MP17 Métaux

2 avril 2020

MONNET Benjamin &

Niveau : L3

Commentaires du jury

Bibliographie

- ✍ *Electronique*, **Duffait** ⟶ module d'Young
- ✍ https://www.pmmh.espci.fr/~jbico/TP/TP%20Vibration.pdf ⟶ théorie de la vibrationde la poutre
- ✍ **Jolidon** ⟶ La bible
- ✍ *Dictionnaire de la physique expérimentale*, **Quaranta** ⟶ Montaeg longue et courte dérivation

Prérequis

➢

Expériences

☕

Table des matières

Introduction

Le but dans ce montage est de caractériser aussi bien que possible les propriétés physiques des métaux. Comme on le sait, ils sont à la fois solides et conducteurs thermiques et électriques.

1 Propriété mécanique : module d'Young

https://www.pmmh.espci.fr/~jbico/TP/TP%20Vibration.pdf

☕

Mesure du module d'Young d'une poutre

✍ Duffait, p103 ⏲

2 manière de faire l'expérience :

- En plaçant un accéléromètre au début de la barre. On modifie malheureusement le moment d'inertie
- Avec un micro en enregistrant le son produit (apparement ça marche ! A essayer !) puis avec une TF (bien choisir l'échantillonage)

La fréquence de vibration est $f_0 = \frac{3.515}{2\pi L^2}\sqrt{\frac{Ee^2}{12\rho}}$

Prendrela barre de laiton, qui est la plus longue

Pour d'autres matériaux : Le bois $E \approx 10GPa$, la laine : $E \approx 14GPa$, le plexiglas $E \approx 10GPa$, la mousse : $E \approx 10kPa$.

2 Conduction thermique

✍ Jolidon
Un peu de théorie : les flux thermiques sont modélisés par la loi de Fourier :

$$\vec{j} = -\lambda \vec{grad} T$$

Dans un métal, les électrons sont à la fois responsables de se transfert thermique mais aussi de la conduction électrique. L'équation de la chaleur dans un métal s'écrit :

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \kappa \Delta T$$

où $\kappa = \frac{\lambda}{\rho c}$. Dans notre cas, on va faire l'hypothèse que la barre est semie infinie, forcée à une pulsation ω qu'il faudra judicieusement choisir. Ainsi, la température en régime forcé se met sous la forme :

$$T(x,t) = T_0 + \Delta T e^{-\frac{x}{\delta}} \cos(\omega t - x/\delta)$$

où $\delta = \sqrt{\frac{2\kappa}{\omega}}$ est l'épaisseur de peau thermique. Afin de s'assurer que l'hypothèse de milieu semi infini est bien vérifié, nosu veillerons à ce que l'inégalité $5\delta < L$ (car au bout de 5δ, l'amplitude est quasiment nulle) reste vérifiée. Cela nous imposera donc une condition sur la pulsation de travail.

☕

Mesure de diffusion thermique par module Peltier

✍ Jolidon p384 ⏲

Alimenter les ventilateurs (12V) et les capteurs (15V). Alimenter le module Peltier (P0.73) avec l'ampli Kepco (P53.9) piloté par un GBF. Faire bien attention à ne pas dépasser les limites du module Peltier en vérifiant avec des ampèremètres que l'o nne dépasse aps 4A. Utiliser une fréquence de 10mHz.

On fait des ajustements du type $A_0 + A_i\cos(\omega t + \Phi_i)$. Si ça marche pas, il faut rajouter du cos $(2\omega t)$. En traçant $ln(A_i) = f(x_i = id)$ et ϕ_i, on trouve la pente $-\frac{1}{\delta}$ et donc δ puis $\kappa = \delta^2\pi f$.

Pour le cuivre on attend $\kappa = 1,14.10^4 m^2 s^{-1}$.

Pour d'autres matériaux : La terre sèche : $\kappa \approx 0.75 W m^{-1} K^{-1}$, Le bois $\kappa \approx 0.1 - 0.2 W m^{-1} K^{-1}$, La craie : $\kappa \approx 0.92 W m^{-1} K^{-1}$

3 Conduction électrique

☕

Mesure de la conductivité

✍ Jolidon

On met une bobine de cuivre dans de l'eau que l'on a chauffé au préalable. On utilise un voltmètre de précision Fluke 8466A et un montage 4 fils (voir fin du poly) et un thermocouple de type K.

On trace R=f(T)

$$R = \frac{\rho L}{S}$$

La bobine P56.27 a pour caractéristiques : $L = (17.15 \pm 0.05)$m et $d = (0.840 \pm 0.002)$mm. Courant continu : pas d'effet inductif. La formule théorie pour la conductivité :

$$\rho(T) = \rho_0 + \alpha(T - t_0)$$

En vrai c'est tout un polynôme ! Mais pour des écarts de température pas trop grand à T_0, c'est une bonne approximation

Autres matériaux : Verre : $\rho = 10^{17} \Omega m^{-1}$, Polystyrène : $\rho = 10^{20} \Omega m^{-1}$.

Montage longue, courte dérivation et 4 fils

Montage longue et courte dérivation

✍ Quaranta, p421

Dans un premier temps, parlons de la mesure courte et longue dérivation :

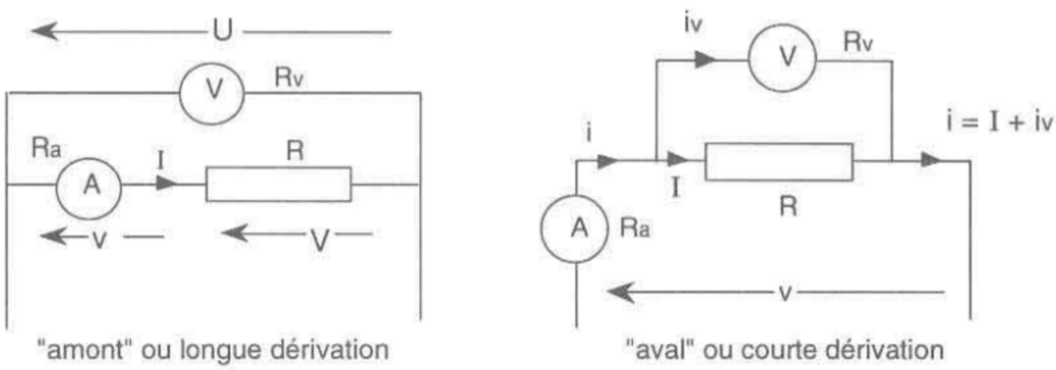

Figure 1 – Source : Quaranta

	Longue dérivation	Courte dérivation
Mesure	$R' = R + R_a = \frac{V+v}{i}$	$R'' = \frac{RR_V}{R+R_V}$
Erreure relative	$\frac{R_a}{R}$	$\frac{-R}{R+R_V}$

Donc la longue dérivation est mieux pour les résistances élevées alors que la courte dérivation est mieux pour les résistances faibles.

3.1 Loi de Wiedmann Frantz (sûrement pas le temps)

Les métaux sont tels que :

$$\frac{\kappa}{\rho T} = \mathcal{L} = \frac{\pi^2}{3}\frac{k_B^2}{e^2} \approx 2.44 \times 10^{-8} W.\Omega.K^{-2}$$

Montage 4 fils

✍ Jolidon

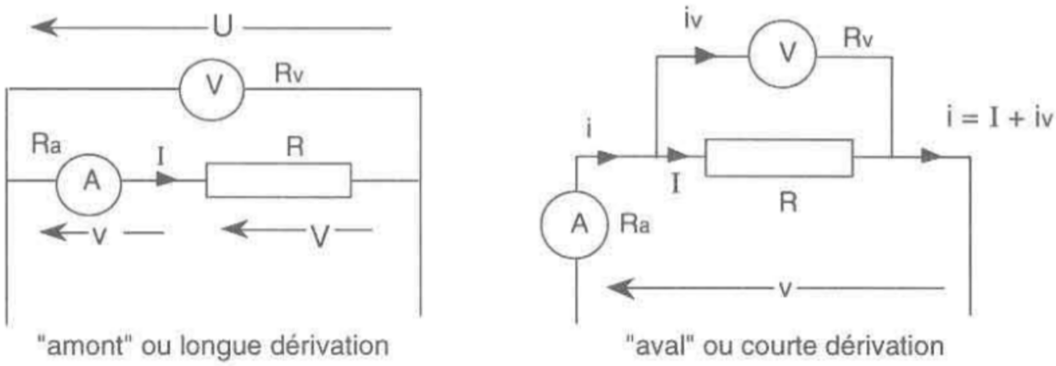

Figure 2 – Source : Jolidon

En gros, le montage 4 fils permet de mesurer plus proche de la résistance et donc de s'affranchir des résistances parasites provenant des fils et des soudures et donc d'avoir une mesure plus précise dans le cadre de mesures de petites résistances. (**Attention, apparement ça ne sert pas qu'à ça !**)

La conductivité...

✍ Aschcroft je pense
Pour rappel :
Dépendance expérimentale :

$$\begin{cases} \rho(T) \propto T \\ \kappa(T) \propto cste \end{cases}$$

Modèle de Drude :

$$\begin{cases} \rho(T) \propto \sqrt{T} \\ \kappa(T) \propto \sqrt{T} \end{cases}$$

Modèle de Sommerfeld (qui redonne Wiedemann-Franz) :

$$\begin{cases} \rho(T) = \frac{m}{ne^2\tau} \approx T \\ \kappa(T) = \frac{\pi^2}{3m} N k_B^2 T \tau \end{cases}$$

Questions

-

Remarques

-