

## RESISTANCE THERMIQUE

La résistance thermique notée «**R**» est la capacité d'un matériau de résister au passage de la chaleur (*flux thermique*  $\Phi$ ), de l'extérieur vers l'intérieur, en fonction d'une différence de température ( $\Delta T$ ).

$$R = \frac{e}{\lambda}$$

R : Résistance thermique  $m^2 \cdot \text{Kelvin} / \text{Watt}$

e : épaisseur du matériau en **m** (mètre)

$\lambda$  : Lambda coefficient de **conductivité thermique** des matériaux (Verre, béton, bois ....) Voir tableaux

## COEFFICIENT DE TRANSFERT THERMIQUE

Le coefficient de transfert thermique d'une paroi est noté "**U**" (ou anciennement "k") et caractérise la quantité de chaleur traversant une paroi, de l'intérieur vers l'extérieur, en régime permanent, par unité de temps, par unité de surface et par unité de différence de température entre les ambiances situées de part et d'autre de ladite paroi.

$$U = \frac{1}{R}$$

U : Coefficient de transmission thermique en  $\text{Watt} / m^2 \cdot \text{Kelvin}$

e : épaisseur du matériau en **m** (mètre)

$\lambda$  : Lambda coefficient de **conductivité** des matériaux (Verre, béton, bois ....) Voir tableaux

R : Résistance thermique

## LE FLUX THERMIQUE

C'est l'échange de chaleur traversant la paroi d'un bâtiment, l'isolation d'un bâtiment vise à diminuer le flux thermique.

$$\Phi = U \times S \times (T_{\text{int}} - T_{\text{ext}})$$

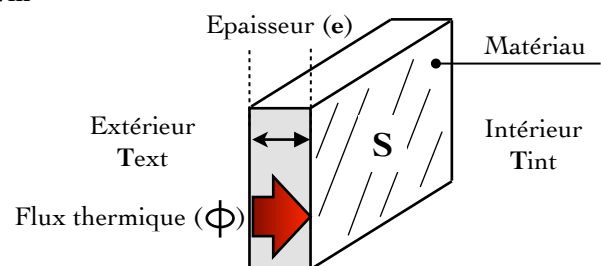
U : Coefficient de transmission thermique en  $\text{Watt} / m^2 \cdot \text{Kelvin}$

S : Surface du matériau en  $m^2$

$T_{\text{int}}$  : Température intérieur en  $^{\circ}\text{C}$




$T_{\text{ext}}$  : Température extérieur en  $^{\circ}\text{C}$

$\Phi$  : Flux thermique en W (watt)



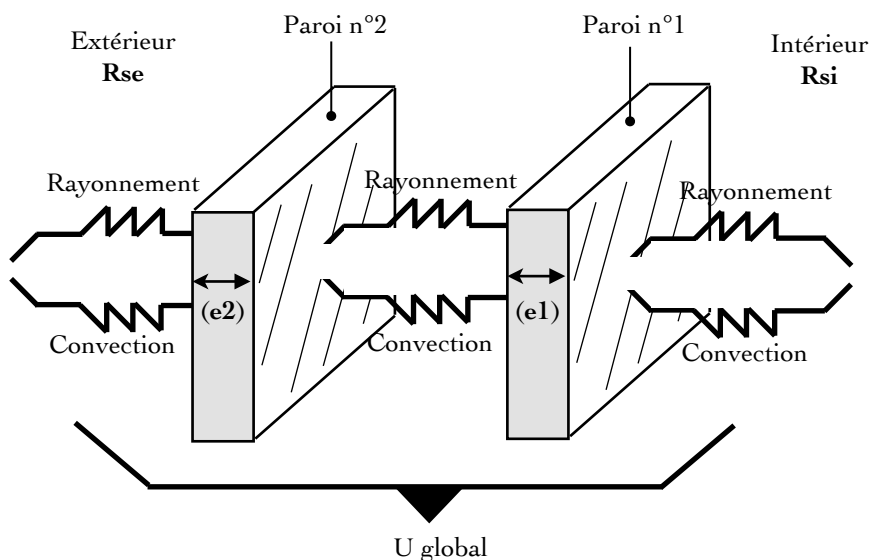
## TABLEAUX DES CONDUCTIVITES THERMIQUE DES MATERIAUX

MATERIAUX CONDUCTEURS	CONDUCTIVITE THERMIQUE ( $\lambda$ )	MATERIAUX ISOLANTS	CONDUCTIVITE THERMIQUE ( $\lambda$ )
ALUMINIUM	230,00	EAU	0,660
CUIVRE	380,00	PLATRE HAUTE DENSITE	0,500
FONTE	56,00	CAOUTCHOUC	0,400
ACIER	52,00	PLAQUES DE PLATRE	0,350
PLOMB	35,00	BETON CELLULAIRE	0,270
GRANITE	3,00	BOIS NATUREL (chêne)	0,230
PIERRE FROIDE (Marbre)	2,90	PLEXIGLAS	0,190
ARDOISE	2,10	PANNEAUX PARTICULES DE BOIS	0,140
POLY CARBONATE ALVEOLAIRE	2,00	LIEGE COMPRI ME	0,100
PIERRE MEULIERE	1,80	CARTON	0,07
BETON PLEIN	1,75	FIBRES MINERALES (LV/LR)	0,040
PVC	1,7	LAIN E DE VERRE	0,04
ENDUIT CIMENT	1,15	PAILLE	0,04
TERRE CUI TE (Brique)	1,15	POLYURETHANE EXPANSE	0,039
VERRE	1,15	POLYURETHANE EXTRUDE	0,033
PIERRE TENDRE	1,00	AIR	0,028

RESISTANCES SUPERFICIELLES EN $m^2 \cdot Kelvin / Watt$		PAROI EN CONTACT AVEC L'EXTERIEUR			PAROI EN CONTACT AVEC UN AUTRE LOCAL (Chauffé ou non) un comble ou un vide sanitaire		
		Rsi	Rse	Rsi+Rse	Rsi	Rse	Rsi+Rse
PAROI VERTICALE		0,13	0,04	0,17	0,13	0,13	0,26
PAROI HORIZONTALE AVEC FLUX ASCENDANT		0,10	0,04	0,14	0,10	0,10	0,20
PAROI HORIZONTALE AVEC FLUX DESCENDANT		0,17	0,04	0,21	0,17	0,17	0,34

## CALCUL DU COEFFICIENT DE TRANSFERT THERMIQUE «PAROIS EN SERIE»

Le transfert thermique des parois «en série» consiste à calculer le «U» global (*le coefficient de transfert thermique*) pour l'ensemble des matériaux mis en multi-couche.



$$U_{global} = \frac{1}{R_{si} + \sum \frac{e}{\lambda} + R_{se}}$$

$$U_{global} = \frac{1}{R_{si} + \frac{e_1}{\lambda_1} + \frac{e_2}{\lambda_2} + R_{se}}$$

U : Coefficient de transmission thermique en **Watt / m<sup>2</sup> . Kelvin**

e : épaisseur du matériau en **m** (mètre)

λ : Lambda coefficient de **conductivité** des matériaux (Verre, béton, bois ....) Voir tableaux

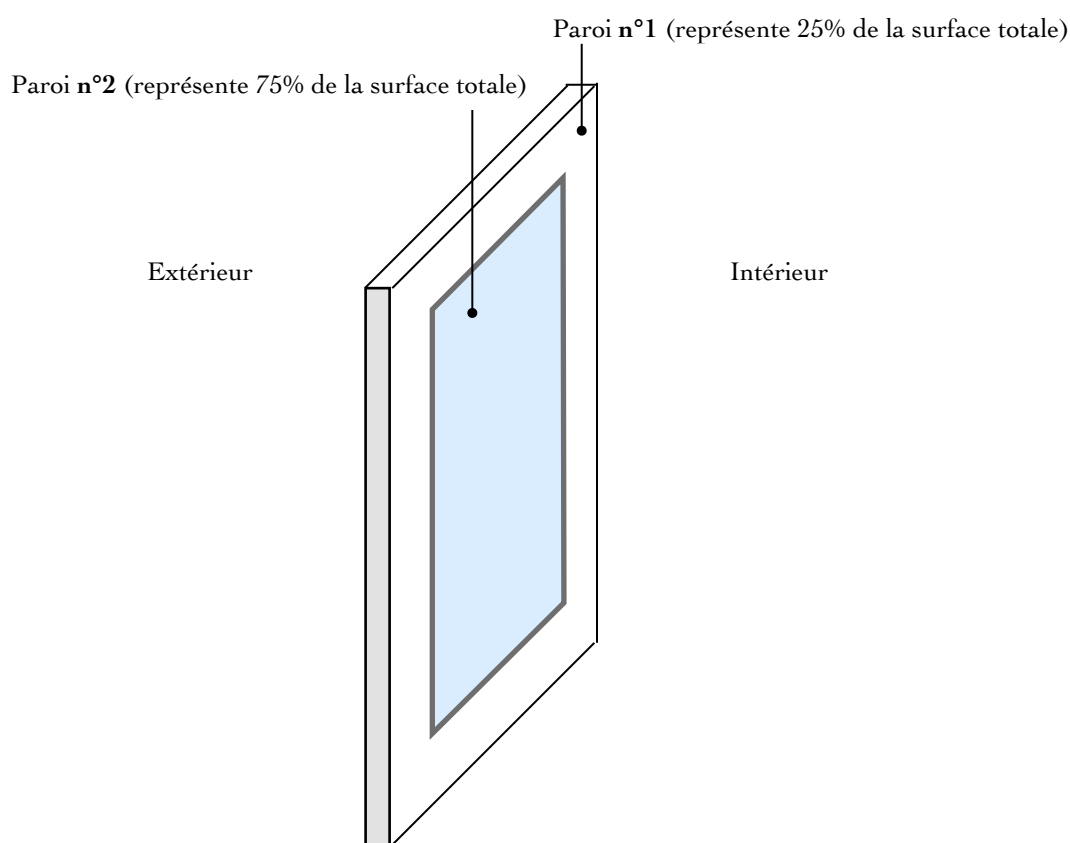
Rsi : Résistance superficielle intérieure **m<sup>2</sup> . Kelvin / Watt** (Voir tableaux)

Rse : Résistance superficielle extérieure **m<sup>2</sup> . Kelvin / Watt** (Voir tableaux)

Σ : Somme

## CALCUL DU COEFFICIENT DE TRANSFERT THERMIQUE «PAROIS EN PARALLELE»

Le transfert thermique des parois «en parallèle» consiste à calculer le «U» global (*le coefficient de transfert thermique*) pour l'ensemble des matériaux mis sur le même plan tel qu'une fenêtre avec son montant.



$$U_{global} = (0,25 \times U_{p1}) + (0,75 \times U_{p2})$$

$U_{global}$  : Coefficient de transmission thermique total de la paroi en **Watt / m<sup>2</sup> . Kelvin**

$U_{p1}$  : Coefficient de transmission thermique de la paroi 1 , en **Watt / m<sup>2</sup> . Kelvin** Voir tableau

$U_{p2}$  : Coefficient de transmission thermique de la paroi 2 , en **Watt / m<sup>2</sup> . Kelvin** Voir tableau

0,25 : Représente 25% de la surface totale (peut varier en fonction des parois)

0,75 : Représente 75% de la surface totale (peut varier en fonction des parois)

**Exemple n°1** : Calculer le coefficient de transfert thermique ( $U$ ) de la paroi suivante, sachant qu'elle est composée de deux matières en parallèle: PVC à hauteur de 25% de la surface totale et du verre à hauteur de 75% de la surface totale.

1/ Nous recherchons la valeur de conductivité thermique pour chacune des matières qui compose la paroi.

Pour le PVC : 1,7 (voir tableau)

Pour le Verre : 1,15 (voir tableau)

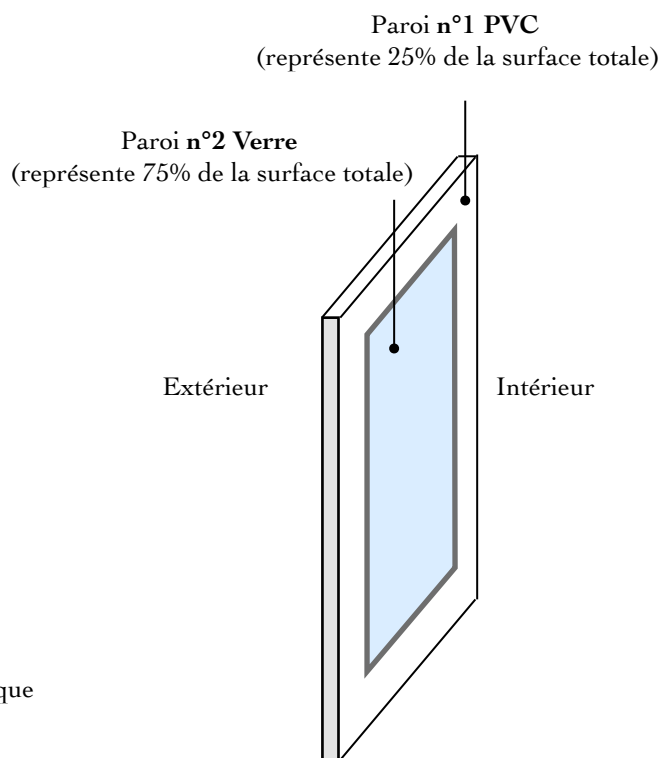
2/ Nous pouvons alors écrire:

$$U_{\text{global}} = (0,25 \times U_{\text{pvc}}) + (0,75 \times U_{\text{verre}})$$

$$U_{\text{global}} = (0,25 \times 1,7) + (0,75 \times 1,15)$$

$$U_{\text{global}} = 1,28 \text{ Watt / m}^2 \cdot \text{Kelvin}$$

1,28 Watt / m<sup>2</sup> . Kelvin correspond aux déperditions thermique de la fenêtre.



**Exemple n°2** : Calculer le coefficient de transfert thermique ( $U$ ) de la paroi suivante, sachant qu'elle est composée de deux matières en série, puis, calculer la température de surface de la paroi 2.

Pour la paroi n°1 de la laine de verre (isolant) de 8cm d'épaisseur

et pour la paroi n°2 du verre de 1 cm d'épaisseur.

Surface totale de la paroi 1m<sup>2</sup>.

1/ Nous calculons la résistance thermique totale « $R$ » de la paroi

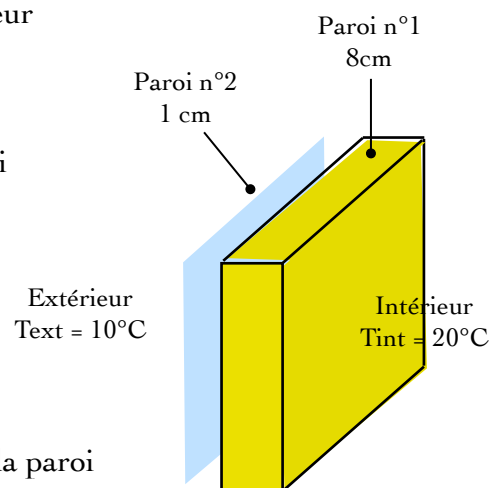
$$R_{\text{paroi}} = \frac{e_{\text{verre}}}{\lambda_{\text{verre}}} + \frac{e_{\text{isolant}}}{\lambda_{\text{isolant}}}$$

$$R_{\text{paroi}} = \frac{0,01}{1,15} + \frac{0,08}{0,04} = 2,008 \text{ m}^2 \cdot \text{Kelvin / Watt}$$

2/ Nous calculons le coefficient de transfert thermique « $U$ » de la paroi

$$U_{\text{paroi}} = \frac{1}{R_{\text{si}} + \frac{e_{\text{verre}}}{\lambda_{\text{verre}}} + \frac{e_{\text{isolant}}}{\lambda_{\text{isolant}}} + R_{\text{se}}}$$

$$U_{\text{paroi}} = \frac{1}{0,13 + \frac{0,01}{1,15} + \frac{0,08}{0,04} + 0,04} = 0,458 \text{ Watt / m}^2 \cdot \text{Kelvin}$$



(Suite de l'exercice )

3/ Nous calculons le flux de transfert thermique  $\phi$

$$\phi = U_{\text{paroi}} \times \text{Surface} \times (T_{\text{int}} - T_{\text{ext}})$$

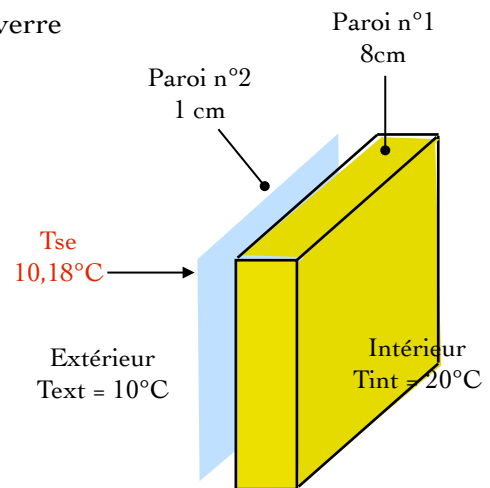
$$\phi = 0,458 \times 1 \times (20 - 10) = \boxed{4,58 \text{ w}}$$

4/ Nous calculons la température de surface de la paroi en verre

$$\phi = \frac{1}{R_{\text{se}}} \times (T_{\text{se}} - T_{\text{ext}})$$

$$T_{\text{se}} = \phi \times R_{\text{se}} + T_{\text{ext}}$$

$$T_{\text{se}} = 4,58 \times 0,04 + 10 = \boxed{10,18^{\circ}\text{C}}$$



Rappels:

$T_{\text{se}}$  : Température surfacique extérieure

$R_{\text{se}}$  : Résistance surfacique extérieur

$R_{\text{si}}$  : Résistance surfacique intérieur

$T_{\text{in}}$  : Température intérieur

$T_{\text{ext}}$  : Température extérieur