

## MN52

### Exercice n°1 : Régime stationnaire – Conduction/convection dans un fil avec apport de chaleur

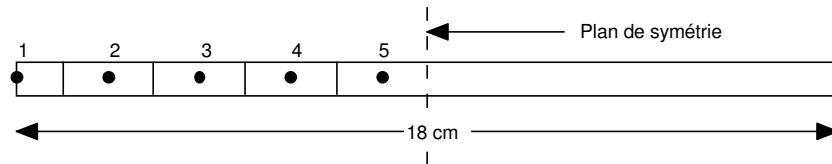
Un fil électrique cylindrique en cuivre de 1 mm de diamètre et de 18 cm de longueur est maintenu horizontalement. Une température de 15°C est imposée à chacune de ses extrémités.

Le fil est traversé par un courant continu d'intensité  $I=20A$  et est refroidi par convection au niveau de sa surface périphérique.

(coefficient d'échange  $h=10 \text{ W.m}^{-2}.\text{°C}^{-1}$  / température du milieu ambiant : 15°C).

Vu le faible diamètre du fil, la température sera considérée comme homogène dans chaque section (pas de gradient radial de température).

Le fil sera discrétisé suivant sa longueur à l'aide de 10 éléments de volume (demi-volumes aux extrémités) mais vu la présence d'un plan de symétrie, on pourra n'en considérer que 5.



Le courant électrique se traduit par une source de chaleur d'intensité  $F=j^2/\sigma$  où  $j$  désigne la densité de courant ( $I/S$  en  $A.m^{-2}$ ) et  $\sigma$  la conductibilité électrique ( $\Omega^{-1}.m^{-1}$ ).

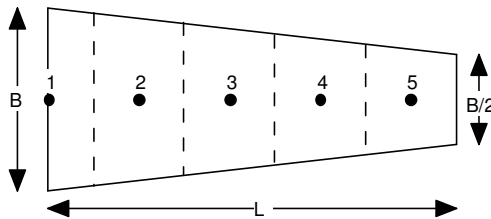
1. Quelle est l'unité de  $F$  ?
2. Discuter de la condition aux limites à considérer au niveau du plan de symétrie.
3. Discrétiser l'équation de la chaleur sur les éléments de volumes 2, 3, 4 et 5 (rappel :  $T_1$  sera imposée à 15°C) et établir le système formé après introduction des conditions aux limites.
4. Résoudre le système. Quelle est la température en 5 ?

Données :

Conductivité thermique du cuivre :  $\lambda=400 \text{ W.m}^{-1}.\text{°C}^{-1}$ .  
Conductibilité électrique du cuivre :  $\sigma=60.10^6 \Omega^{-1}.m^{-1}$ .

### Exercice 2 : Régime transitoire – Ailette refroidie par conduction/convection

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



A  $t=0 \text{ s}$ , on impose un flux thermique  $F=10^5 \text{ W.m}^{-2}$  au niveau de sa base. L'ailette se refroidit par convection avec le milieu ambiant sur sa surface latérale ( $h=100 \text{ W.m}^{-2}.\text{°C}^{-1}$ ,  $T_a=15\text{°C}$ ).

L'ailette sera discrétisée comme ci-dessus à l'aide de 5 éléments.

1. Déterminer la solution stationnaire en utilisant un pas de temps infini et un schéma implicite de discrétisation temporelle.
2. Déterminer le profil de température dans l'ailette au bout de 1 s en utilisant soit :
  - 2 pas de temps de 0.5 s avec le schéma de Crank-Nicholson
  - 10 pas de temps de 0.1 s avec un schéma explicite

Données :

Conductivité thermique de l'aluminium :  $\lambda=240 \text{ W.m}^{-1}.\text{°C}^{-1}$ .  
Chaleur spécifique :  $C_p=880 \text{ J.kg}^{-1}.\text{°C}^{-1}$ .  
Masse volumique :  $\rho=2700 \text{ kg.m}^{-3}$ .