

EXERCICE 1 : TRANSFERT THERMIQUE RADIATIF (5 POINTS)

On considère deux cas de transfert radiatif de chaleur au sein d'une enceinte fermée (figures 1 et 2). L'enceinte est constituée de quatre surfaces S_1, S_2, S_3 et S_4 , d'émissivité respective $\epsilon_1, \epsilon_2, \epsilon_3$ et ϵ_4 . Dans les parois de l'enceinte, la chaleur est transportée par conduction. Le problème posé est un problème plan. Les données numériques sont l'épaisseur de l'enceinte $e=10$ mm (attention, l'une des épaisseurs vaut $2e$ – figure 1), la conductivité du matériau $=50$ W/(m °C), l'émissivité des surfaces rayonnantes : $\epsilon_1=0.5, \epsilon_2=\epsilon_3=\epsilon_4=0.3$ et la constante de Stefan-Boltzmann $=5.67 \cdot 10^{-8}$ W/(m² K⁴). On suppose que la base L de la structure est très grande devant l'épaisseur e .

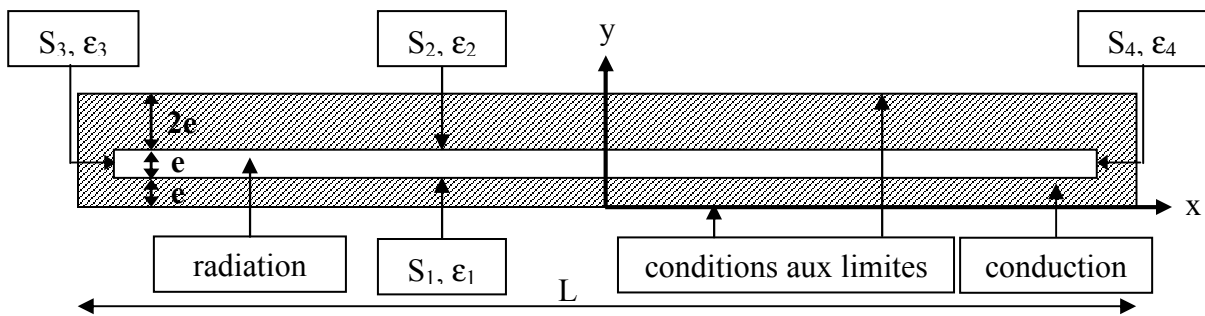


Figure 1

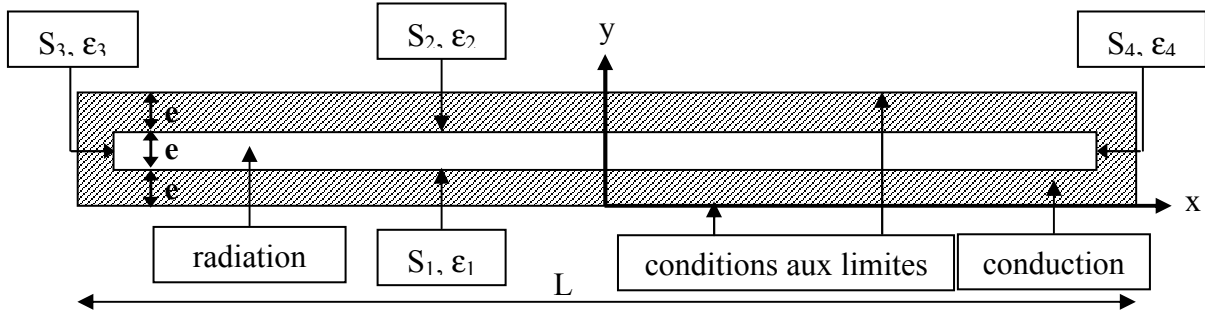


Figure 2

- 1) Calculer les températures T_0, T_1 et T_2 (figure 3) dans le cas de la structure de la figure 1. Les conditions aux limites sont : un flux imposé de 10^4 W/m² sur la face inférieure et une température imposée de 20° C sur la face supérieure de la structure.
- 2) Calculer les températures T_1 et T_2 (figure 3) dans le cas de la structure de la figure 2. Les conditions aux limites sont : une température imposée de 20° C sur les faces inférieure et supérieure de la structure.
- 3) Quelle est la méthode utilisée par ANSYS pour calculer le champ de température dans le cas d'un transfert radiatif : a) la méthode de Newton-Raphson ? b) la méthode des moindres carrés ? c) la formule d'Ostrogradski ?

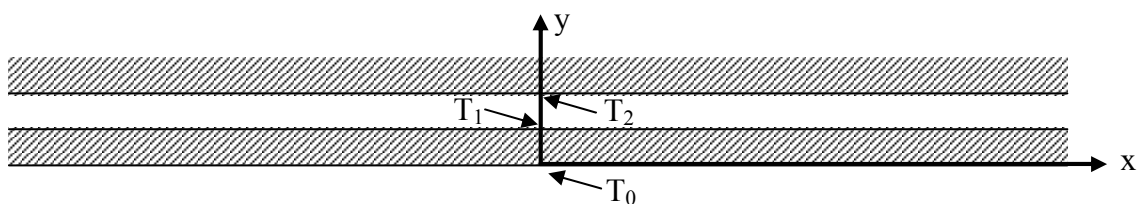
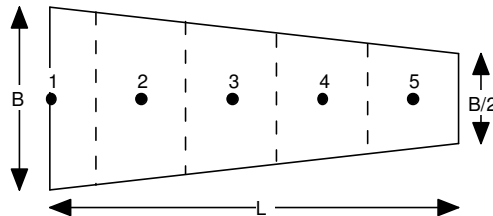


Figure 3 – Températures à calculer

MN52

Exercice 2 : Régime stationnaire – Ailette refroidie par conduction/convection (5 points).

Une ailette de longueur $L=45$ mm, de largeur unitaire, dont l'épaisseur à la base ($x=0$) est $B=2$ mm et dont l'épaisseur en $x=L$ vaut $B/2=1$ mm est initialement à 15°C .



A $t=0$ s, on impose un flux thermique $F=10^5$ $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ au niveau de sa base. L'ailette est refroidie par convection avec le milieu ambiant ($h=200$ $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot^\circ\text{C}^{-1}$, $T_a=15^\circ\text{C}$).

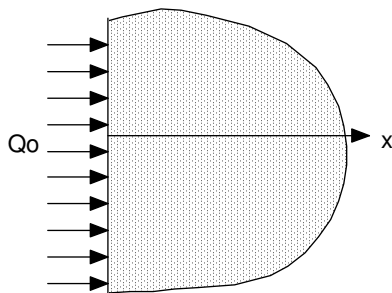
L'ailette sera discrétisée comme ci-dessus à l'aide de 5 éléments.
Déterminer le profil de température obtenu en régime stationnaire.

Donnée :

Conductivité thermique : $\lambda=100$ $\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot^\circ\text{C}^{-1}$.

Exercice n°3 : Régime transitoire – Echauffement par flux imposé (10 points).

Un solide semi-infini est initialement à 15°C ($T(x,0)=15$).
A $t=0$ s, on impose un flux surfacique Q_0 constant de 10^6 $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$.

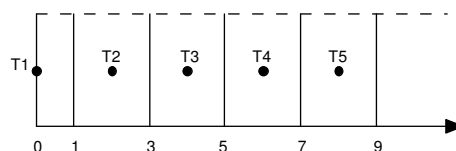


Données :
 $\lambda=80$ $\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot^\circ\text{C}^{-1}$
 $\rho=8000$ $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$
 $C=500$ $\text{J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot^\circ\text{C}^{-1}$

Numérique :

- Considérer une profondeur de 9 mm.
- Utiliser 5 volumes (dont le premier sera un demi-volume).

Représentation :



Comparer le champ de température obtenu au bout 0.1s pour 2 des 3 méthodes suivantes :

1. 2 pas de temps de 0.05s avec un schéma implicite.
2. 2 pas de temps de 0.05s avec un schéma de Crank-Nicholson.
3. 5 pas de temps de 0.02s avec un schéma explicite.

Rq : le flux thermique à travers la surface d'abscisse $x=9$ mm sera négligé !