

L'isolation thermique --- correction

Résistance thermique d'une paroi :

$$R(\text{m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}) = \frac{e}{\lambda}$$

Epaisseur de la paroi : e (m)

Conductivité thermique de la paroi : λ ($\text{W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$)

Déperditions de chaleur à travers une paroi :

$$Q(\text{J}) = \frac{S \times \Delta\theta}{R} \times t$$

Surface de la paroi : S (m^2)

Différence de température entre les deux surfaces de la paroi : $\Delta\theta$ (K ou °C)

Résistance thermique de la paroi : R ($\text{m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$)

Durée de la déperdition: t (s)

Flux thermique

$$\varphi(\text{W}) = \frac{Q}{t} = \frac{S \times \Delta\theta}{R}$$

Surface de la paroi : S (m^2)

Différence de température entre les deux surfaces de la paroi : $\Delta\theta$ (K ou °C)

Résistance thermique de la paroi : R ($\text{m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$)

EX1)

Différence de température entre les deux faces du plafond : $\Delta\theta = 15^\circ\text{C}$

Surface du plafond : $S = 100 \text{ m}^2$

Résistance thermique : $R = 0,59 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$

Flux thermique à travers le plafond non isolé

$$\varphi = \frac{S \times \Delta\theta}{R} = \frac{100 \times 15}{0,59} = 2,5 \cdot 10^3 \text{ W}$$

Résistance thermique de la ouate

$$R_{\text{ouate}} = \frac{e}{\lambda} = \frac{0,25}{0,042} = 5,95 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$$

Résistance thermique du plafond isolé

La résistance thermique d'une paroi composée de plusieurs matériaux est égale à la somme des résistances thermiques de chacun des matériaux qui la compose

$$R_{\text{plafond isolé}} = R_{\text{plafond non isolé}} + R_{\text{ouate}} = 0,59 + 5,95 = 6,54 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$$

Flux thermique à travers le plafond isolé

$$\varphi = \frac{S \times \Delta\theta}{R_{\text{plafond isolé}}} = \frac{100 \times 15}{6,54} = \mathbf{2,3.10^2 \text{ W}}$$

Baisse du flux thermique

$$\text{baisse} = \frac{2,5.10^3 - 2,3.10^2}{2,5.10^3} \times 100 = \mathbf{91\%}$$

Le flux thermique a baissé de 91% avec l'isolation du plafond

EX2)

Différence de température entre les deux faces du plafond : $\Delta\theta = 15^\circ\text{C}$

Surface du plafond : $S = 75 \text{ m}^2$

	Parpaing	Plâtre BA13	Laine de roche
Conductivité thermique λ ($\text{W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$)	0,95 $\text{W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$	0,25 $\text{W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$	0,041 $\text{W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$
épaisseur e (m)	20 cm = 0,2 m	12,5 mm = 0,0125 m	200 mm = 0,2 m
résistance thermique R ($\text{m}^2.\text{K.W}^{-1}$)	$R = \frac{e}{\lambda} = \frac{0,2}{0,95}$ 0,21 $\text{m}^2.\text{K.W}^{-1}$	$R = \frac{e}{\lambda} = \frac{0,0125}{0,25}$ 0,05 $\text{m}^2.\text{K.W}^{-1}$	$R = \frac{e}{\lambda} = \frac{0,2}{0,041}$ 4,88 $\text{m}^2.\text{K.W}^{-1}$

La résistance thermique d'une paroi composée de plusieurs matériaux est égale à la somme des résistances thermiques de chacun des matériaux qui la compose

Résistance thermique du plafond non isolé

$$R_{\text{plafond non isolé}} = R_{\text{parpaing}} + R_{\text{plâtre}} = 0,21 + 0,05 = \mathbf{0,26 \text{ m}^2.\text{K.W}^{-1}}$$

Résistance thermique du plafond isolé

$$R_{\text{plafond isolé}} = R_{\text{plafond non isolé}} + R_{\text{laine}} = 0,26 + 4,88 = \mathbf{5,14 \text{ m}^2.\text{K.W}^{-1}}$$

Flux thermique à travers le plafond non isolé

$$\varphi = \frac{S \times \Delta\theta}{R_{\text{plafond non isolé}}} = \frac{75 \times 15}{0,26} = \mathbf{4327 \text{ W}}$$

Flux thermique à travers le plafond isolé

$$\varphi = \frac{S \times \Delta\theta}{R_{\text{plafond isolé}}} = \frac{75 \times 15}{5,14} = \mathbf{219 \text{ W}}$$

$$\text{Baisse : } \frac{4327 - 219}{4327} \times 100 = \mathbf{95\%}$$

EX3)

	Béton	Plâtre BA13	Laine de verre	Ouate de cellulose
Conductivité thermique λ ($W.m^{-1}.K^{-1}$)	0,95 $W.m^{-1}.K^{-1}$	0,25 $W.m^{-1}.K^{-1}$	0,04 $W.m^{-1}.K^{-1}$	$R = \frac{e}{\lambda} \rightarrow \lambda = \frac{e}{R} = \frac{0,25}{5,95}$ 0,042 $W.m^{-1}.K^{-1}$
épaisseur e (m)	0,2 m	0,0125 m	0,2 m	0,25 m
résistance thermique R ($m^2.K.W^{-1}$)	$R = \frac{e}{\lambda} = \frac{0,2}{0,95}$ 0,21 $m^2.K.W^{-1}$	$R = \frac{e}{\lambda} = \frac{0,0125}{0,25}$ 0,05 $m^2.K.W^{-1}$	$R = \frac{e}{\lambda} = \frac{0,2}{0,04}$ 5 $m^2.K.W^{-1}$	5,95 $m^2.K.W^{-1}$

La ouate de cellulose est un meilleur isolant que la laine de verre car sa résistance thermique est plus élevée.

Coût des 2 isolants :

Utilisation de la laine de verre

Nombre de rouleaux à acheter :

1 rouleau \rightarrow 5,4 m^2

? rouleaux \rightarrow 20 m^2

$$nb \text{ rouleaux} = \frac{20}{5,4} = 3,7 \text{ rouleaux}$$

soit 4 rouleaux : $4 \times 33,40 =$ **133,6 euros**

Utilisation de la ouate de cellulose

Nombre de rouleaux à acheter :

1 panneau \rightarrow 0,72 m^2

? panneaux \rightarrow 20 m^2

$$nb \text{ rouleaux} = \frac{20}{0,72} = 27,8 \text{ panneaux}$$

soit 28 panneaux : $28 \times 10,08 =$ **282,24 euros**

EX4)

Matériau	Air	Argon	Verre
λ ($W.m^{-1}.K^{-1}$)	0,025	0,018	0,81

Un constructeur propose 3 doubles vitrages de même épaisseur totale 24 mm ; quel vitrage assure la meilleure isolation thermique ? Justifier en faisant les calculs nécessaires

Vitrage A

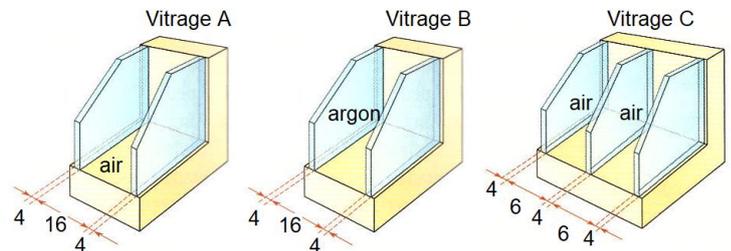
$$R_{\text{vitrage}} = 2 \times R_{\text{vitre}} + R_{\text{air}} = 2 \times \frac{e_{\text{vitre}}}{\lambda_{\text{vitre}}} + \frac{e_{\text{air}}}{\lambda_{\text{air}}}$$

$$R_{\text{vitrage}} = 2 \times \frac{0,004}{0,81} + \frac{0,016}{0,025} = \mathbf{0,65 \text{ m}^2.K.W^{-1}}$$

Vitrage B

$$R_{\text{vitrage}} = 2 \times R_{\text{vitre}} + R_{\text{argon}} = 2 \times \frac{e_{\text{vitre}}}{\lambda_{\text{vitre}}} + \frac{e_{\text{argon}}}{\lambda_{\text{argon}}}$$

$$R_{\text{vitrage}} = 2 \times \frac{0,004}{0,81} + \frac{0,016}{0,018} = \mathbf{0,90 \text{ m}^2.K.W^{-1}}$$



Vitrage C

$$R_{\text{vitrage}} = 3 \times R_{\text{vitre}} + 2 \times R_{\text{air}} = 3 \times \frac{e_{\text{vitre}}}{\lambda_{\text{vitre}}} + 2 \times \frac{e_{\text{air}}}{\lambda_{\text{air}}}$$

$$R_{\text{vitrage}} = 3 \times \frac{0,004}{0,81} + 2 \times \frac{0,006}{0,025} = \mathbf{0,49 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}}$$

Plus la résistance thermique est élevée, plus le vitrage est isolant.

Le vitrage le plus isolant est le double vitrage à l'argon (vitrage B)