



## Isolation et chauffage

L'étude porte sur une maison, sans étage et de surface habitable 68 m<sup>2</sup>, dont l'isolation du sol, des murs extérieurs et des combles (espaces sous la toiture) est prévue selon les données du tableau suivant :

	Surface (m <sup>2</sup> )	Matériaux	Épaisseur (cm)	Conductivité thermique $\lambda$ (W.m <sup>-1</sup> .K <sup>-1</sup> )	Résistance thermique (S.I.)
Sol	70	mortier chaux	25	0,17	0,021
Vitres	15	triple vitrage verre/air	3,6	0,023	0,10
Combles (espaces sous la toiture)	79	gypse / cellulose	1,3	0,35	0,053
		granulé de chanvre	20	0,048	
Murs extérieurs	85	enduit plâtre	1,5	0,50	
		briques plâtrières	5,0	0,80	
		panneaux liège expansé	6,0	0,040	
		brique creuse standard	20	0,60	
		enduit sable/chaux	2,5	1,05	

### Résistance thermique d'une paroi d'isolation

La résistance thermique  $R_{th}$  d'une paroi plane a pour expression :  $R_{th} = \frac{e}{\lambda \cdot S}$  où  $e$  est l'épaisseur du matériau (m),  $\lambda$  la conductivité thermique caractérisant le matériau (W.m<sup>-1</sup>.K<sup>-1</sup>) et  $S$  la surface de la paroi (m<sup>2</sup>).

En pratique, une paroi est constituée de plusieurs couches de matériaux d'épaisseur et de conductivité différentes. Dans ce cas, les résistances thermiques de chaque couche s'additionnent.

### Flux thermique

Le flux thermique  $\Phi$  exprimé en watt (W), est l'énergie transférée à travers une paroi par unité de temps.

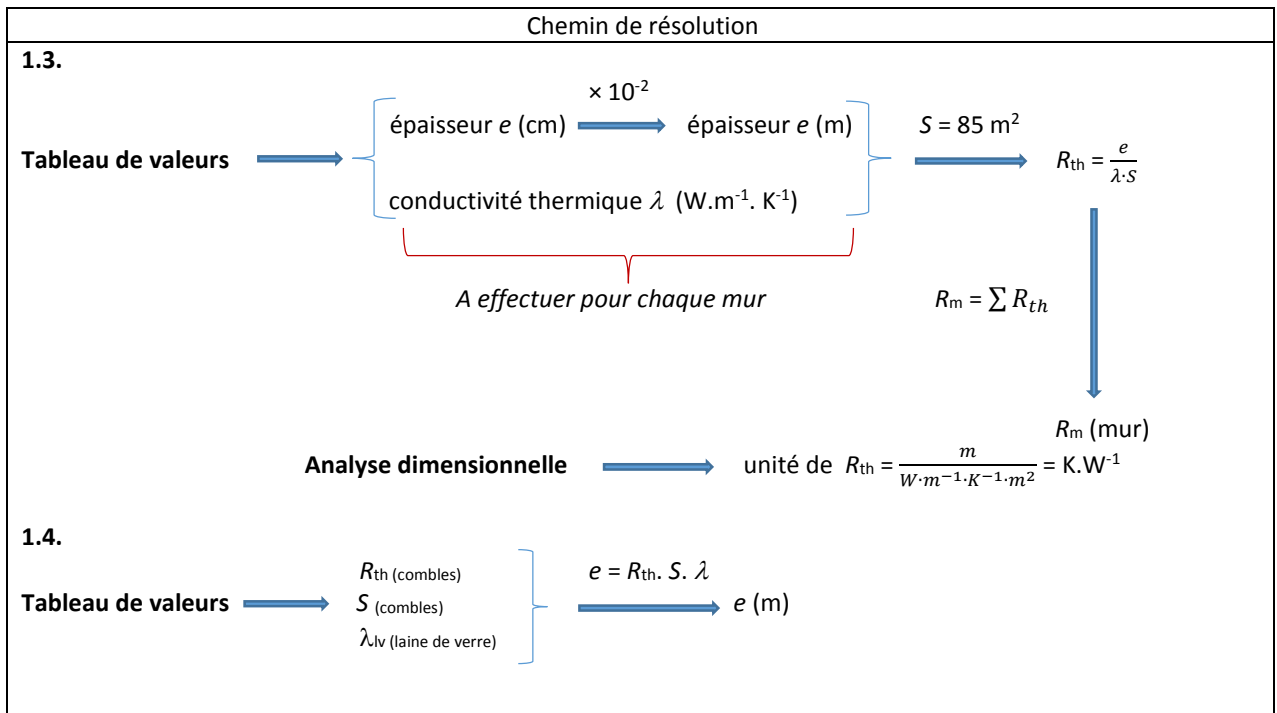
Son expression est :  $\Phi = \frac{Q}{\Delta t}$  où  $Q$  est l'énergie thermique (J) et  $\Delta t$  le temps (s).

Lorsque les températures extérieure  $T_e$  et intérieure  $T_i$  sont constantes au cours du temps, avec  $T_i > T_e$ , le flux thermique peut s'exprimer aussi par :  $\Phi = \frac{T_i - T_e}{R_{th}}$  où  $R_{th}$  est la résistance thermique de la paroi considérée.

**1.3.** Calculer la résistance thermique des murs extérieurs  $R_m$ , en précisant l'unité.

**1.4.** Pour obtenir une résistance thermique identique à celle des combles, quelle devrait être la valeur de l'épaisseur d'une couche de laine de verre de conductivité thermique  $\lambda_{lv} = 0,038$  W.m<sup>-1</sup>.K<sup>-1</sup> ?

On suppose que l'on utilise uniquement ce matériau.



**1.3.** Calcul de la résistance thermique des murs extérieurs  $R_m$ , en précisant l'unité.

En pratique, une paroi est constituée de plusieurs couches de matériaux d'épaisseur et de conductivité différentes. Dans ce cas, **les résistances thermiques de chaque couche s'additionnent.**

	Surface (m <sup>2</sup> )	Matériaux	Épaisseur (cm)	Conductivité thermique $\lambda$ (W.m <sup>-1</sup> K <sup>-1</sup> )	Résistance thermique (S.I.)
Sol	70	mortier chaux	25	0,17	0,021
Vitres	15	triple vitrage verre/air	3,6	0,023	0,10
Combles (espaces sous la toiture)	<b>79</b>	gypse / cellulose	1,3	0,35	<b>0,053</b>
		granulé de chanvre	20	0,048	
Murs extérieurs	<b>85</b>	enduit plâtre	1,5	0,50	
		briques plâtrières	5,0	0,80	
		panneaux liège expansé	6,0	0,040	
		brique creuse standard	20	0,60	
		enduit sable/chaux	2,5	1,05	

Alors  $R_m = R_{\text{enduit plâtre}} + R_{\text{briques plâtrières}} + R_{\text{liège}} + R_{\text{brique creuse}} + R_{\text{enduit sable}}$

De plus, on a la relation  $R_{th} = \frac{e}{\lambda \cdot S}$ , c'est-à-dire  $\left(\frac{e}{\lambda}\right) \cdot \frac{1}{S}$ ,



Astuce : Pensez à factoriser  $\frac{1}{S}$

De plus, la surface de chaque mur est identique, on pourra alors factoriser  $\frac{1}{S}$  :

$$R_m = \left[ \left(\frac{e}{\lambda}\right)_{\text{plâtre}} + \left(\frac{e}{\lambda}\right)_{\text{brique plâtrières}} + \left(\frac{e}{\lambda}\right)_{\text{liège}} + \left(\frac{e}{\lambda}\right)_{\text{brique creuse}} + \left(\frac{e}{\lambda}\right)_{\text{sable}} \right] \cdot \frac{1}{S}$$



Attention : il faut convertir les valeurs des épaisseurs en mètre (u.S.I)

$$R_m = \left[ \left( \frac{1,5 \times 10^{-2}}{0,50} \right)_{\text{plâtre}} + \left( \frac{5,0 \times 10^{-2}}{0,80} \right)_{\text{brique plâtrières}} + \left( \frac{6,0 \times 10^{-2}}{0,04} \right)_{\text{liège}} + \left( \frac{20 \times 10^{-2}}{0,60} \right)_{\text{brique creuse}} + \left( \frac{2,5 \times 10^{-2}}{1,05} \right)_{\text{sable}} \right] \cdot \frac{1}{85}$$

$$R_M = 2,3 \times 10^{-2} \text{ K.W}^{-1}$$

**1.4.** Pour obtenir une résistance thermique identique à celle des combles, quelle devrait être la valeur de l'épaisseur d'une couche de laine de verre de conductivité thermique  $\lambda_{lv} = 0,038 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$  ?

Objectif : Obtenir la même résistance thermique que les combles ( $0,053 \text{ K.W}^{-1}$ ) de surface égale à  $S_{\text{combles}} = 79 \text{ m}^2$  avec de la laine de verre de conductivité thermique  $\lambda_{lv} = 0,038 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$ .

$$R_{\text{th}} = \frac{e}{\lambda \cdot S} \text{ alors } e = R_{\text{th}} \lambda S = 0,053 \times 0,038 \times 79 = 1,6 \times 10^{-1} \text{ m soit } 16 \text{ cm.}$$