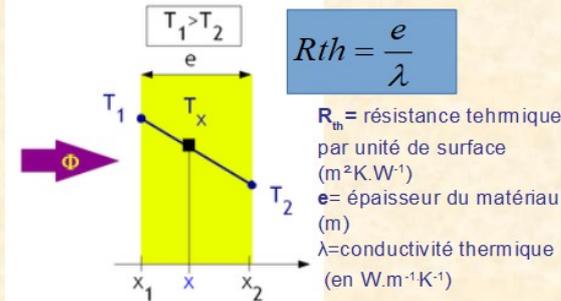


A savoir

Le flux thermique se comporte dans un circuit thermique comme le courant électrique dans un circuit électrique. Un matériau conducteur de la chaleur sera caractérisé par sa **Résistance Thermique R_{th}**



Loi de la conduction Thermique

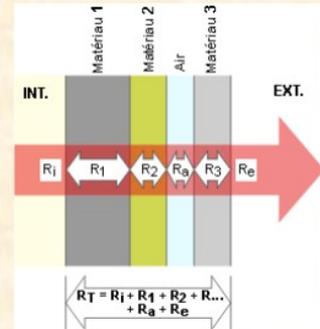
$$\Delta T = \frac{R_{th} \times \Phi}{S}$$

R_{th} = résistance thermique par unité de surface
 Φ = Flux thermique (W)
 S = Surface (m^2)

Plus la conductivité est forte et mieux le matériau conduit la chaleur.
 Plus la conductivité thermique est faible, plus le matériau est isolant.

Quelques exemples de valeurs de conductivité

Conducteurs		Isolants	
	λ W/(m.K)		λ W/(m.K)
Cuivre	380,000	Laines minérales	0,030 à 0,040
Acier	52,000	Air sec immobile	0,025
Granit	3,500		
Béton courant	1,750		
Plâtre enduit	0,460		
Liège comprimé	0,100		
Verre	1,000		



Exercice 1

Soit un vitrage simple d'épaisseur 5 mm, de coefficient de conductibilité $\lambda = 1,15$ W/(m.K)
 La température de surface du vitrage intérieure est 22°C, la température de surface du vitrage extérieure 10°C.

1. Calculer la résistance thermique du vitrage.

$$R_{th} = \frac{e}{\lambda} = \frac{5 \cdot 10^{-3}}{1,15} = 4,35 \cdot 10^{-3} m^2 \cdot K / W$$

2. Déterminer le flux thermique dissipé à travers ce vitrage pour une surface de 10 m².

$$\text{Loi de Fourier : } \Phi = \frac{S \cdot (T_1 - T_2)}{R_{th}} = \frac{10 \times (22 - 11)}{4,35 \cdot 10^{-3}} = 25,3 \text{ kW}$$

Exercice 2

La déperdition thermique d'un mur en béton de 30 m² de surface est 690 W.

Sachant que le mur a une épaisseur de 10 cm, et que la température de sa face intérieure est 25°C, calculer la température de la face extérieure.

On donne : λ béton = 1,75 W/(m.K)

$$\text{Loi de Fourier : } \Phi = \frac{S \cdot (T_1 - T_2)}{R_{th}} \Leftrightarrow T_2 = T_1 - \frac{\Phi \cdot R_{th}}{S} = T_1 - \frac{\Phi \cdot e}{S \cdot \lambda} = 25 - \frac{690 \times 10 \cdot 10^{-2}}{30 \times 1,75} = 23,7^\circ \text{C}$$

Exercice 3

Soit un four constitué de trois épaisseurs différentes.

Mur 1 : brique réfractaire en silice $e_1 = 5$ cm, $\lambda_1 = 0,8$ W/(m.K)

Mur 2 : brique réfractaire en argile $e_2 = 5$ cm, $\lambda_2 = 0,16$ W/(m.K)

Mur 3 : brique rouge $e_3 = 5$ cm, $\lambda_3 = 0,4$ W/(m.K)

Température surface intérieure $\theta_1 = 800^\circ \text{C}$

Température de surface extérieure $\theta_2 = 20^\circ \text{C}$

1. La surface qui est le meilleur isolant thermique est la brique réfractaire. C'est elle qui a la conductivité thermique la plus faible. Elle conduit moins bien la chaleur que les autres matériaux.

2. Calculer la résistance thermique du four.

$$R_{thS} = R_1 + R_2 + R_3 = \frac{e_1}{\lambda_1} + \frac{e_2}{\lambda_2} + \frac{e_3}{\lambda_3} = 5 \cdot 10^{-2} \times \left(\frac{1}{0,8} + \frac{1}{0,16} + \frac{1}{0,4} \right) = 0,5 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$$

C'est la résistance thermique surfacique pour 1m²

3. Pour 5m² on a $R_{th} = R_{thS}/S = 0,1 \text{ K/W}$

4. Calculer le flux thermique

$$\text{Loi de Fourier : } \Phi = \frac{(T_2 - T_1)}{R_{th}} = \frac{(800 - 20)}{0,1} = 7800 \text{ W}$$

4) Calculer les températures θ_{12} et θ_{23}

$$\theta_1 - \theta_{12} = R_{s1} \times \Phi = 0,05 / 0,8 \times 1560 = 97,5\text{K} \quad \theta_{12} = 703\text{C}$$

$$\theta_{23} - \theta_2 = R_{s3} \times \Phi = 0,05 / 0,4 \times 1560 = 195\text{K} \quad \theta_{23} = 175\text{C}$$

(1560W est le flux par unité de surface et R1 et R3 sont les résistances thermiques surfaciques.)

On obtiendrait la même chose en raisonnant sur 5m²)

5) Dessiner le mur à l'échelle et tracer l'évolution de température à l'intérieur de celui-ci

