

## TP N.01

### Calorimétrie :

#### Objectifs :

- Se familiariser avec le matériel calorimétrique.
- Mesurer les grandeurs usuelles en calorimétrie.
- Mesures de chaleurs et de capacités calorifiques.

## 1 Définitions :

- La calorimétrie repose sur un principe fondamental : principe de l'égalité des échanges thermiques (ce qui est perdu par un milieu est gagné par un autre milieu) : c'est le premier principe de la thermodynamique.
- En calorimétrie, les transformations se font à pression constante (elles sont isobares). On considère les capacités calorifiques molaires ( $C_{pm}$ ) constantes c'est à dire indépendantes de la température et de la pression.
- On étudie des systèmes liquides et solides : on les considère incompressibles donc leur volume est constant. La conséquence est que tout échange d'énergie thermique s'écrit :

$$Q_p = nC_{pm}\Delta T$$

avec  $\Delta T = T_f - T_i$  la différence de température du sous-système en degré Kelvin (K).

Mais par la suite on omettra les indices et on parlera de capacité calorifique noté C (capacité massique, la seule utilisée).

## 2 Capacité calorifique d'un calorimètre :

- L'instrument utilisé pour mesurer échanges de chaleur et capacités calorifiques est un calorimètre.
- Les mesures calorimétriques étant basées sur des échanges thermiques entre sous-systèmes dans le calorimètre, il faut prendre aussi en compte les échanges thermiques entre ce que contient le calorimètre et le calorimètre :  
c'est le rôle de  $\mu$  que l'on appelle la valeur en eau du calorimètre. On considère qu'en ce qui concerne les échanges thermiques, le calorimètre et ses accessoires sont équivalents à une masse d'eau,  $\mu$ .

Ainsi on peut écrire la capacité calorifique du calorimètre comme :  $C = \mu.C_e$   
avec

♦  $C_e$  la capacité calorifique massique de l'eau liquide, soit  $4180 J.K^{-1}.kg^{-1}$  ;

♦  $\mu$  la masse équivalente en eau du calorimètre en kilogramme (kg).

- Par contre, on ne prendra pas en compte les échanges entre le calorimètre et le milieu extérieur, le système **calorimètre + accessoires est donc isolé**.

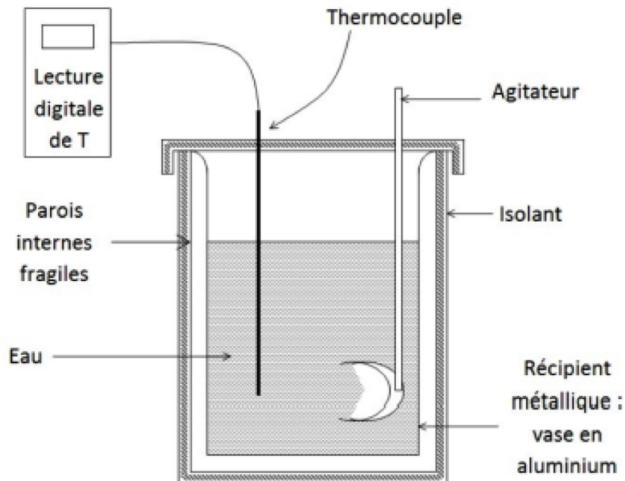
## 3 Dispositif expérimental :

### 3.1 Le calorimètre adiabatique :

Le **calorimètre** est comme une "**bouteille thermos**", ceci afin de diminuer les pertes thermiques : l'instrument devient alors presque un **calorimètre adiabatique**.

### 3.2 Détails techniques :

Le chauffage de l'eau peut se faire grâce à une bouilloire ou une plaque électrique. La température est relevée à l'aide d'un thermomètre à thermocouple avec lecture digitale sur un boîtier : utiliser la précision 0,1°C.



Bien agiter les mélanges et bien fermer le calorimètre pour de meilleurs résultats.

## 4 Détermination de la valeur en eau du calorimètre :

### 4.1 Principe :

Un conducteur métallique de résistance  $R$  est immergé dans un liquide de masse  $m$  et de capacité thermique massique  $c_{\text{liquide}}$ . L'ensemble est placé dans un calorimètre de capacité thermique  $C_{\text{calorimètre}}$ . Lorsque le conducteur, sous la tension continue  $U$ , est parcouru par le courant d'intensité  $I$  pendant l'intervalle de temps  $\Delta t$ , il cède le transfert thermique :

$$Q = U.I.\Delta t = RI^2\Delta t = \frac{U^2}{R}\Delta t$$

### 4.2 Manipulation :

- Mettre  $m_{\text{eau}} = 800g$  d'eau dans le vase calorimétrique. Mettre en place le thermomètre, bien agiter pendant 15 s, puis lire la température sur le thermomètre.
- Mesurer la résistance du conducteur ohmique chauffant avec un ohmmètre.
- Immerger le conducteur ohmique chauffant.
- Brancher directement le conducteur chauffant sur les bornes 0 et 12 V continue de l'alimentation, on commandera l'alimentation avec l'interrupteur général situé derrière l'appareil. Déclencher le chronomètre et mettre en route l'alimentation pendant 10 minutes, en agitant de temps en temps l'eau. Toutes les 2 minutes, bien agiter le liquide pendant 15 s pour être sûr de l'homogénéité de la température et mesurer de nouveau la température. Arrêter l'alimentation au bout de 10 minutes.

|               |   |   |   |   |   |    |
|---------------|---|---|---|---|---|----|
| t (min)       | 0 | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 |
| $\Delta t(s)$ |   |   |   |   |   |    |
| $\theta(C)$   |   |   |   |   |   |    |
| $\Delta T(K)$ |   |   |   |   |   |    |

- Comment évolue la température en fonction du temps ? Que cela signifie-t-il ?

### 4.3 Exploitation :

1. Tracer la courbe qui représente l'évolution de  $\Delta T$  en fonction de  $\Delta t$ . La capacité thermique de l'eau est  $C_{eau} = 4,18 J.K^{-1}.g^{-1}$ .
2. Déterminer la capacité thermique du calorimètre.
3. En déduire  $\mu$  la valeur en eau du calorimètre.

## 5 Détermination de la capacité thermique massique d'un solide :

On dispose plusieurs types de solides : du cuivre, de l'aluminium et du plexiglas. Pour mesurer la capacité calorifique de ces solides, on adopte une méthode semblable à celle utilisée dans la partie précédente.

### 5.1 Manipulation :

- Mettre  $m_{eau} = 400$  g d'eau dans le vase calorimétrique.
- Mesurer la masse du solide que vous devez étudier.
- Placer les morceaux de solide dans l'eau. Veiller à ce qu'ils soient complètement immergés.
- Mettre en place le thermomètre, bien agiter pendant 15 s, puis lire la température sur le thermomètre.
- Mesurer la résistance du conducteur ohmique chauffant avec un ohmmètre.
- Immerger le conducteur ohmique chauffant.
- Vérifier que la totalité du solide est immergée.
- Brancher directement le conducteur chauffant sur les bornes 0 et 12 V continue de l'alimentation, on commandera l'alimentation avec l'interrupteur général situé derrière l'appareil. Déclencher le chronomètre et mettre en route l'alimentation pendant 10 minutes, en agitant de temps en temps l'eau. Toutes les 2 minutes, bien agiter le liquide pendant 15 s pour être sûr de l'homogénéité de la température et mesurer de nouveau la température. Arrêter l'alimentation au bout de 10 minutes.

|               |   |   |   |   |   |    |
|---------------|---|---|---|---|---|----|
| t (min)       | 0 | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 |
| $\Delta t(s)$ |   |   |   |   |   |    |
| $\theta(C)$   |   |   |   |   |   |    |
| $\Delta T(K)$ |   |   |   |   |   |    |

### 5.2 Exploitation :

1. Tracer la courbe qui représente l'évolution de  $\Delta T$  en fonction de  $\Delta t$ . La capacité thermique de l'eau est  $C_{eau} = 4,18 J.K^{-1}.g^{-1}$ .
2. Déterminer la capacité thermique du solide étudié.
3. Comparer à la valeur indiquée dans la littérature à pression atmosphérique et  $0^\circ C$  et conclure sur la précision de la mesure.

|                                                   |        |           |           |
|---------------------------------------------------|--------|-----------|-----------|
| Solide                                            | Cuivre | Aluminium | Plexiglas |
| Capacité thermique massique ( $J.g^{-1}.K^{-1}$ ) | 0,385  | 0,897     | 1,47      |