

## TP D1 : Conduction métallique unidimensionnelle

Vous manipulerez sur un des trois dispositifs disponibles :

- Barre d'aluminium cylindrique soumise à une fluctuation sinusoïdale de température
- Barre de cuivre cylindrique soumise à une fluctuation sinusoïdale de température
- Barres aluminium (ou cuivre) de section rectangulaire à flux fixé

Parmi les objectifs : confirmation (ou non-infirmation !) de la conductivité et de la capacité calorifique de chaque matériau.

On s'intéressera tout autant au régime transitoire qu'au régime permanent (vers lequel tend asymptotiquement le profil des températures)...s'il vous semble atteint !

**Vous mettrez en commun les mesures obtenues sur les deux postes pour un traitement immédiat et/ou ultérieur.**

(fichiers sauvegardés (format .txt de préférence) à traiter au choix par des programmes comme Regressi, Excel ou LatisPro. )

### **I. Rappels et questionnement sur le modèle théorique :**

#### **A. Barres calorifugées en régime sinusoïdal permanent (dispositif Nova Physics)**

- Rappeler l'équation aux dérivées partielles vérifiée par  $T(x,t)$
- Quel type de régime permanent atteint-on avec cette excitation en température par module Peltier ?
- La connaissance de la section des barres est-elle indispensable ?
- Donner, en régime sinusoïdal établi, l'expression de la température  $T(x,t)$  dans un matériau de diffusivité  $D_{th}$  en faisant apparaître l'épaisseur de « peau » (ou profondeur de pénétration) dans l'expression.
- Montrer que l'on peut déterminer la diffusivité de deux manières différentes (mesure d'amplitude et de phase)
- Comment pourriez-vous en déduire la conductivité du matériau ? (quelle mesure supplémentaire indépendante proposeriez-vous ?)

#### **B. Barres calorifugées traversées par un flux thermique connu (dispositif Didalab)**

- Rappeler l'équation aux dérivées partielles vérifiée par  $T(x,t)$  et la densité de courant thermique  $j_{th}(x,t)$
- Quelle grandeur est supposée constante dès le début de l'expérience ? Que devrait-on en déduire pour le profil des températures en régime permanent établi ?
- La connaissance de la section des barres est-elle indispensable ?
- Quelles mesures utiliser préférentiellement pour l'estimation de la conductivité du matériau ?
- Quelles mesures utiliser préférentiellement pour l'estimation de la capacité thermique ?

### **II. Protocole et estimations**

#### **A. Barres calorifugées en régime sinusoïdal permanent**

**-Branchements de la barre : (voir la chronologie des étapes au dos du caisson Nova Physics™)**

Un module Peltier sera alimenté par un GBF à très très basse fréquence (1volt  $V_{pp}$  sinusoïdal et une période de 300s = 5 minutes) pendant une expérience d'environ 30 minutes d'acquisition par barre. Interrupteur « activation consigne de GBF » à ne fermer qu'en dernier lieu quand tous les réglages logiciels ont été faits et pour une barre à température uniforme.

- Les positions T sur la barre des thermocouples branchés sur le module Picolog TC-08 sont identifiées par des chiffres étiquetés ou marqués mais vous comprendrez à l'obtention des courbes qu'il n'y aura pas de confusion possible.

- **Logiciel PicologRecorder** : Au lancement, vous aurez une simulation des réglages (vue d'ensemble ou visite guidée). Plusieurs fenêtres devront être ouvertes pendant l'acquisition : Enregistreur PLW, Lecteur PLW, Tableur et Graphique.
  - Dans le menu réglages : régler enregistrement en « Continu temps réel », régler échantillonnage en 1s et 3000 échantillons, régler voie d'entrées en TC-08 USB et cocher toutes les voies disponibles (1 à 8 correspondant chacune à un thermocouple local)
  - Quand vous êtes prêts, lancez l'acquisition avec le triangle rouge.
  - Sauvegardez le fichier expérience et exportez-le par un copier-coller de toutes les valeurs du tableur pour traitement sous Excel par exemple.
- Par des mesures « d'épaisseur de peau » (diminution d'amplitude et phase sur des positions connues des thermocouples), déterminer deux intervalles avec une estimation de leur incertitude si le modèle unidimensionnel est convenable. Commenter l'utilisation de ce modèle ici.

*Vous faites la manip A pour une des deux barres et vous changez de poste de travail au bout d'une heure pour travailler sur l'expérience B*

## **B. Barres calorifugées traversées par un flux thermique connu (dispositif Didalab)**

- Proposez et décrivez un protocole expérimental : mise en oeuvre, durée de l'expérience, précision attendue, répétition, stratégie de détermination des conductivités et capacités thermiques...
- Le pas temporel est ajustable à votre choix mais le pas spatial de mesure séparant deux capteurs est fixé et particulièrement large. Vous aurez intérêt à interpoler les profils de températures. On choisira (sur Excel par exemple) des régressions polynomiales spatiales d'ordre 3. Pourquoi ?
- On évitera d'utiliser la totalité de la courbe mais des portions pertinentes en fonction de ce que l'on cherche à évaluer.

*Vous faites la manip B pour une des deux barres et vous changez de poste de travail au bout d'une heure pour travailler sur l'expérience A*

- On critiquera l'adéquation du modèle utilisé pour l'obtention expérimentale de la conductivité thermique des matériaux

### Conductivités thermiques de quelques matériaux

Matériaux	Conductivité thermique (W/m.K)	Diffusivité thermique (m <sup>2</sup> /s)	Effusivité thermique (J/m <sup>2</sup> .K.s <sup>1/2</sup> )	Masse volumique (kg/m <sup>3</sup> )	Chaleur spécifique (J/kg.K)
Air	0.025	1.94E-05	5.7	1.29	1004
Polystyrène	0.033	7.65E-07	38	38	1130
Téflon (PTFE)	0.250	1.15E-07	740	2170	1004
Polyéthylène	0.420	1.93E-07	944	2301	935
Verre	1.05	5.43E-07	1419	2300	837
Porcelaine	5.86	2.56E-06	3658	3900	586
Acier inoxydable	13.4	3.42E-06	7241	7800	502
Plomb	34.3	2.33E-05	7107	11350	130
Aluminium	226	9.10E-05	23688	2690	921
Cuivre	398	1.16E-04	36983	8940	385