

## SERIE D'EXERCICES (THERMIQUE DU BATIMENT)

### Exercice 1 :

Pour une paroi simple de surface  $S = 15,45 \text{ m}^2$  qui sépare deux ambiances, l'une intérieure à la température  $\theta_i = 20^\circ\text{C}$  et l'autre extérieure à la température  $\theta_e = -10^\circ\text{C}$ , d'épaisseur  $e_b = 15 \text{ cm}$ , constituée de béton de conductivité thermique  $\lambda_b = 1,75 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$ , dont les coefficients d'échanges superficiels sont respectivement pour l'intérieur  $h_i = 9,1 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$  et pour l'extérieur  $h_e = 16,7 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$ .

### Exprimer littéralement puis calculer :

- 1) La résistance thermique surfacique  $r$ .
- 2) La résistance thermique  $R$ .
- 3) Le coefficient de transmission thermique  $U$ .
- 4) La densité de flux thermique  $\phi$  et le flux thermique  $\Phi$  traversant cette paroi simple.
- 5) Les températures de surface, respectivement  $\theta_{si}$  pour l'intérieur et  $\theta_{se}$  pour l'extérieur.
- 6) L'énergie  $E$  en kWh « dépensée » par cette paroi pendant 24 h.
- 7) Que faut-il faire pour réduire les pertes thermiques à travers cette paroi ?

### Exercice 2 :

La résistance thermique surfacique du matériau est parfois très petite par rapport aux résistances thermiques superficielles surfaciques...qui sont alors prépondérantes.  
(L'augmentation de  $e$  n'augmente pas beaucoup  $r$ )

- 1) Après avoir calculé

$$\left( \frac{1}{h_1} + \frac{1}{h_2} \right)$$

( $h_1 = 9,1 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$  et  $h_2 = 16,7 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$ ), calculer la résistance thermique surfacique  $r$  du verre,

$$\left( \frac{1}{h_1} + \frac{1}{h_2} \right)$$

comprises pour les épaisseurs  $e$  : 2mm ; 4mm ; 6mm ; 8mm;10mm ; 12mm.

Les comparer à

$$\left( \frac{1}{h_1} + \frac{1}{h_2} \right)$$

et conclure.

- 2) Calculer le flux thermique surfacique  $\phi$  traversant une paroi simple en verre d'épaisseur  $e = 6 \text{ mm}$ , pour un écart de température de  $30^\circ\text{C}$ .
- 3) Que faut-il faire pour réduire les pertes thermiques à travers cette paroi ?

### Exercice 3 :

On ajoute à la paroi simple (exercice 1) une plaque de polystyrène ( $e_p = 4\text{cm}$ ,  $\lambda_p = 0,047 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$ ) côté intérieur.

Les températures intérieures et extérieures étant toujours égales à  $20^{\circ}\text{C}$  et  $-10^{\circ}\text{C}$ , et les coefficients d'échanges superficiels  $h_i$  et  $h_e$  à  $9,1 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$  et  $16,7 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$ .

1) Calculer  $r$ ,  $R$ ,  $U$ ,  $\phi$ ,  $\Phi$ ,  $\theta_{si}$ ,  $\theta_{se}$  et l'énergie  $E$  dépensée pendant 24 h ainsi que la température  $\theta_1$  à l'interface des deux matériaux.

On souhaite réduire d'un tiers la densité de flux thermique traversant cette paroi composite.

2) Calculer la nouvelle épaisseur  $e'$  de l'isolant ( $\lambda = 0,047 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$ ), après avoir établi la relation :  $e' = e + (r' - r) \cdot \lambda_p$ ,  $r'$  désignant la nouvelle résistance thermique surfacique.

#### Exercice 4 :

A la paroi multiple (exercice 3) on ajoute côté intérieur un enduit plâtre ( $e_{pl} = 1 \text{ cm}$ ,  $\lambda_{pl} = 0,35 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$ ) et un enduit ciment côté extérieur ( $e_c = 2 \text{ cm}$ ,  $\lambda_c = 1,15 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$ ).

1) Calculer  $r$ ,  $R$ ,  $U$ ,  $\phi$ ,  $\Phi$ ,  $\theta_{si}$ ,  $\theta_{se}$ , et l'énergie dépensée pendant 24 h.

2) Calculer les températures aux interfaces des différents matériaux  $\theta_1$  (entre plâtre et polystyrène),  $\theta_2$  (entre polystyrène et béton) et  $\theta_3$  entre béton et enduit ciment).

3) Tracer le diagramme des températures à travers la paroi. (échelle : 1 cm pour  $4^{\circ}\text{C}$  et 1 cm pour 2,5 cm d'épaisseur)

4) Tracer la courbe  $\theta = f(r)$ , représentant la variation de la température en fonction de la résistance  $r$ .

Pour cela reporter chaque couple  $(r, \theta)$  :  $(0, \theta_i)$  ;  $(r_i, \theta_{si})$  ;  $(r_i + e_{pl} / \lambda_{pl}, \theta_1)$  ; etc... ;  $(r_{paroi}, \theta_e)$  (échelle : 1 cm pour  $4^{\circ}\text{C}$  et 1 cm pour  $0,1 \text{ m}^2.\text{K}.\text{W}^{-1}$ )

#### Exercice 5 :

Un double vitrage de surface  $S = 5,75 \text{ m}^2$  est constitué par un ensemble de deux glaces de 5 mm d'épaisseur séparées par une lame d'air de 12 mm de résistance thermique surfacique  $r_{air} = 0,16 \text{ m}^2.\text{K}.\text{W}^{-1}$ .

1) Calculer  $r$ ,  $R$ ,  $U$ ,  $\phi$ ,  $\Phi$ ,  $\theta_{si}$ ,  $\theta_{se}$  ainsi que  $\theta_1$  et  $\theta_2$  les températures d'interfaces glace-lame d'air, et  $E$  pour 24h sachant que les résistances thermiques surfaciques superficielles  $r_{s1}$  et  $r_{s2}$  sont égales à 0,11 et  $0,06 \text{ m}^2.\text{K}.\text{W}^{-1}$  et les températures ambiantes respectivement  $\theta_{A1} = 20^{\circ}\text{C}$  et  $\theta_{A2} = -10^{\circ}\text{C}$ .

2) Tracer le diagramme des températures à travers la paroi.