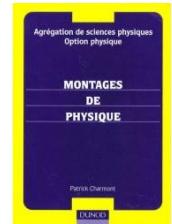
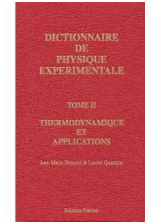


11-M- Transferts thermiques

Bibliographie : - Quaranta de thermodynamique
- Dunod Charmont – Montages de physiques



Intro :

3 modes de transfert thermique afin d'apporter de la chaleur à un système

1- Les différents modes de transferts thermiques : (quaranta p 114)

Matériel a Paris : (non défini car nouveau montage)

- a. Transfert par conduction (manip 1 qualitative).
On utilise les bâtons colorés (exp d'Ingen Housz) en salle de tp (ou la croix composée de différents matériaux, sur chaque branche, on colle des bouchons avec de la cire)
- b. Transfert par convection (manip 2 qualitative).
On utilise le tube en verre (thermosiphon) avec une goutte d'encre et une source de chaleur.
- c. Transfert par rayonnement (manip 3 qualitative).
On focalise une lampe QI sur un thermomètre à l'aide d'une lentille.

2 - Etude du transfert thermique par conduction dans une tige calorifugée (Quaranta p 97)

Attention la manip est longue : Il faut d'abord faire l'étude en régime transitoire puis attendre le régime permanent (au moins 1H)

- a. Etude en régime permanent vérification de la loi de Fourier (Quaranta thermo p97)

3 – Mesure de la conductivité thermique de l'aluminium par calorimétrie. (Quaranta p ?????)

Conclusion :

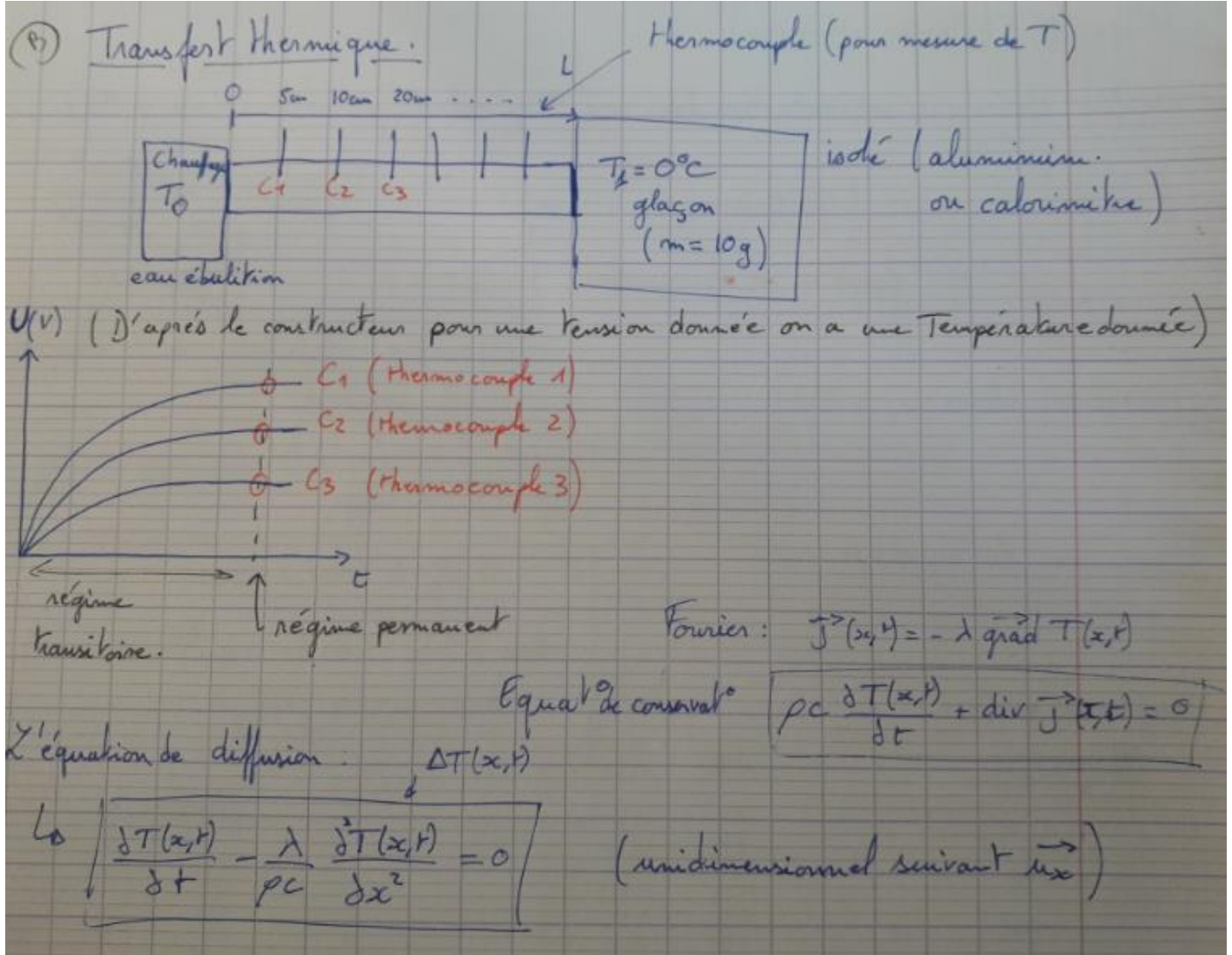
Transfert thermique sont à la base de la plus part des machines industrielle. Il est important de les **maitriser** afin des **les limiter ou les favoriser** pour influencer **le rendement d'une machine**.

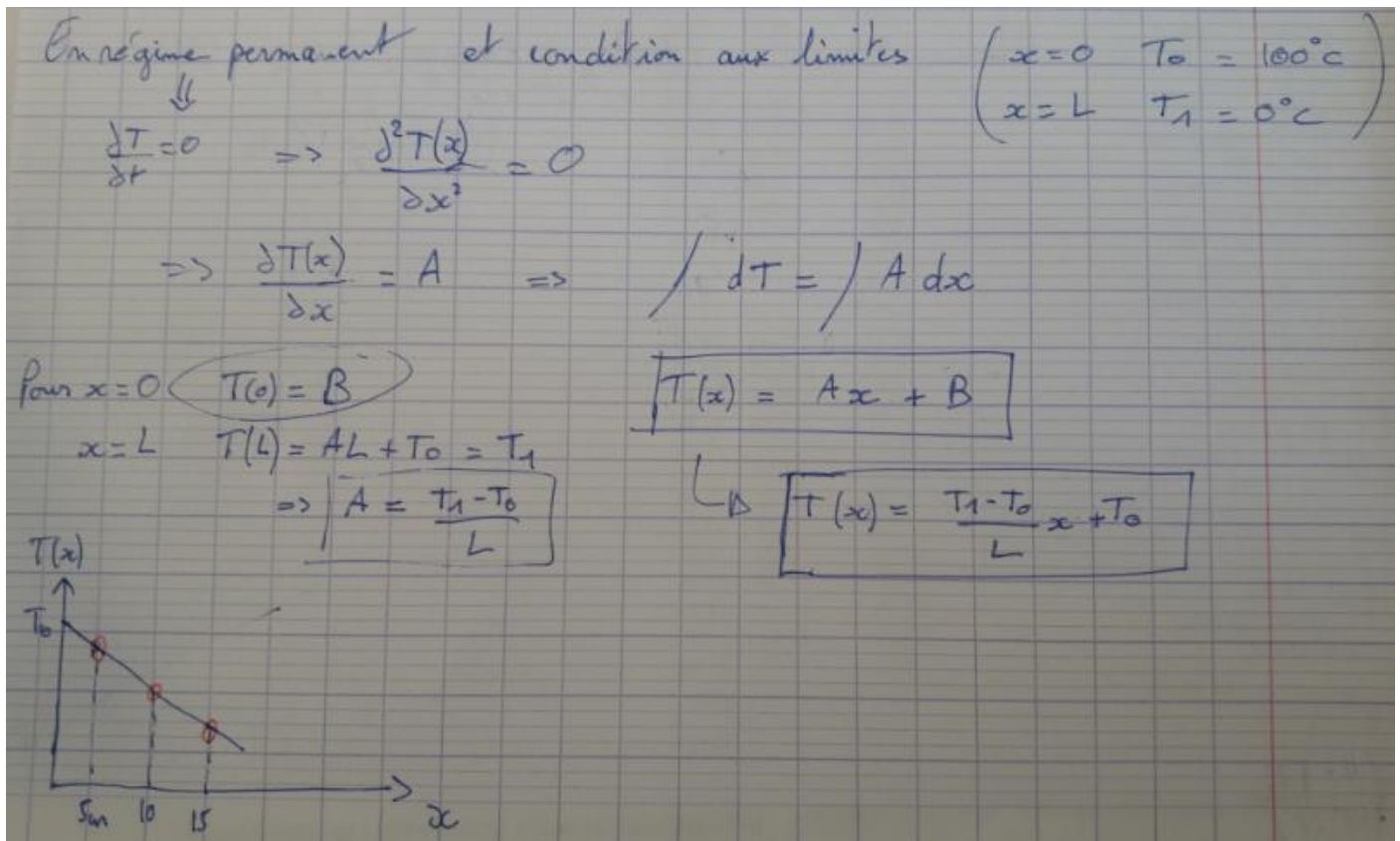
2 - Etude du transfert thermique par conduction dans une tige calorifugée (Quaranta p 97)

Attention la manip est longue : Il faut d'abord faire l'étude en régime transitoire puis attendre le régime permanent (au moins 1H)

Etude en régime permanent vérification de la loi de Fourier (Dunod – Charmont p 18 + Quaranta thermo p97)

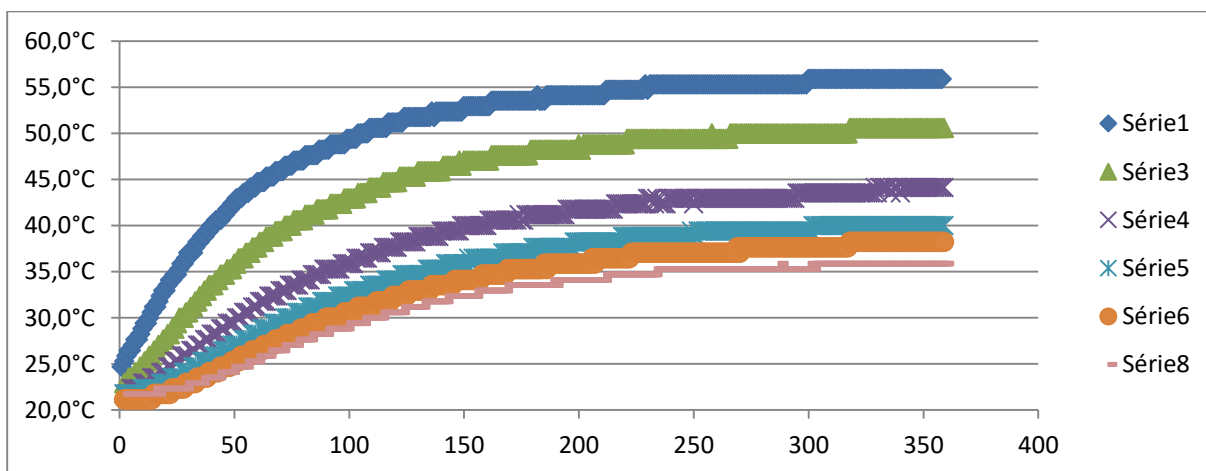
On prend une barre de longueur L de cuivre ou d'aluminium calorifugée munie d'un certain nombre de capteurs de températures régulièrement répartis sur sa longueur. On sait que dans la barre, la température est solution de l'équation de diffusion.





Expérimentalement :

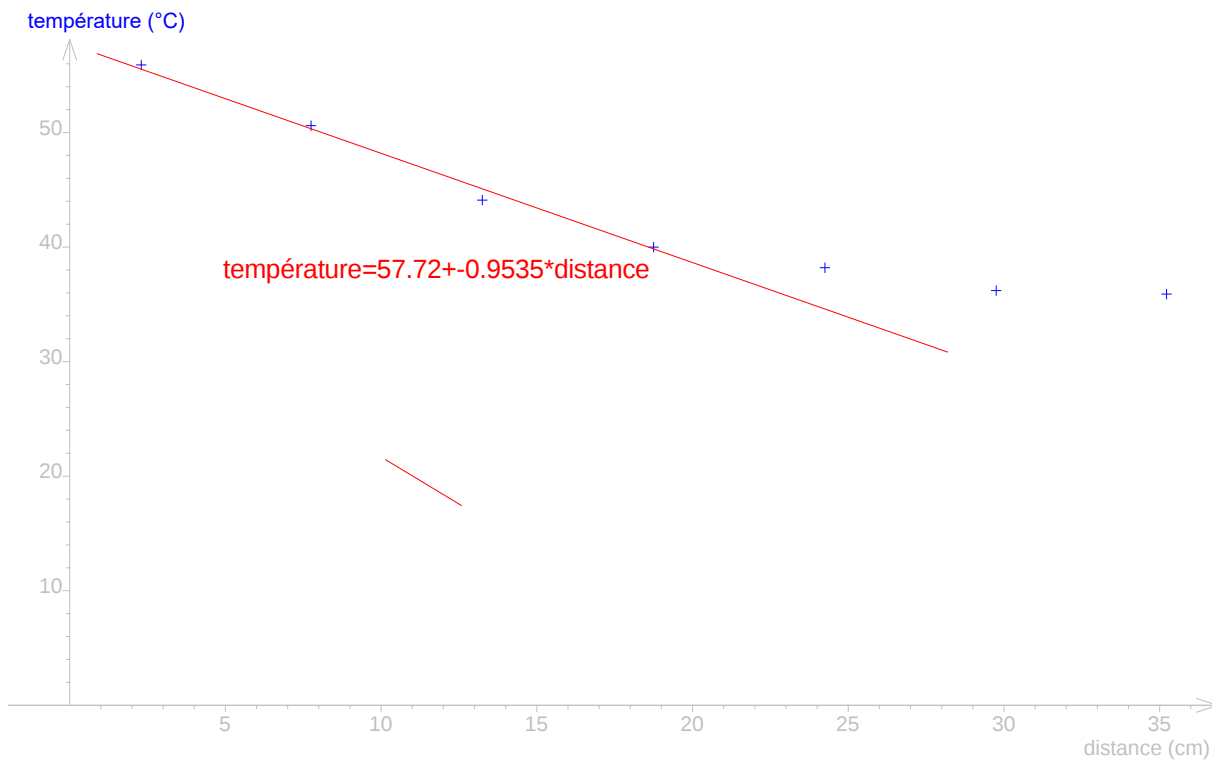
Nous obtenons le graphique $T=f(t)$ suivant pour les différents capteurs :



➔ Régimes transitoire et régime stationnaire bien visibles pour chacun des capteurs.

Nous relevons ensuite les valeurs des températures au régime stationnaire pour chacun des capteurs et nous traçons le graphique $T=f(x)$.

distance (cm)	2,3cm	7,75cm	13,25cm	18,75cm	24,25cm	29,75cm	35,22cm
température (°C)	55,9°C	50,6°C	44,1°C	40,0°C	38,2°C	36,2°C	35,9°C



(Nous avons oublié de relever T_0 et T_1 ainsi que L en manipulation, je vais donc faire avec des estimations pour comparer.)

D'après la loi de Fourier linéarisée et résolue, on a $T(x) = \frac{T_1 - T_0}{L}x + T_0$

$T_1 = 35,9^\circ\text{C}$

$T_0 = 55,9^\circ\text{C}$

$L = 33\text{cm}$

D'où $\frac{T_1 - T_0}{L} = -0,6^\circ/\text{cm}$ et la pente du graphique est de $-0,95^\circ/\text{cm}$.

L'écart relevé vient certainement du fait que nous n'obtenons pas une droite avec les points de la fin du graphique.

Reprenons alors avec simplement la partie linéaire :

$T_1 = 40^\circ\text{C}$

$T_0 = 55,9^\circ\text{C}$

$L = 16,5\text{cm}$

D'où $\frac{T_1 - T_0}{L} = -0,96^\circ/\text{cm}$ et la pente du graphique est de $-0,95^\circ/\text{cm}$, ce qui est plus proche (mais en même temps, je me suis servie des points du graphique pour déterminer T_1 , T_0 et L donc c'est logique...).

3 – Mesure de la conductivité thermique de l'aluminium par calorimétrie. (Dunod Charmont – Montages de physiques p 18)

- Mesure de la capacité calorifique du cuivre (ou aluminium)

On place dans un Dewar de l'eau à 0°C (mélange eau + glace à l'équilibre) avec agitation, puis on plonge une tige de cuivre (ou aluminium) reliée sur la partie haute à un chauffage. La tige est placée de telle sorte que le vase soit correctement calorifugé.

On attend que la répartition de la chaleur dans la tige soit à l'état stationnaire pour débiter la manipulation.

On pèse rapidement un morceau de glace que l'on vient placer dans le calorimètre et on déclenche le chronomètre.

On relève la température de la tige à l'entrée du calorimètre en début et en fin d'expérience.

L'expérience s'achève lorsque le glaçon introduit est entièrement fondu. (Il faut donc avoir un calorimètre transparent ou à la fin ressortir le glaçon, le peser rapidement, et ne comptabiliser que la masse de glace ayant fondu).

En considérant qu'il n'y a pas d'échange avec l'extérieur et en négligeant les pertes :

$$Q_{\text{fonte glace}} = Q_{\text{apportée par le cuivre}}$$

$$mL_f = j_Q dS dt$$

$$mL_f = -\lambda \frac{T_1 - T_0}{L} S \Delta t$$

(suite en photo A du cahier de TP)

Mesure de λ du Cuivre (ou Alu) :

$Q_{\text{fonte glace}} = Q_{\text{apportée par le cuivre}}$

$m \times L_f = j_Q dS \cdot dt$

$m \times L_f = -\lambda \frac{(T_1 - T_0)}{L} \times S \times \Delta t$

$\Rightarrow \lambda = -\frac{m \times L_f \times L}{(T_1 - T_0) \times S \times \Delta t}$ (-330 kJ.kg)

$\lambda_{\text{théor. cu}} = 380 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$

$\lambda_{\text{Alu, th}} = 200 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$

$P = \frac{dQ}{dt} = \vec{j}_Q \cdot d\vec{S}$ (A)

(En négligeant les pertes.
(pas d'échange avec l'extérieur))

$\vec{j}_Q = -\lambda \frac{\partial T}{\partial x}$ en régime permanent

$j_Q = -\lambda \frac{\Delta T}{L} = -\lambda \frac{(T_1 - T_0)}{L}$

$\frac{u(\lambda)}{\lambda} = \sqrt{\left(\frac{u(\Delta t)}{\Delta t}\right)^2 + \left(\frac{u(m)}{m}\right)^2 + \left(\frac{u(T_1 - T_0)}{(T_1 - T_0)}\right)^2 + \left(\frac{u(L)}{L}\right)^2 + \left(\frac{u(S)}{S}\right)^2}$

Expérimentalement :

$$m_{\text{exp}} = 7,2 \text{ g}$$

$$\Delta T = 19^\circ \text{C} = 19 \text{ K}$$

$$\Delta t = 4 \text{ min } 13 = 253 \text{ s}$$

$$L = 11 \text{ cm}$$

$$S \text{ (section de la tige et non surface)} = 1,2 \text{ cm} \times 1,2 \text{ cm} = 1,44 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$\text{D'où } \lambda_{\text{exp, alu}} \approx 380 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$$

$$\lambda_{\text{théorique, alu}} = 200 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$$

Remarque du professeur encadrant pour expliquer l'écart à la valeur théorique :

On a supposé qu'il n'y avait que le flux thermique via le barreau, or il y en a d'autres (parois, plastique, air...) et on attribue tout à l'aluminium, il est donc normal que la valeur soit surévaluée.

La valeur trouvée serait certainement plus proche avec du cuivre car le flux parasite sera plus faible proportionnellement parlant.