

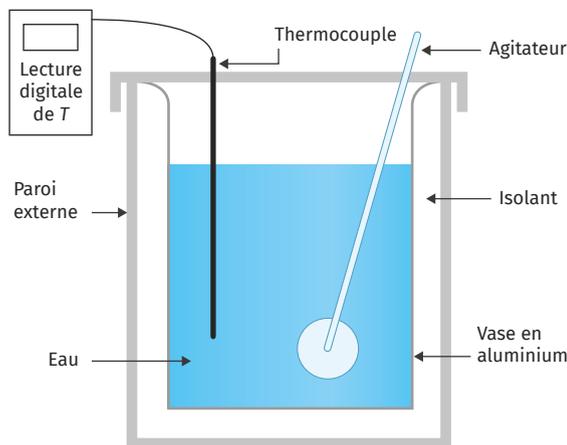
## 4 Calorimétrie

La calorimétrie est une technique expérimentale de la thermodynamique visant à mesurer les transferts thermiques. Elle s'effectue dans des calorimètres, qui sont considérés comme des systèmes fermés avec une excellente isolation thermique.

→ **Comment déterminer expérimentalement la capacité thermique massique de l'eau ?**

### Doc. 1 Calorimètre

Un calorimètre est un ensemble de deux récipients en aluminium séparés par une couche d'air. Il se comporte comme une bouteille isotherme (ou bouteille thermos), c'est-à-dire que, sur la durée de l'expérience, on peut considérer qu'ils n'échangent pas d'énergie sous forme thermique avec l'extérieur.



### Doc. 3 Méthode des mélanges

Une des méthodes très utilisées en calorimétrie est appelée « méthode des mélanges ». Elle peut être utile pour déterminer, par exemple, la valeur de la capacité thermique d'un calorimètre. Le principe de cette méthode est le suivant : après introduction d'une masse déterminée d'eau dans le calorimètre à une température plus élevée que celle du calorimètre, l'ensemble {calorimètre + eau} atteint l'équilibre thermique. À noter que la valeur de la capacité thermique de ce système est la somme de la capacité thermique du calorimètre et de ses accessoires, notée  $\mu$ , et de la capacité thermique de l'eau ajoutée.

On peut alors introduire une seconde masse d'eau à une autre température et relever la valeur de la température à l'équilibre thermique.

Un bilan d'énergie permet d'obtenir la valeur de la capacité thermique du calorimètre  $\mu$  en fonction de la valeur de la capacité thermique massique de l'eau, des masses d'eau ajoutées et des températures mesurées.

### Doc. 2 Variations d'énergie interne

Bien que le calorimètre n'échange pas d'énergie thermique avec l'extérieur, c'est-à-dire que  $Q = 0$  J, son énergie interne peut varier.

Par exemple, si l'on introduit une masse  $m$  d'eau très froide à une température  $T_f$  dans le calorimètre à la température  $T_0$ , on observe, au bout d'un certain temps, un équilibre thermique. L'eau et le calorimètre atteignent tous deux une température  $T_{\text{éq}}$ .

Si l'on note  $C_c$  la capacité thermique du calorimètre, celui-ci reçoit un transfert thermique :

$$\Delta U_1 = C_c \cdot (T_{\text{éq}} - T_0)$$

De même, si l'on note  $c$  la capacité thermique massique de l'eau, celle-ci reçoit un transfert thermique :

$$\Delta U_2 = m \cdot c \cdot (T_{\text{éq}} - T_f)$$

L'hypothèse initiale nous permet alors de simplifier le premier principe :

$$\Delta U_1 + \Delta U_2 = W$$

Dans le cas où le système ne reçoit aucun travail, on a même :

$$\Delta U_1 + \Delta U_2 = 0 \text{ J}$$

### Doc. 4 Travail fourni par une résistance

Le travail  $W$ , d'origine électrique, fourni par une résistance dissipant une puissance  $P$  pendant une durée  $\Delta t$  s'exprime :

$$W = P \cdot \Delta t \quad \left| \begin{array}{l} W : \text{travail électrique fourni (J)} \\ P : \text{puissance dissipée par la résistance (W)} \\ \Delta t : \text{durée de fonctionnement (s)} \end{array} \right.$$

### Doc. 5 Matériel nécessaire

- Calorimètre avec résistance chauffante intégrée, muni d'un agitateur et d'un thermomètre
- Bain-marie
- Alimentation variable
- Deux multimètres
- Balance électronique
- Sonde de température et carte d'acquisition



## 1 Méthode des mélanges (15 minutes conseillées)

- Après avoir pesé précisément et introduit dans un calorimètre environ 250 mL d'eau chaude, relever la température à l'équilibre thermique.
- À l'aide d'un bilan énergétique, proposer un protocole reprenant la méthode des mélanges et utilisant uniquement une balance, un thermomètre, de l'eau et l'ensemble précédent pour déterminer la « valeur en eau »  $\mu$  de l'ensemble {calorimètre + résistance}.

**Appel n° 1** Appeler le professeur pour lui présenter le protocole, ou en cas de difficulté.

## 2 Mise en œuvre du protocole (10 minutes conseillées)

- Mettre en œuvre le protocole précédent. Déterminer la valeur de  $\mu$ .

**Appel n° 2** Appeler le professeur pour lui présenter les résultats expérimentaux ou en cas de difficulté.

## 3 Méthode électrique (10 minutes conseillées)

- La masse d'eau dans le calorimètre étant connue, relever la température de l'ensemble {calorimètre + eau}, puis vérifier que la résistance est totalement immergée.
- Réaliser le circuit en série comprenant la résistance chauffante, l'alimentation variable éteinte et l'ampèremètre. Brancher un voltmètre aux bornes de la résistance.

**Appel n° 3** Appeler le professeur pour lui présenter le montage ; ou en cas de difficulté.

## 4 Mesures et exploitation des résultats (25 minutes conseillées)

- Après avoir allumé l'alimentation et l'avoir réglée de manière à ce que la résistance dissipe une puissance de l'ordre de 10 W (on relèvera la valeur effective notée  $P$ ), relever la température toutes les 20 s pendant 10 min.
- À l'aide d'un bilan énergétique, déterminer une relation entre la valeur en eau  $\mu$  et la capacité thermique massique de l'eau  $c$ . En utilisant la valeur trouvée précédemment pour  $\mu$ , déterminer  $c$ .

*Défaire le montage et ranger la paillasse*

**Se préparer  
aux ECE**

Présenter une fiche de révision incluant le schéma d'un calorimètre et son utilité dans le cadre de la mesure d'une capacité thermique massique.