

## Série de TD

### Thermique des Bâtiments

**EXERCICE 1** : La paroi plane d'un four est composée de trois couches successives de briques :

- o une couche de 16 cm de briques réfractaires d'alumine
- o une couche de briques isolantes de kaolin
- o une couche de 20 cm d'épaisseur de briques ordinaires de construction

La température des briques réfractaires de la face intérieure du four est de 980 °C. La température de la surface de contact des couches de briques réfractaires et isolantes est de 940 °C. La température de l'interface des couches de briques isolantes et de construction est de 140 °C. Dans les conditions de fonctionnement du four, les conductivités thermiques moyennes des couches de la paroi sont :

Couche	$\lambda_m$ (W.m <sup>-1</sup> .°C <sup>-1</sup> )
briques réfractaires d'alumine	$\lambda_1 = 1,62$
briques isolantes de kaolin	$\lambda_2 = 0,23$
briques ordinaires de construction	$\lambda_3 = 1,39$

o **Calculer :**

- 1) l'épaisseur  $e_2$  de la couche de briques isolantes de kaolin
- 2) la température de la surface extérieure du four  $\Theta_{ext}$ .

**EXERCICE 2** : La paroi plane d'un four est composée de 3 couches successives de briques :

Couche	Matériau	Épaisseur (cm)	$\lambda_m$ (kcal.h <sup>-1</sup> .m <sup>-1</sup> .°C <sup>-1</sup> )
intérieure	briques réfractaires	20	1,01
médiane	briques isolantes	10	0,22
extérieure	briques de construction	15	0,595

La température de la face intérieure du four est de 871 °C et la température de la face extérieure du four est maintenue à 52 °C par circulation d'air.

- 1) Calculer le flux perdu par unité de surface du four et déterminer les températures aux interfaces des couches.
- 2) Calculer le flux perdu par unité de surface du four en supposant qu'il existe une mince lame d'air de 6 mm d'épaisseur entre la couche de briques réfractaires et celle de briques isolantes. On supposera que les températures des faces internes et externes sont inchangées par rapport à la

question 1). Dans ces conditions la conductivité thermique moyenne de l'air est  $\lambda_a = 0,055 \text{ kcal.h}^{-1}.\text{m}^{-1}.\text{°C}^{-1}$ .

### **EXERCICE 3**

Soit une paroi de chambre froide de 3,5 m de hauteur et de 4 m de longueur, constituée par un mur de maçonnerie et une plaque collée de liège d'épaisseurs respectives 80 cm et 2 cm.

La paroi est percée d'une porte de 1,5 m x 2 m, constituée d'une épaisseur de 4 cm de bois recouverte d'une couche de liège granulé de 2,2 cm d'épaisseur.

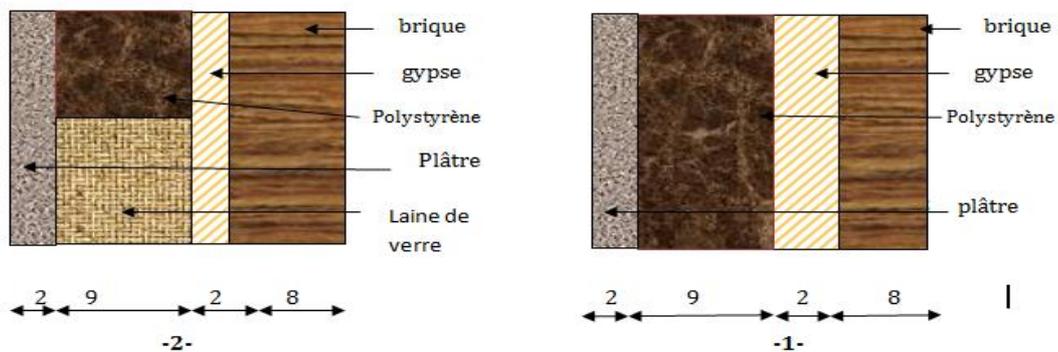
La température de la face intérieure de la paroi est de  $-12 \text{ °C}$  et la température de la face extérieure est de  $+12 \text{ °C}$ .

**Calculer le flux thermique traversant la paroi .**

Les conductivités thermiques moyennes des différents matériaux sont :

Matériau	$\lambda_m \text{ (W.m}^{-1}.\text{°C}^{-1}\text{)}$
maçonnerie	2,25
liège	0,039
bois	0,107
liège granulé	0,045

**EXERCICE 4** : soit un mur composé disposé selon la figure -1-



« Les distances sont représentés sur les figures sont en cm »

Les conductivités des matériaux ont les valeurs suivantes en  $\text{w/m}^{\circ}\text{c}$ :  
 gypse  $\lambda_g = 0.91$ ; brique  $\lambda_b = .67$  ; laine de verre  $\lambda_l = 0.011$  ; polystyrène,  $\lambda_p = 0.045$  ;  
 plâtre  $\lambda_{pl} = 0.42$

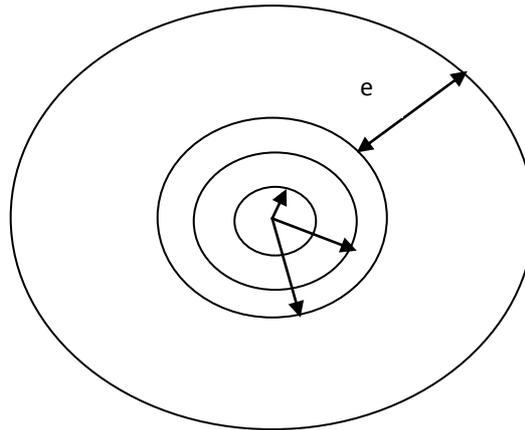
Les coefficients d'échanges intérieurs et extérieurs sont respectivement :  $h_i = 8.5 \text{ w/m}^2\text{°C}$  ;  $h_e = 15.5 \text{ w/m}^2\text{°C}$

- Déterminer la puissance de flux échangé entre l'intérieur de  $26 \text{ °C}$  et l'extérieur de  $2 \text{ °C}$ .
- Calculez les températures aux interfaces des différentes couches.

On suppose une autre disposition de la couche d'isolant figure 2, par l'emplacement d'un autre type d'isolant « laine de verre », dans ce cas :

3. Déterminer la puissance de flux traversant le mur
4. Déterminer le % de réduction entre les deux cas
5. Que pouvez-vous conclure

**EXERCICE 5 :** Soit trois cylindres concentriques positionnés comme le montre la figure ci-contre.



Avec :  $R_1 = 10 \text{ cm}$ ,  $R_2 = 13 \text{ cm}$ ,  $R_3 = 17 \text{ cm}$ ,  $e = 12 \text{ cm}$ ,  
 $T_{\text{int}} = 200^\circ\text{C}$ ,  $T_{\text{ext}} = 20^\circ\text{C}$  ;  
 $\lambda_1 = 60 \text{ W/m}^\circ\text{c}$ ,  $\lambda_2 = 40 \text{ W/m}^\circ\text{c}$ ,  $\lambda_3 = 0.08 \text{ W/m}^\circ\text{c}$ ,

On demande de :

1. Calculer la puissance de flux dissipé de ces cylindres pour une longueur de 60 m.
2. Calculer les températures aux interfaces des cylindres.
3. Pour réduire le flux dissipé au quard quel devrait être l'épaisseur de l'isolant

### **EXERCICE 6**

Une conduite en acier ( $d_i = 53 \text{ mm}$ ,  $d_e = 60 \text{ mm}$ ) contient de la vapeur saturée à  $120^\circ\text{C}$ . La conduite est isolée par une couche de 10 mm d'épaisseur de laine de verre.

En supposant que la température de la paroi interne du tube est égale à celle de la vapeur et que la température de la paroi externe de l'isolant est de  $25^\circ\text{C}$ , calculez le flux thermique perdu pour une conduite longue de 30 m.

$\lambda_{\text{acier}} = 45 \text{ W.m}^{-1}.\text{C}^{-1}$ ,  $\lambda_{\text{laine de verre}} = 0,046 \text{ W.m}^{-1}.\text{C}^{-1}$

- $\lambda$  est conductivité thermique du matériau constituant le cylindre.
- $L$  est la longueur du cylindre.