

1. L'isolation une maison

Vidéo « bien isoler sa maison », durée : 5minutes.

- 1) Depuis 2011, qu'impose la réglementation lors de la vente d'une maison ?
- 2) Quel est le pourcentage de déperdition thermique sur :
 - Le toit :
 - Les murs :
 - Le sol :
- 3) Pourquoi ne faut-il pas sur-isoler une maison ?
- 4) Comment agit un isolant ?
- 5) De quels paramètres dépend la résistance thermique R ?
- 6) Quelle est la valeur optimale de R ?
- 7) Pourquoi les économies d'énergie ne sont-elles pas proportionnelles à l'augmentation de la résistance thermique R ?
- 8) Quelles recommandations doit-on suivre pour bien isoler une maison ?
 -
 -
 -
 -

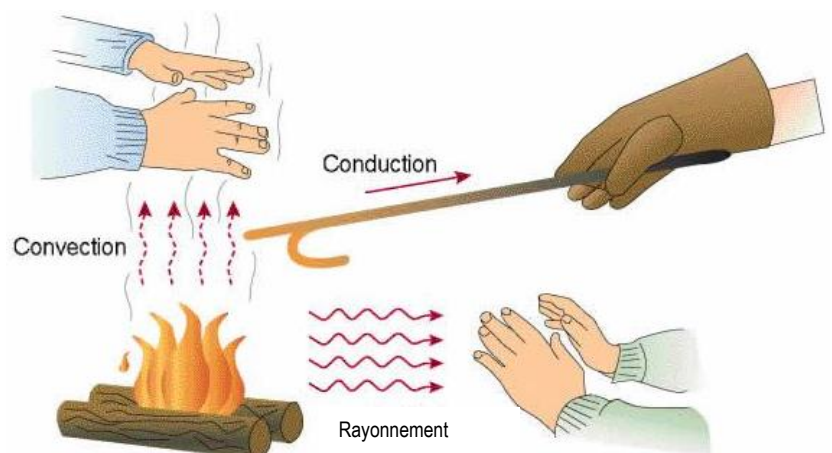


2. La chaleur

La chaleur désigne l'énergie apportée à un corps qui a pour conséquence une augmentation de sa température. La chaleur va toujours de la température la plus chaude vers la température la plus froide.

La chaleur peut se propager :

- par conduction
- par convection
- par rayonnement.



- la **conduction** est le transfert d'énergie entre objets en contact physique ;
- la **convection** est le transfert d'énergie entre un objet et son environnement, dû à un mouvement fluide ;
- le **rayonnement** est le transfert d'énergie par l'émission de rayonnement électromagnétique.

3. La température

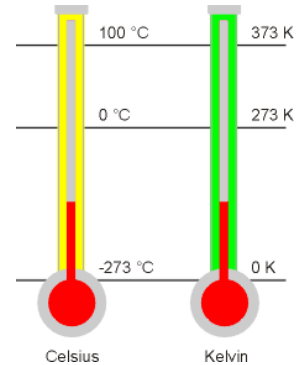
La température d'un système est une fonction croissante du degré d'agitation thermique des particules, c'est-à-dire de son énergie thermique.

L'unité légale de température dans le système international est le **Kelvin** de symbole K (noter l'absence du symbole ° car ce n'est pas une échelle de mesure). On exprime souvent la température en degrés Celsius (°C).

$$\text{°C} = \text{K} - 273$$

Celsius
Kelvin

Ces deux échelles n'ont pas la même origine : $0\text{K} = -273,15\text{°C}$, mais l'intervalle entre deux degrés est le même :



4. Conductivité thermique (λ , en $\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$)

Symbole : λ

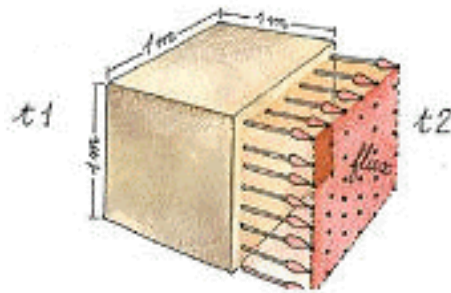
Unité : $\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$

La conductivité thermique indique la quantité de chaleur qui se propage au travers un matériau d'un mètre d'épaisseur pour une différence de température de 1 degré entre les deux faces.

Plus la conductivité thermique est élevée, plus la chaleur traversera facilement le matériau.

Quelques exemples de valeurs de conductivité

Conducteurs	λ $\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$
Cuivre	380,000
Acier	52,000
Granit	3,500
Béton courant	1,750
Plâtre enduit	0,460
Pierre, marbre	0,290
Bois dur	0,230
Bois tendre	0,220
Béton cellulaire	0,120
Liège comprimé	0,100
Verre	1,000
Isolants	λ $\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$
Laines minérales	0,030 à 0,040
Air sec immobile	0,025



Plus λ est petit, plus le matériau est _____

L'air est un très bon isolant mais à condition d'être immobilisé. L'air en mouvement évacue la chaleur.

5. Résistance thermique (R , en $\text{m}^2\cdot\text{K}\cdot\text{W}^{-1}$)

Symbole : R

Unité : $\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$

La résistance thermique R représente la capacité d'un matériau isolant à s'opposer au flux de chaleur en prenant en compte son épaisseur, elle est exprimée en mètre carré Kelvin par Watt ($\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$) ;



Pour augmenter la résistance thermique, il faut choisir un matériau isolant ayant une faible conductivité thermique et/ou augmenter l'épaisseur de la paroi isolante.

Résistances thermiques superficielles (Rsi et Rse).

Pour prendre en compte les échanges thermiques, par convection et par rayonnement, qui existent à la surface des parois, on les modélise comme des résistances thermiques.

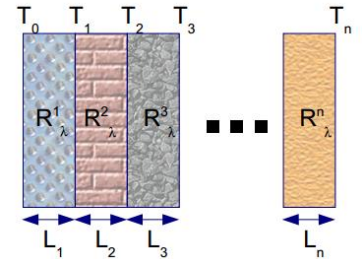
Rsi : échanges sur la surface de paroi interne

Rse : échanges sur la surface de paroi externe

Association en série.

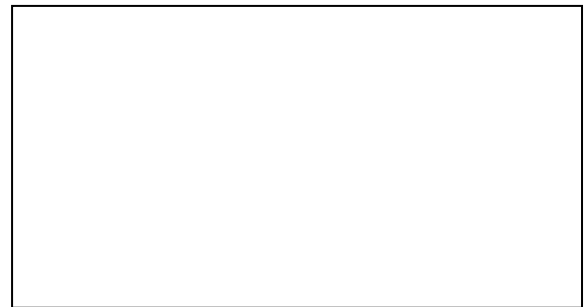
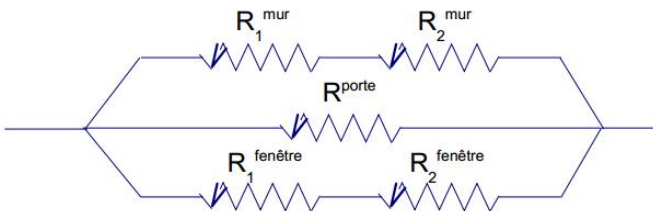
Soit un mur composé de n couches de matériaux différents :

La résistance thermique totale du mur est égale à la somme des résistances thermiques de chaque matériau.

Association en parallèle.

Mur composite (brique + plâtre) avec une porte simple et une fenêtre à double vitrage.

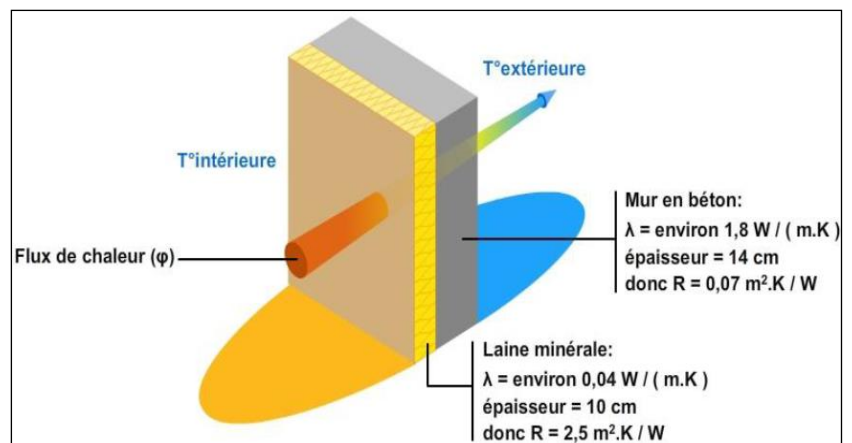
Mur // porte // fenêtre

Exercice :

a) Calculer la résistance thermique de la paroi ci-contre :

La résistance totale d'une paroi est la somme des résistances des éléments qui la constituent.

b) Pour une même résistance thermique ($R=3$), calculer l'épaisseur d'une paroi en béton puis d'une paroi en laine minérale.

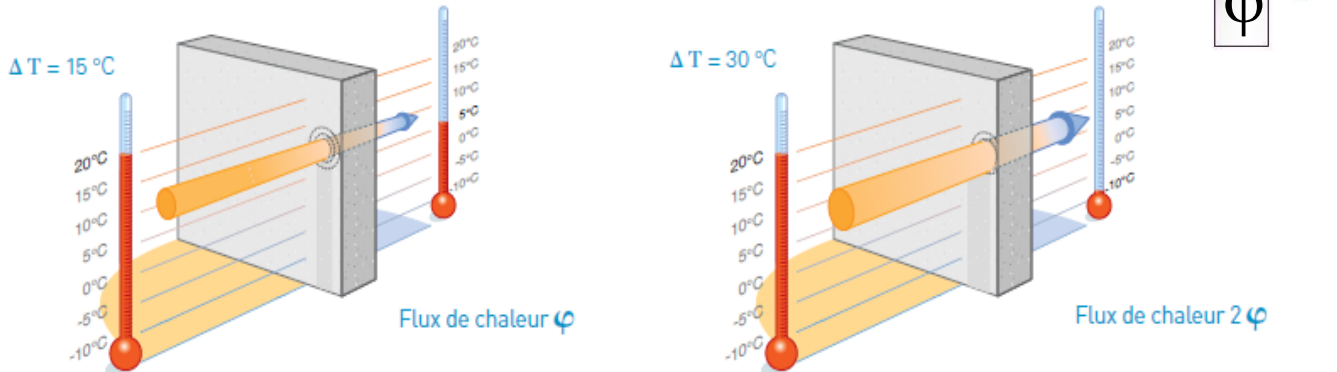


6. Flux de chaleur (ϕ , en $W.m^{-2}$)

Symbole : ϕ

Unité : W/m^2

Quand la température extérieure est de $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ et la température intérieure de $20\text{ }^{\circ}\text{C}$, la différence entre ces deux niveaux de température crée un phénomène physique de transfert d'énergie qui provoque la fuite de la chaleur. Cette fuite d'énergie ou de chaleur est appelée flux de chaleur et est symbolisé par ϕ (phi).



Si, pour un écart de température de $15\text{ }^{\circ}\text{C}$, le flux de chaleur est égal à ϕ , pour un écart de température de $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ (double), le flux de chaleur sera alors égal à 2ϕ .

Le flux de chaleur qui passe à travers une paroi dépend de plusieurs paramètres :

- **La différence de température ΔT** entre l'extérieur et l'intérieur : plus la différence de température est importante et plus il y a de déperditions.
- **L'épaisseur e** de la paroi : plus l'épaisseur est importante plus la paroi est isolante.
- **La conductivité λ** du matériau : plus la conductivité est faible et plus la paroi est isolante.

- Pour calculer les déperditions (en Watt), on utilise la formule suivante :

L'énergie est une quantité qui s'exprime, le plus fréquemment, en **Joule**. L'énergie est une quantité indépendante du temps.

La puissance, quant à elle, est la capacité à mobiliser une quantité d'énergie en un temps donné. La puissance se mesure en **Watt** qui est équivalent à **1 Joule par seconde** ($1\text{ Watt} = 1\text{ Joule} / 1\text{ seconde}$).

7. Coefficient de transmission surfacique (U , en $W/(m^2.K)$)

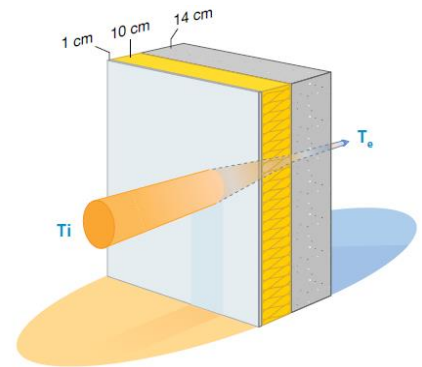
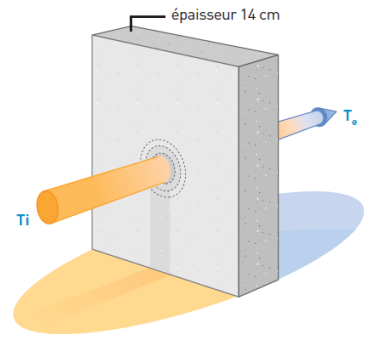
Symbole : U

Unité : $W/(m^2.K)$

Le coefficient de transmission surfacique est utilisé pour caractériser une paroi avec tous ses composants. Aussi appelé « coefficient de déperditions », il représente le flux de chaleur passant à travers 1 m^2 de paroi pour une différence de température de $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ entre les deux environnements séparés par la paroi. Il correspond à l'inverse de la résistance thermique totale de la paroi.

Exercice :

- 1) Calculer le coefficient de transmission surfacique pour un mur en béton de 14 cm d'épaisseur non isolé. $\lambda_{\text{béton}}=1,8\text{W}/(\text{m.K})$:
- 2) Calculer les déperditions de ce mur pour 100 m² de paroi et pour 15 °C d'écart de température entre l'intérieur (20 °C) et l'extérieur (5 °C)
- 3) Calculer le coefficient de transmission surfacique de la surface ci-contre composée d'un mur en béton de 14cm, d'un isolant en laine de verre de 10cm et d'un parement en plâtre d'épaisseur 1cm.
 $\lambda_{\text{laine}} = 0,04 \text{ W}/(\text{m.K})$, $\lambda_{\text{plâtre}} = 0,46 \text{ W}/(\text{m.K})$, $\lambda_{\text{béton}}=1,8\text{W}/(\text{m.K})$.
 Chaque paroi génère des résistances superficielles en fonction de sa nature et du sens du flux de chaleur. Sur la base de normes européennes on prend comme valeur pour la Résistance d'échanges superficiels : 0,17m².K/W.
- 4) Calculer les déperditions de ce mur pour 100 m² de paroi et pour 15 °C d'écart de température entre l'intérieur (20 °C) et l'extérieur (5 °C)



8. Chaleur massique ou chaleur spécifique ou capacité calorifique C, en J.kg⁻¹.K⁻¹

La chaleur massique représente la capacité d'un matériau à emmagasiner de la chaleur et à la restituer. Elle est déterminée par la quantité d'énergie à apporter par échange thermique pour élever d'un degré la température d'un matériau.

L'unité s'exprime en J / (kg. K) (Joule par kilogramme-Kelvin).

	Stockage de l'énergie		Transfert de l'énergie	
	Masse volumique kg/m ³	Chaleur massique J/(kg.K)	Nombre de Joules nécessaires pour augmenter 1m ³ de 1 degré	Conductivité W/(m.K)
Air	1.2	1005	1206	0.0262
Laine de verre	50	1030	51500	0.03
Bois	600	420	252000	0.15
PVC	1380	1004	1385520	0.17
Béton	2400	880	2112000	2
Verre	2530	720	1821600	1

9. Quantité de chaleur Q, en Joules (J)

Dans la notion de **chaleur massique**, il y a la notion de **stockage d'énergie**.

Il faut un certain temps d'ensoleillement pour chauffer une pierre, et une pierre reste encore chaude la nuit après un fort ensoleillement.

$$Q = m \times C \times (T^{\circ}_{\text{finale}} - T^{\circ}_{\text{initiale}}) = \text{Quantité de chaleur en joule}$$

Température en Kelvin

Masse en kg

Chaleur massique en J/kg.K

L'inertie thermique est la prédisposition d'un matériau à garder longtemps sa température initiale lorsqu'intervient une perturbation de cet équilibre thermique. Si la perturbation l'amène vers une nouvelle température d'équilibre, cette inertie thermique représente la "lenteur" avec laquelle ce nouveau point d'équilibre est atteint.