

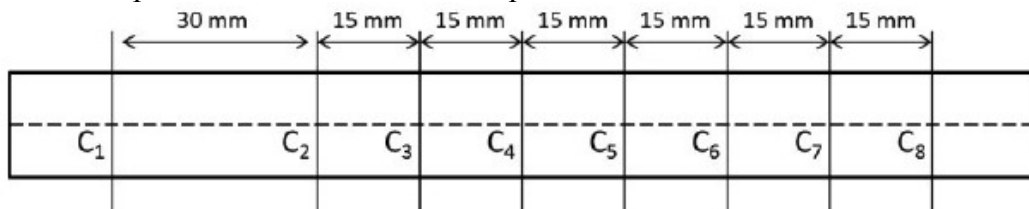
Buts :

- Observer le phénomène de conduction thermique.
- Mesurer une conductivité thermique en régime permanent.
- Exploiter le régime transitoire par l'outil informatique.

Prenez garde à ne pas tenir les barres de métal dans vos mains trop longtemps avant la mesure car à l'instant initial, la barre doit être homogène en température !

I. Présentation du matériel**1. Le matériel**

Le matériel dont vous disposez permet d'observer le phénomène de conduction thermique selon la longueur d'une barre de métal en relevant la température en 8 points. On dispose de deux barres différentes : une en cuivre, l'autre en aluminium. On réalisera l'expérience sur les deux barres si on dispose de suffisamment de temps. On réalisera les expériences sur l'aluminium en premier ...



Dans cette expérience, la diffusion de la chaleur (comme on le verra en T8, l'équation qui régit l'évolution de la conduction thermique n'est pas une équation de propagation mais une équation de diffusion) peut être considérée comme unidimensionnelle car l'appareil permet de calorifier la barre latéralement.

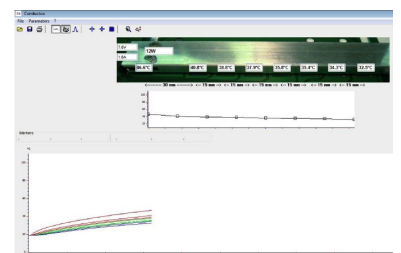
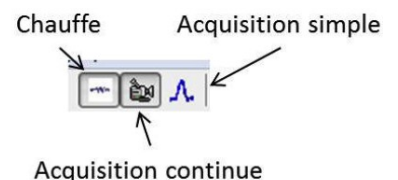
Pour l'utilisation et les connexions du matériel, on renvoie au manuel utilisateur ... notamment aux pages 6, 7, 8, 12, 13, 14. Le logiciel à utiliser sur l'ordinateur portable est le logiciel conducto.

2. L'acquisition

On réalise, dans un premier temps, l'expérience sur la barre d'aluminium. L'expérience étant relativement longue, on la lance puis on s'intéressera à la théorie (II) le temps de l'acquisition.

Attention, les contacts de la barre doivent être bien réalisés sinon certains capteurs donneront des résultats faux (d'ailleurs, lors de l'exploitation des résultats, on n'oubliera pas de retirer les mesures aberrantes dues aux faux contacts).

- Avant de lancer la chauffe, faites une acquisition simple. La température prélevée par chaque capteur s'affiche. Les capteurs peuvent ne pas tous afficher la même température.
Dans le menu « paramètre », cliquer sur « uniformity ». Tous les capteurs affichent alors la même température (on a étalonné les capteurs de température ... Encore faut-il que la barre soit homogène en température à l'origine).
- Dans le menu « paramètre », cliquer sur « acquisition » puis régler la durée de l'acquisition à 1500s et le pas entre chaque point à 1s.
- Lancer l'acquisition en continu et démarrer en même temps la chauffe et le ventilateur de l'appareil (bouton on/off sur le côté de l'appareil).
Tout au long de la mesure, on peut observer l'évolution de la



température sur chaque capteur.

II. Théorie de la conduction thermique

On démontrera au chapitre T8 l'équation de la chaleur, aussi appelée équation de diffusion, qui régit l'évolution spatio-temporelle de la température au sein de la barre : $\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} - \frac{1}{D} \frac{\partial T}{\partial t} = 0$ avec $D = \frac{\lambda}{\mu c}$ où :

- cette équation de la chaleur est une équation de diffusion ;
- D est le coefficient de diffusion associé au phénomène de diffusion étudié, ici il s'agit du coefficient de diffusion thermique ;
- μ est la masse volumique du matériau étudié (ici cuivre ou aluminium) ;
- c est la capacité thermique massique du matériau étudié ;
- λ est la conductivité thermique du matériau étudié (plus λ est grand, plus le matériau est un bon conducteur thermique), s'exprime en $W.m^{-1}.K^{-1}$.

Remarque : on cherchera sur internet les valeurs tabulées de μ , c et λ pour le matériau étudié.

Quelle est alors l'interprétation physique du coefficient de diffusion D apparaissant dans l'équation de diffusion ?

Pour répondre à cette problématique, on propose un raisonnement sur les unités physiques :

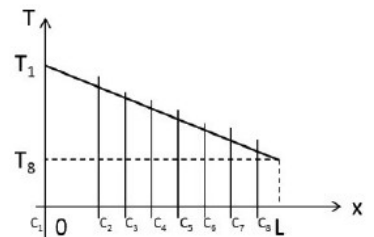
- en utilisant uniquement l'équation de diffusion, donner l'unité physique de D ;
- relier alors D au temps caractéristique τ du phénomène de diffusion et à la distance caractéristique L de l'expérience (ici la longueur de la barre) ;
- sachant que la longueur de la barre $L = 19,5\text{ cm}$, quel est le temps caractéristique τ du phénomène de diffusion thermique au sein de la barre ?
- Conclure par rapport à la durée d'acquisition imposée.

III. Exploitation en régime permanent

1. Théorie

En régime permanent, la température n'évolue plus au cours du temps : $\frac{\partial T}{\partial t} = 0$

donc l'équation de diffusion donne : $\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} = 0$ soit $T(x) = Ax + B$: on a une évolution spatiale linéaire de la température en régime permanent.



2. Mesures expérimentales

Lorsque l'acquisition est finie, il est possible d'exploiter les mesures effectuées en exportant le fichier de mesure sous un tableur (type excel). Pour cela, aller dans le menu « file » puis « export » et « text file ». Ouvrir ensuite excel et copier-coller le contenu du fichier texte dans une feuille de calcul. Il faudra probablement convertir les données : « données », « convertir », « délimité », « point-virgule ».

On obtient alors le tableau de mesure avec les 2 premières colonnes le temps en seconde puis la température relevée par les 8 capteurs de C_0 à C_8 dans les colonnes suivantes.

- Tracer la température (sans prendre en compte C_0) en fonction de la position en régime permanent.
- Comparer à la théorie. Discuter quant à la possibilité de capteurs défaillants ...
- Réaliser une régression linéaire de $T(x)$ et en déduire la valeur des coefficients A et B .
- Le coefficient A est relié à la puissance de chauffe $P_{th} = 12\text{ W}$ de la résistance par : $P_{th} = \lambda S |A|$ où $S = 2\text{ cm}^2$ est la section de la barre.
En déduire la mesure expérimentale de la conductivité thermique du matériau λ .
- Comparer à la valeur tabulée trouvée sur internet. Proposer une explication à cet écart.

S'il reste du temps : refaire l'expérience avec la barre de cuivre et en déduire la mesure de λ_{Cu} .