

**MESURE DE CAPACITES THERMIQUES A PRESSION CONSTANTE**

Il est conseillé aussi de lire au préalable les textes de TP sur l'enthalpie standard de réaction et sur l'enthalpie de fusion de l'eau.

**1) Principes de la calorimétrie**

La calorie est une ancienne unité d'énergie (encore utilisée dans l'alimentation). La calorimétrie est la partie de la thermodynamique qui consiste à mesurer les échanges de chaleur.

Les expériences sont réalisées sous **pression extérieure constante** (égale à la pression atmosphérique). Le transfert thermique reçu par le système au cours des transformations que l'on réalisera dans ce TP est donc égal à la **variation d'enthalpie** de ce système (voir cours de thermodynamique).

Les capacités thermiques des corps étudiés sont supposées constantes dans l'intervalle de température considéré.

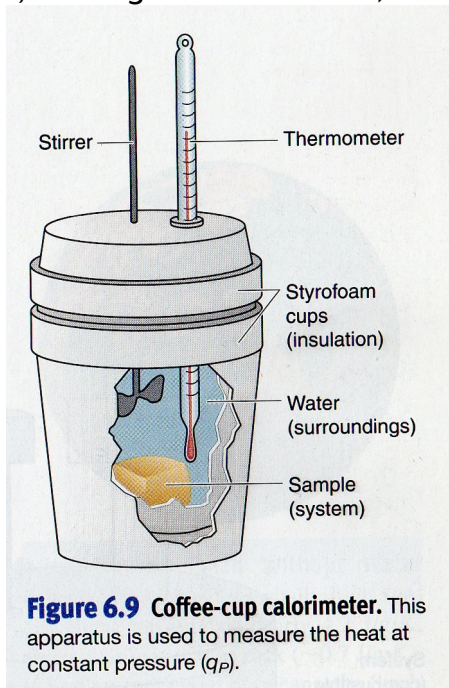
Nous étudions successivement:

- **La méthode électrique**: Le transfert thermique dégagé par effet Joule par une résistance produit un échauffement du corps étudié.

- **La méthode des mélanges**: Le transfert thermique à mesurer échauffe une masse d'eau déterminée.

**2) Calorimètre**

Les expériences ont lieu dans une enceinte suffisamment isolée pour éviter (pendant un laps de temps raisonnable) les échanges de chaleur avec l'extérieur. Cette enceinte est appelée un calorimètre. Les Américains emploient le terme « coffee-cup calorimeter » par analogie avec les mugs en carton avec couvercle dans lesquels ils boivent le café (si vous avez été dans une célèbre chaîne de café américaine, vous avez du boire dans de tels mugs, voir figure ci-dessous).



L'enceinte intérieure et les accessoires du calorimètre (agitateur et thermomètre) interviennent dans les échanges thermiques, puisque leur température varie de la valeur initiale à la valeur finale.

On définit la **valeur en eau**  $\mu$  du calorimètre comme la masse d'eau qu'il faudrait ajouter en début d'expérience pour ne pas avoir à tenir compte du calorimètre dans l'équation calorimétrique. Si  $C_{cal}$  est la capacité thermique en  $J.K^{-1}$  du calorimètre et  $C_{e,mas}$  la capacité thermique massique de l'eau en  $J.K^{-1}.kg^{-1}$ , alors:  $C_{cal} = \mu C_{e,mas}$  avec  $\mu \approx 15 \pm 1$  g.

**3) La sonde thermométrique**

Elle est reliée par l'interface ORPHY GTI à l'ordinateur.

Réglages :

a) mode : temporel et abscisse : temps.

b) synchronisation : clavier ; cela permet de démarrer l'acquisition.

c) balayage : durée = 8 min, nombre = 50,  $\delta t = 10$  s ; cocher durée approximative.

d) grandeur mesurée dans fenêtre en bas à droite de l'écran :

capteur température 0 - 100°C EA6 prise C

e) Etalonner ORPHY : étalonnage non interactif.

	Tension (volt)	température °C
1	0	0
2	1	100

## 4) Méthode électrique

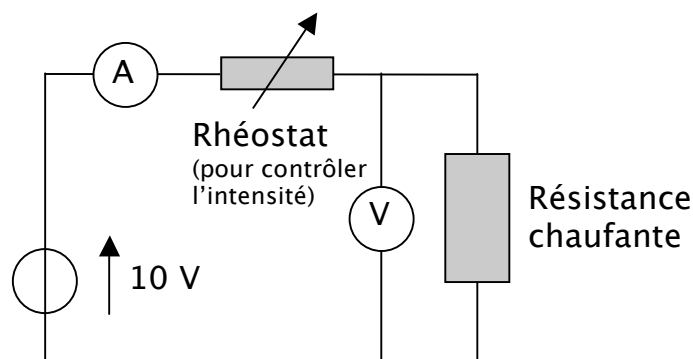
### 4.1) Principe


On veut déterminer la capacité thermique massique  $C_{e, \text{mas}}$  de l'eau.


Le calorimètre contient une masse  $m$  d'eau. Une résistance chauffante, parcourue pendant un temps  $t$  par un courant d'intensité  $I$  sous la tension  $U$ , plonge dans cette eau. La température de l'eau passe alors de  $T_i$  à  $T_f$ . Le premier principe de la thermodynamique donne :


$$(m + \mu) C_{e, \text{mas}} (T_f - T_i) = UIt$$


### 4.2) Mode opératoire




 Mesurer la masse  $m$  d'eau (environ  $300 \text{ cm}^3$ ) en utilisant le calorimètre comme récipient. S'assurer rapidement, avant de mettre la résistance dans le calorimètre, que le courant passe dans le circuit (environ 1 A).


 Une fois la résistance dans le calorimètre, agiter constamment, mais modérément.

 Déclencher l'acquisition et fermer l'interrupteur au bout de quelques minutes. Ouvrir l'interrupteur lorsque l'élévation de température est de l'ordre de 2 à 3 °C.

 relever ensuite la température, pendant quelques minutes.

 Tracer la courbe  $T(t)$ .

### 4.4) Résultat de la mesure :

 A partir des résultats obtenus, déterminer  $C_{e, \text{mas}}$ .

## 5) Méthode des mélanges

### 5.1) Principe


On plonge dans le calorimètre, contenant une masse  $m$  d'eau à la température initiale  $T_0$ , un cylindre métallique de masse  $M$  et de température initiale  $T_i$ . La température finale de l'ensemble est  $T_f$ . Le premier principe donne:

$$(m + \mu) C_{e, \text{mas}} (T_f - T_0) + M C_{m, \text{mas}} (T_f - T_i) = 0$$


$C_{m, \text{mas}}$  est la capacité massique du métal que l'on cherche à mesurer.

### 5.2) Mode opératoire

 Mesurer la masse  $m$  d'eau, nécessaire pour recouvrir le cylindre métallique.

 Déclencher l'acquisition et au bout de 3 min retirer le cylindre de l'étuve et le plonger rapidement dans le calorimètre (**sans le placer contre la sonde thermométrique !**).

### 5.3) Résultat de la mesure

 Déterminer la capacité thermique massique  $C_{m, \text{mas}}$  du métal et comparer aux valeurs tabulées :  $C_p(\text{Pb}) = 130$ ,  $C_p(\text{Al}) = 890$ ,  $C_p(\text{Fer}) = 460$ ,  $C_p(\text{Cu}) = 380$  (en  $\text{J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ ), grandeurs mesurées à température ambiante.