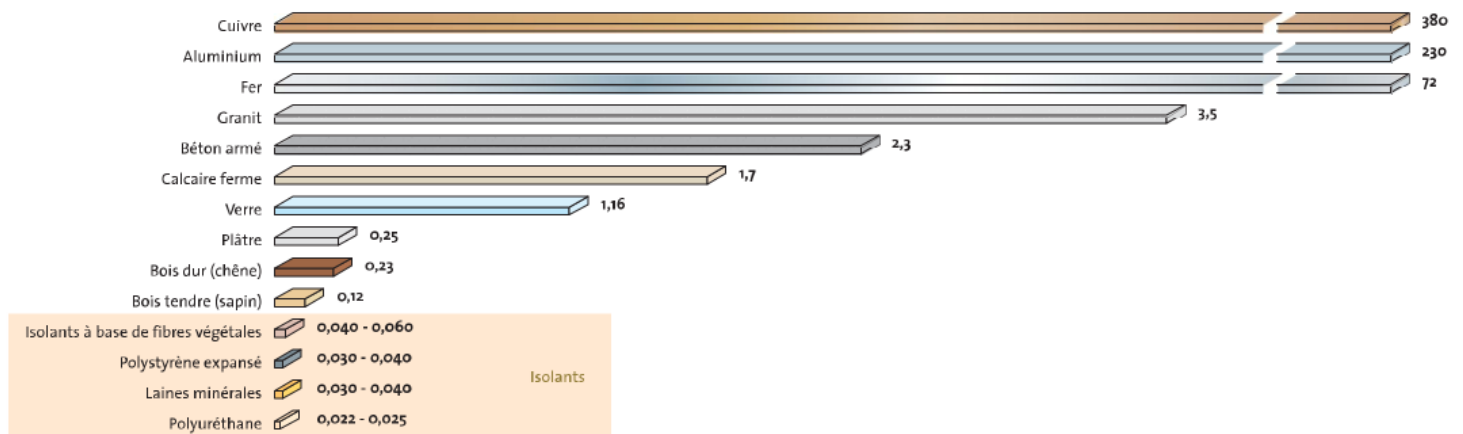
Plus la conductivité est faible plus un matériau est isolant.

Dans la pratique

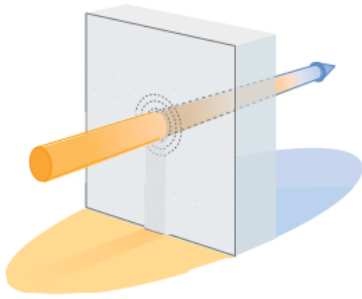
La conductivité thermique est mesurée en laboratoire. Dans le cadre du marquage CE, les fabricants d'isolants thermiques sont tenus d'indiquer sa valeur sur leurs produits. De plus, pour garantir la fiabilité de l'information fournie au consommateur, la caractéristique peut faire l'objet d'une certification volontaire.

On peut trouver des valeurs par défaut pour les principaux matériaux dans les règles Th en vigueur. Dans le cadre de la réglementation thermique, les valeurs utilisées pour les calculs thermiques sont déterminées comme il suit : si la valeur de conductivité thermique est certifiée la valeur est utilisée telle quelle, si la valeur est déclarée, la valeur utilisée est minorée selon $\lambda_{\text{utilisée}} = 1,15 \times \lambda_{\text{déclarée}}$ et en l'absence de valeur on utilise les valeurs par défaut des règles Th en vigueur.

Illustration de la différence de conductivité thermique de quelques matériaux usuels



B. Résistance thermique



Définition :

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

Elle est calculée avec la formule suivante : $R = \frac{e}{\lambda}$

Avec

R : résistance thermique en $m^2.K/W$ e : épaisseur du matériau en mètre λ : conductivité thermique du matériau en $W/(m.K)$

1 Avec W : Watt ; m : mètre et K : Kelvin









Plus la résistance thermique est élevée plus le matériau est isolant.

Dans la pratique

La résistance thermique des isolants thermiques, doit dans le cadre du marquage CE, être indiquée sur les produits par le fabricant. Pour garantir la fiabilité de l'information fournie au consommateur, la caractéristique peut faire l'objet d'une certification volontaire. Il est aussi possible d'estimer la résistance thermique par le calcul.

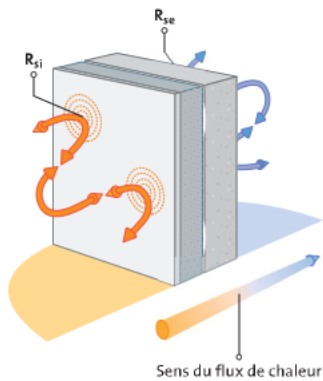
Dans le cadre de la réglementation thermique, les valeurs utilisées pour les calculs thermiques sont déterminées comme il suit : si la valeur de résistance thermique est certifiée la valeur est utilisée telle quelle, si la valeur est déclarée, la valeur utilisée est minorée selon $R_{utilisée} = 1,15 / R_{déclarée}$ et en l'absence de valeur on utilise les valeurs par défaut des règles Th en vigueur.

Epaisseur équivalente pour obtenir avec différent matériaux une résistance thermique de $R = 2,5 m^2.K/W$

	5,5 cm - Polyuréthane - $\lambda = 0,022 W/(m.K)$
	8 cm - Polystyrène expansé - $\lambda = 0,032 W/(m.K)$
	8 cm - Laine minérale - $\lambda = 0,032 W/(m.K)$
	12,5 cm - Isolants à base de fibres naturelles - $\lambda = 0,05 W/(m.K)$
	30 cm - Béton cellulaire - $\lambda = 0,12 W/(m.K)$
	55 cm - Bois - $\lambda = 0,22 W/(m.K)$
	437 cm - Béton - $\lambda = 1,75 W/(m.K)$
	450 cm - Granit - $\lambda = 3,5 W/(m.K)$

C. Résistance superficielle

► 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 $m^2.K/W$.

Dans la pratique

Pour des parois planes, les valeurs de résistances thermiques superficielles sont données dans les règles Th¹ de la réglementation thermique en vigueur.

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

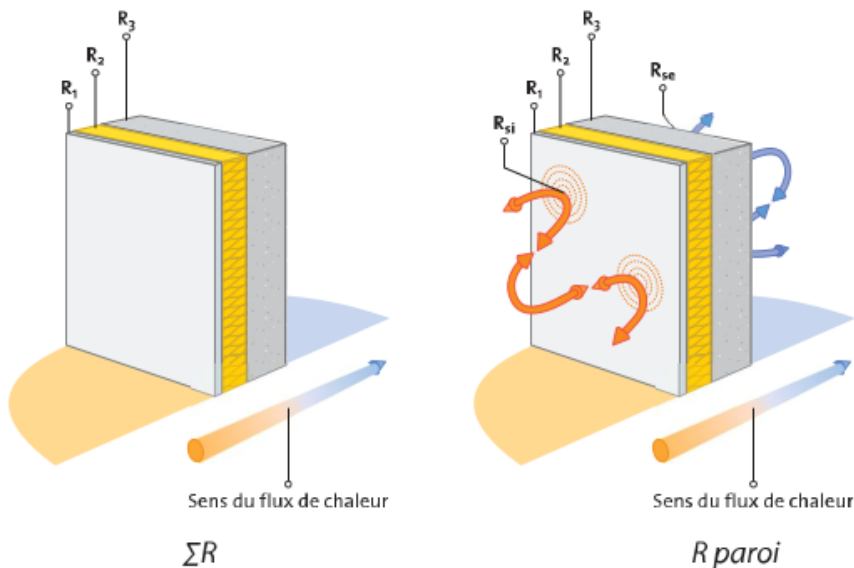
Parois vitrées	R_{si}	R_{se}	ΣR_s
Paroi verticale (flux horizontal)	0,13	0,04	0,17
Paroi horizontale (flux ascendant)	0,10	0,04	0,14

Valeurs de résistances superficielles des parois opaques en $m^2.K/W$ selon les règles Th-U - Fascicule 4 : Parois opaques et Fascicule 3 : Parois vitrées

1. Règles Th-Bât, règles de détermination de paramètres d'entrée du bâti à utiliser pour le calcul réglementaire.

III. Caractériser une paroi

A. Résistance thermique



Définition :

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 $m^2.K/W$.

$$R_{paroi} = \Sigma R + R_{si} + R_{se}$$

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

Dans la pratique

Le calcul de cette valeur est un préalable au calcul du coefficient de transmission thermique d'une paroi. Elle est calculée au cas par cas en fonction de la configuration considérée. Il est à noter que seules les résistances thermiques s'ajoutent, les conductivités thermiques ne s'ajoutent pas.