

MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
CONCOURS D'ACCÈS À L'ÉCOLE DOCTORALE « ÉNERGIES RENOUVELABLES »

Année Universitaire 2007/2008

Choix 1

1-ÉPREUVE DE TRANSFERTS THERMIQUES

**Exercice 1 (06 points)**

Pour déterminer la conductivité thermique d'une très longue ( $\infty$ ) barre de 25 mm de diamètre, on introduit une moitié de la barre dans un four, l'autre moitié reste exposée à l'air à  $27^\circ\text{C}$ . Lorsque le régime permanent est établi, les températures de deux points distants de 75 mm sont respectivement égales à  $125$  et  $91^\circ\text{C}$ .

Quelle est la conductivité thermique de la barre en unité (SI) sachant que le coefficient d'échange de chaleur de la surface de la barre exposée à l'air est égal à  $h = 17,3 \text{ kcal/h.m}^2.\text{C}^\circ$  ?

**Exercice 2 (07 points)**

Durant un processus de traitement thermique, une barre de cuivre de diamètre  $0,01 \text{ m}$  est soumise à un refroidissement par convection dans un four. Si on considère que la barre est à l'équilibre thermique à  $1650 \text{ K}$ , la barre de Cu à la température initiale de  $300 \text{ K}$  réagissant telle un corps noir, donner par unité de longueur:

1. la quantité de chaleur échangée instantanément.
  2. le taux d'accroissement initial de la température de la barre
- pour le cuivre  $\rho = 8933 \text{ kg/m}^3$ ;  $C_p = 385 \text{ J/kg.K}$ ;  $k = 401 \text{ W/m.K}$  et  $\sigma = 5,67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2.\text{K}^4$

**Exercice 3 (07 points)**

Le toit d'un hangar est constitué de 3 mm d'acier de conductivité thermique  $\lambda_s = 52 \text{ W/m}^\circ\text{C}$ , d'un isolant  $\lambda_{is} = 0,035 \text{ W/m}^\circ\text{C}$  de 38 mm et de 9 mm de bitume  $\lambda_b = 0,17 \text{ W/m}^\circ\text{C}$ . À l'intérieur du hangar (côté acier) l'air est à  $T_{oi} = 22^\circ\text{C}$  avec un coefficient de convection  $h_i = 11 \text{ W/m}^2.\text{C}^\circ$  tandis qu'à l'extérieur (côté bitume) l'air est à  $T_{oe} = -2^\circ\text{C}$  et un coefficient de convection  $h_e$ . Avec de grandes dimensions  $12,5 \text{ m} \times 22 \text{ m}$  le toit se comporte comme un corps noir absorbant un rayonnement solaire incident  $G = 785 \text{ W/m}^2$ . La température du milieu environnant (le ciel) est  $T_c = -20^\circ\text{C}$ .

1. Représenter les différents modes de transferts thermiques mis en jeu autour de la surface extérieure du bitume.
2. À l'aide d'un bilan d'énergie autour de cette surface extérieure, retrouver le flux dissipé par convection. Pour les calculs numériques on considère que la température de cette surface est  $T_s = 18^\circ\text{C}$ . En déduire la valeur du coefficient  $h_e$ . On rappelle la constante de Stephan-Boltzman  $\sigma = 5,6710^{-8} \text{ W/m}^2.\text{K}^4$ .
3. Donner en pourcentage les contributions des différents flux par rapport au flux solaire incident.