

Geffroi SOUBA

Joachim TERHANY

MP 04 : Thermométrie

Introduction:

La température est une grandeur intensive $\Rightarrow$ impossibilité de construire et reproduire un étalon.

La température ne peut donc se mesurer que via d'autres grandeurs physiques nommées paramètres thermométriques.

La température est définie en thermodynamique par:

$$\frac{1}{T} = \left. \frac{\partial S}{\partial U} \right|_{V, n}$$

Cette définition appliquée aux gaz parfait donne la relation:

$$PV = nRT$$

$\Rightarrow$ à V et n fixés la pression d'un gaz parfait est linéaire en T , il s'agit donc d'un paramètre thermométrique particulier.

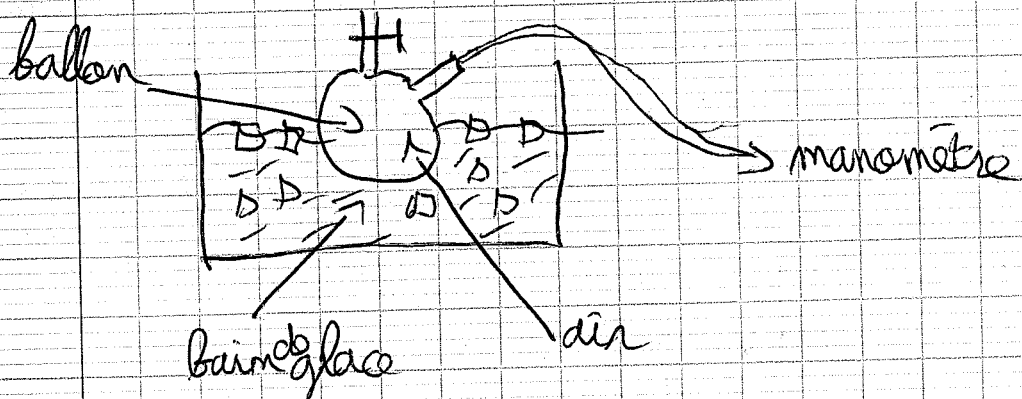
I / Thermomètre à gaz.

La température est donc définie officiellement en métrologie au moyen de cette relation des gaz parfaits.

Le thermomètre utilisé est le thermomètre à l'hydrogène, à partir d'une température fixée arbitrairement on peut ainsi mesurer une température quelconque:

on fixe la température du point triple de l'eau à $273,16 \text{ K} \Rightarrow T = 273,16 \frac{P}{P_{273,16}}$.

Montage:



On utilise, à défaut du point triple de l'eau, l'équilibre monovariant eau liquide $\rightleftharpoons$ glace à pression atmosphérique $\Rightarrow T_0 = 273,15 \text{ K}$.

On mesure $P_0 = P(273,15)$, on détermine alors une échelle absolue de température par:

$$T = 273,15 \frac{P}{P_0}$$

On peut mesurer alors la température ambiante.

II / Échelle pratique de température.

Le thermomètre à gaz étant peu commode on utilise généralement des thermomètres plus "pratiques" $\Rightarrow$ création d'une gamme de thermomètres pratiques pour chaque gamme de températures qui interpolent le thermomètre à hydrogène.

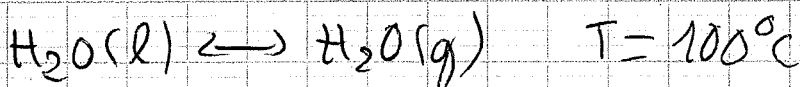
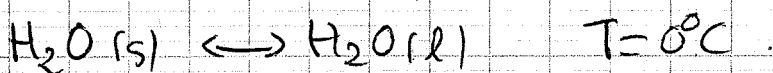
Manipulation :

Étalonnage d'une résistance de platine.

$$R_{Pt}(T) = R_0 (1 + AT + BT^2)$$

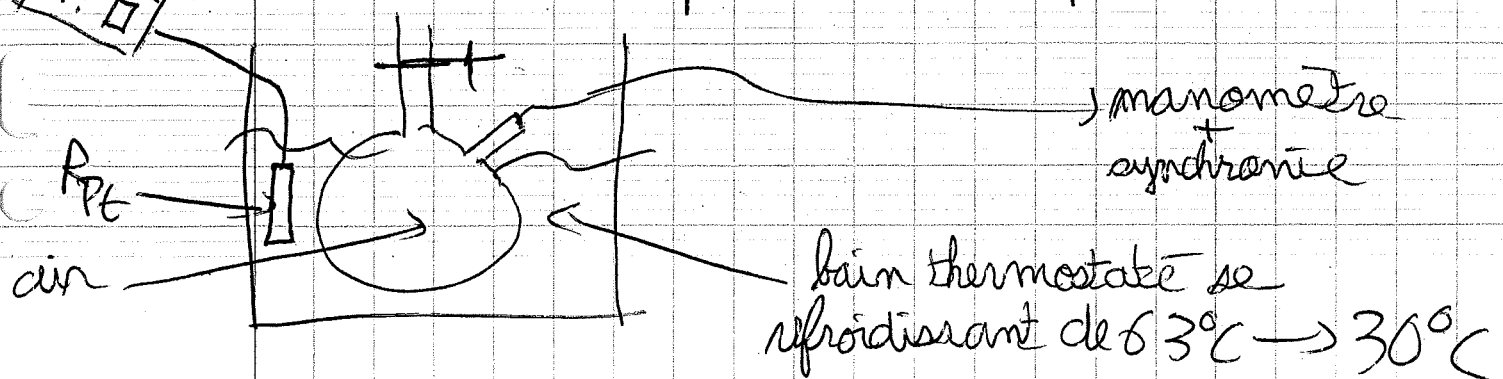
On utilise une Pt 100.

On détermine R_0 , A et B par trois équilibres mono-variantes et on mesure $R_{Pt}(T)$ par un pont de Wheatstone.



Manomètre

Comparaison température thermodynamique / température par résistance de platine.

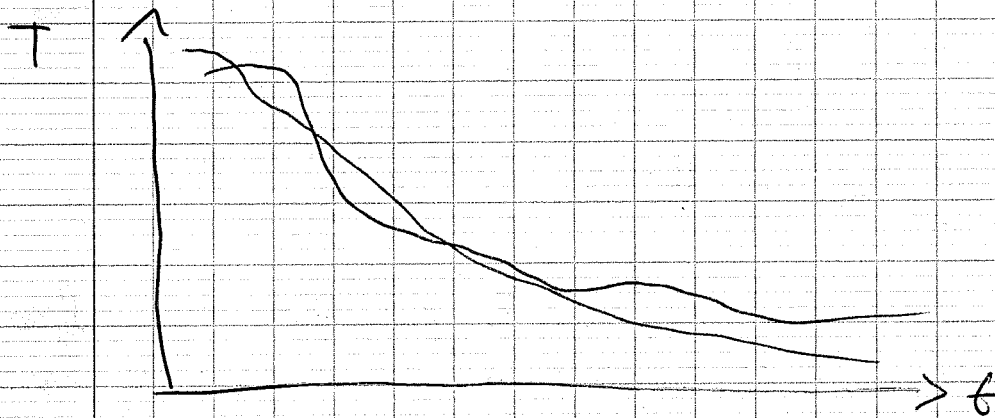


on mesure la température lors du refroidissement du bain thermostaté par deux moyens:

- la "vraie" température par le manomètre et en utilisant $T = T_0 \frac{P}{P_0}$.

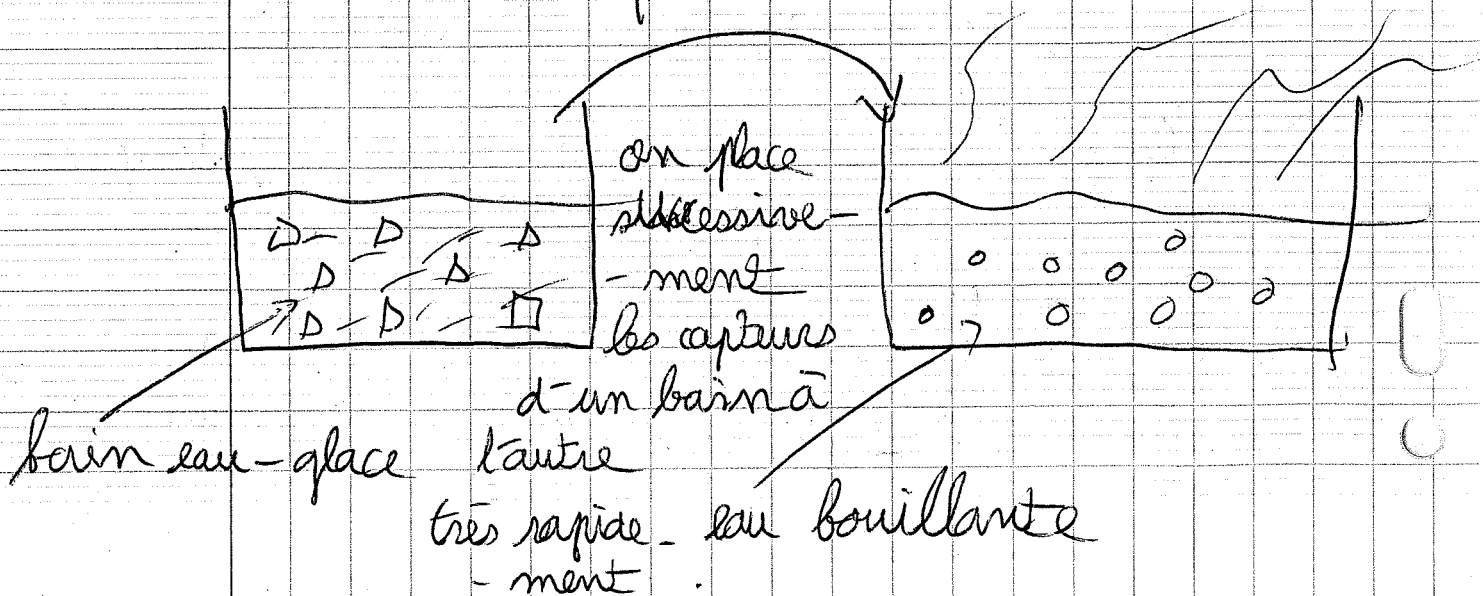
- la température pratique par la résistance de platine étalonnée précédemment.

=> On trace les 2 courbes:



L'écart ne dépasse pas les 2-3 K.

III / Temps de réponses de différents capteurs thermométriques.



On fait les mesures pour :

Résistance de Platine : $R_{Pt} =$

thermistance : $R_{th} =$

thermocouple de type K : $\epsilon_K =$

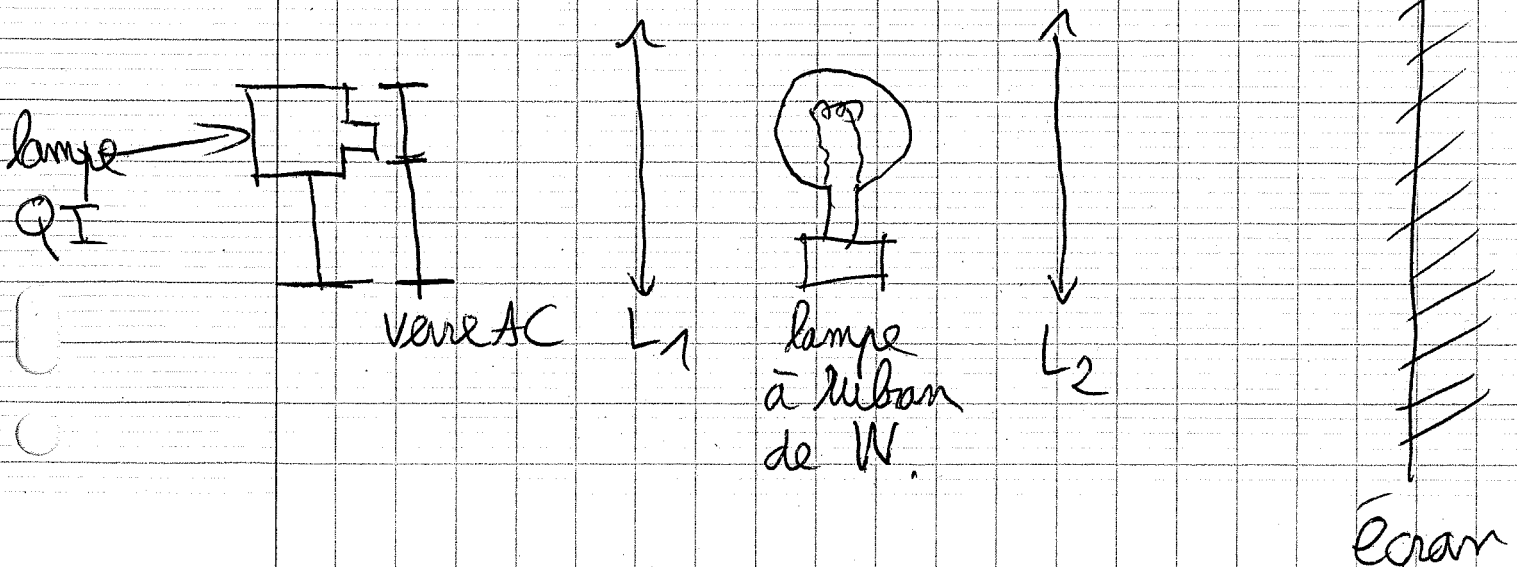
IV / Pyromètre optique

Pour les hautes températures on utilise la loi de Stefan :

$$\Phi = \sigma T^4$$

Le pyromètre optique à filament superpose l'image d'un filament de référence à celle de la source dont on cherche à déterminer la température.

Montage :



L_1 conjugue le filament de la QI sur le ruban de W .

L_2 conjugue filament de la QI + ruban de W sur l'écran: la disparition du ruban de W

en faisant varier le voltage de l'alimentation

de l'ampoule indique la température de la QI:

il suffit de viser à ce moment l'ampoule par un pyromètre commercial étalonné.