

## EXAMEN d'Analyse des Systèmes Industriels / ASI / E.P. 3

### Vendredi 20 Juin 2008

**Aucun document autre que celui distribué n'est autorisé**

#### Exercice : **Transfert thermique entre une maison et son environnement**

On se propose d'étudier les échanges thermiques entre une maison et son environnement, en régime transitoire et stationnaire. Cette maison est modélisée sous la forme d'un parallélépipède de base adiabatique, de hauteur  $H$ , de longueur  $L$  et de largeur  $l$  ; ses murs et son plafond, de même épaisseur  $e=18$  cm, sont constitués d'un matériau de conductivité thermique  $k = 2 \text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$  qui intègre les parois et les fenêtres. Son chauffage est assuré par une chaudière dont les dimensions et la position sont sans influence sur les transferts étudiés.

Les coefficients d'échange par convection et par rayonnement, à l'intérieur et à l'extérieur de la maison sont uniformes et constants ; ils valent  $h = 10$  et  $20 \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$  respectivement.

A l'instant initial ( $t=0$ s), les murs sont à la température ambiante  $T_a$ , alors que l'air dans la maison est déjà à la température  $T_i$  de façon à simplifier le problème sachant que la quantité d'énergie nécessaire au chauffage de l'air est négligeable devant les autres quantités de chaleur mises en jeu. On se propose de décrire le régime transitoire par une simulation sous AMESim de la montée en température des murs de la maison.

1. Construire le modèle AMESim en détaillant (par du texte) les composants du modèle. On pourra modéliser les murs en les découpant en 10 tronçons identiques.

2. Tracer l'évolution temporelle de la puissance consommée par le système de chauffage qui permet de maintenir l'air dans la maison à  $T_i$  (inclure l'image .bmp de la courbe dans le fichier .ame)

3. Estimer la durée de la montée en température (à la seconde près) si l'on suppose que l'état stationnaire est atteint lorsque la température des murs extérieurs atteint la valeur stationnaire moins  $0.5 \text{ }^\circ\text{C}$ .

4. Calculer l'énergie thermique  $Q$  réellement nécessaire au chauffage de cette maison (c'est-à-dire au chauffage des murs) pour atteindre l'état stationnaire défini dans la question précédente.

5. Calculer la puissance moyenne  $\Phi_i$  consommée au cours de ce régime transitoire.

6. Calculer la puissance  $\Phi_s$  consommée pendant le régime stationnaire.

6. En déduire le rapport  $\frac{\Phi_i}{\Phi_s}$

7. S'il vous reste un peu de temps, vérifier si le découpage du mur en 10 tronçons est justifié.

8. S'il vous reste encore du temps, calculer la quantité d'énergie nécessaire à chauffer l'air à l'intérieur de la maison

Données numériques :  $T_i = 20^\circ\text{C}$  ;  $T_a = 5^\circ\text{C}$

Relatives aux murs :  $L = 10 \text{ m}$  ;  $l = 6 \text{ m}$  ;  $H = 4 \text{ m}$  ;  $\rho = 2\,000 \text{ kgm}^{-3}$  ;  $c = 0.88 \text{ kJkg}^{-1}\text{K}^{-1}$

Relatives à l'air :  $\rho_g = 1.3 \text{ kgm}^{-3}$  ;  $c_g = 1 \text{ kJkg}^{-1}\text{K}^{-1}$