

**Objectifs :** apprendre à utiliser un calorimètre et mesurer la capacité thermique massique d'un solide.

## 1. CARACTÉRISTIQUES DU CALORIMÈTRE

### 1.1. Principe

Un calorimètre est une enceinte atherme (en théorie). Dans la pratique, les échanges thermiques avec l'extérieur sont très lents, et peuvent être négligés dans toutes les manipulations qui suivent. Vous serez cependant invités à les mettre en évidence.

Les calorimètres les plus courants sont constitués d'une double paroi en verre (*attention : fragile !*) nommée vase Dewar, au milieu de laquelle on a fait le vide pour éviter les transferts thermiques par conduction et convection. La paroi extérieure du vase est métallique et réfléchissante pour éviter les pertes par rayonnement. L'ensemble est enveloppé d'une paroi en plastique. Le calorimètre est fermé par un couvercle permettant d'introduire un agitateur et un thermomètre.



- À votre avis, où se situe la faiblesse du calorimètre, c'est à dire la raison pour laquelle il n'est pas parfait ?

Même supposé parfait, le calorimètre possède une capacité thermique  $C_{cal}$  non négligeable par rapport aux capacités thermiques des autres corps utilisés. Comme elle est inconnue, il convient de commencer par la mesurer. Pour que cette mesure ait un sens, elle doit être effectuée exactement dans les conditions où ce même calorimètre sera ensuite utilisé pour des mesures de quantités de chaleur : mêmes accessoires, sonde thermométrique et agitateur ; rempli d'eau jusqu'au même niveau, de façon à mettre en jeu la même surface de paroi. Pensez à **noter son numéro**, pour vérifications.

### 1.2. Mode opératoire

- Introduire dans le calorimètre un volume d'eau froide  $V_1$  suffisant pour que la sonde soit en contact avec l'eau, mesuré précisément à l'aide d'une éprouvette graduée, ainsi que le capteur de température relié à l'ordinateur (sonde USB *Go!Temp*). Attendre la fin des transferts thermiques entre le calorimètre et l'eau, c'est-à-dire quand la température se stabilise, et relever sa valeur  $T_1$  (logiciel *Logger*).
- Paramétrage de l'acquisition : dans *Logger*, *Menu : Expérience ► Paramètres des mesures...* Régler la durée à 4 minutes, avec 120 échantillons par minutes.
- Lancer l'acquisition : bouton  $\triangleright$  ou *Expérience ► Commencer la mesure* ou encore [espace].
- Au bout d'environ 30 secondes à 1 minute, mesurer à l'aide d'un thermomètre la température  $T_2$  d'un volume d'eau chaude (entre  $60^\circ\text{C}$  et  $80^\circ\text{C}$ )  $V_2$ , mesuré précisément. L'introduire immédiatement dans le calorimètre. Agiter pour mélanger.
- Attendre la fin de l'acquisition.  
*Expérience ► Arrêter la mesure* ou [espace] pour annuler, en cas de besoin.  
Par précaution, enregistrer vos mesures : *Fichier ► Enregistrer*.
- Exportation de la courbe : les options de *Logger* étant un peu limitées, on exportera les données dans *Latis Pro*. Dans *Logger* : *Fichier ► Exporter comme... ► CSV...*  
Dans *Latis Pro* : *Fichier ► Importation*. Il faut ensuite indiquer, par glissé-déposé à la souris, quelles données vont en abscisse (le temps) et quelles données vont en ordonnées (les températures). Par précaution, enregistrer votre travail dans *Latis Pro* : *Fichier ► Enregistrer*.

### 1.3. Exploitation des résultats / rédaction du compte-rendu

- Faire un schéma du matériel utilisé.
- Repérer par extrapolation la température d'équilibre  $T_f$ . Mesurer sur le graphe l'écart  $T_f - T_1$ . Porter cette indication sur le schéma. Justifier la présence ou non de pertes.
- Imprimer la courbe, après y avoir porté les mentions utiles.
- À partir des températures  $T_1$ ,  $T_2$  et  $T_f$  ainsi que des masses  $m_1$  et  $m_2$ , déduites des volumes  $V_1$  et  $V_2$ , déterminer la

capacité thermique  $C_{cal}$  du calorimètre. Montrer que 
$$C_{cal} = \frac{m_2(T_2 - T_f) - m_1(T_f - T_1)}{T_f - T_1} c_{eau}$$

- Indiquer les sources d'erreurs envisageables.

Menus contextuels de LatisPro ? Quelques indications sommaires :

- Clic droit > Calibrage : pour ajuster l'échelle automatiquement.
- Clic droit > Créer droite. Clic droit sur extrémité pour régler la pente. Clic droit > Terminer.
- Clic droit > Créer flèche. Clic gauche pour fixer, étirer, déplacer. Clic droit > 2 pointes. Clic droit > Terminer.
- Clic droit > Réticule. Positionner, double-clic pour fixer l'origine. Glisser pour mesurer  $T_f - T_i$ . Clic droit > Terminer.
- Clic droit > Créer commentaire. Clic droit > Terminer.

## 2. CAPACITÉ THERMIQUE D'UN SOLIDE

Dans cette partie, il s'agit de déterminer la nature d'un ou plusieurs échantillons de métal, en déterminant leurs capacités thermiques massiques.

Vous devez vous inspirer de la première expérience et faire preuve d'initiative. Consultez la liste du matériel à votre disposition pour vous guider.

- Proposer un protocole expérimental (à faire valider) permettant de déterminer la capacité thermique massique du métal.
- Réaliser l'expérience et les mesures.
- En déduire la capacité thermique massique du métal.
- Identifier le métal, en utilisant les données du §3.

## 3. DONNÉES

On donne un extrait de tables :

	eau	acier	cuivre	aluminium	plomb	zinc	laiton*
$c$ (en $J \cdot K^{-1} \cdot kg^{-1}$ )	4185	435	385	897	129	380	377

\*alliage cuivre-zinc

### Matériel :

- capteur de température USB "Go!Temp"
- logiciels "Logger" et "LatisPro"
- calorimètre
- bécher 200 mL
- thermomètre à affichage numérique
- éprouvette graduée
- bouilloire
- masses métalliques
- crochet pour prendre le cylindre métallique lorsqu'il est chaud
- chauffage électrique 900 W
- casserole + grille