

# TP ch 10 – comprendre **Déterminer une énergie de changement d'état**

## **Objectifs du T.P. :**

Comprendre le phénomène d'échange d'énergie entre différents corps (énergie cédée, énergie reçue)

Comprendre la notion d'équilibre thermique et l'égalité entre les énergies cédée et reçue en l'absence de perte thermique

Exprimer et calculer ces échanges d'énergie pour en déduire une énergie de changement d'état

## **I – Présentation du calorimètre et des échanges énergétiques**

### **1) Le calorimètre : un dispositif isolé**

Un calorimètre est un dispositif qui limite les échanges d'énergie avec le milieu extérieur. Avec une bonne approximation, on peut donc considérer que tous les échanges se produisant à l'intérieur du calorimètre se font sans aucune perte d'énergie.

### **2) Qui cède de l'énergie ?**

Ce sont les corps chauds.

La manifestation la plus courante de cet échange est une diminution de la température du corps.

### **3) Qui reçoit de l'énergie ?**

Ce sont les corps froids.

Dans ce cas, plusieurs manifestations sont possibles et peuvent se combiner :

- changement d'état ;
- augmentation de la température du corps après changement d'état (parfois avant aussi).

**Attention ! Il faut savoir que lors du changement d'état d'un corps, toute l'énergie reçue sert à cette transformation physique et la température du corps reste constante !**

### **4) Conservation de l'énergie**

Dans un système isolé (pas d'échanges d'énergie avec le milieu extérieur), la somme des énergies cédées par les corps chauds sera égale en valeur absolue à la somme des énergies reçues par les corps froids lorsque la température a atteint une valeur constante appelée température d'équilibre thermique.



## **II – Détermination de l'énergie de changement d'état de la glace**

### **1) Expérience**

Dans une éprouvette, pesez la masse  $m_1$  d'un volume d'environ 150 mL d'eau à température ambiante. Versez ce volume  $V_1$  dans le calorimètre. Notez la température  $\theta_1$  de cette eau dans le calorimètre dans le tableau suivant :

Système	eau du calorimètre	calorimètre	glace	eau de fusion des glaçons
masse	$m_1 =$		$m_2 =$	$m_2 =$
température initiale	$\theta_1 =$	$\theta_1 =$	$\theta_2 =$	$\theta_2 =$
température finale	$\theta_3 =$	$\theta_3 =$	$\theta_2 =$	$\theta_3 =$

Dans une coupelle, pesez très rapidement la masse  $m_2$  de quelques glaçons, puis transférez-les rapidement dans le calorimètre. Leur température est  $\theta_2 = 0,0$  °C.

Refermez le calorimètre et agitez régulièrement. Notez la température  $\theta_3$  quand la glace a totalement fondu et que la température d'équilibre thermique est atteinte.

### **2) Analyse des échanges énergétiques**

1) Quels sont les corps chauds qui cèdent de l'énergie ?

2) Quel est le corps froid qui reçoit de l'énergie ? Conserve-t-il toujours le même état physique tout au long de l'expérience ?

3) Quelles sont les manifestations de l'énergie reçue sur le corps froid ?

### 3) De nouvelles grandeurs

- la **capacité thermique massique** d'un corps est la quantité d'énergie en joule qu'il faut fournir à une masse de 1,0 g pour augmenter sa température de 1,0 °C.

Exemple : *capacité thermique massique de l'eau liquide* :  $c = 4,18 \text{ J.g}^{-1}.\text{°C}^{-1}$

**Complétez** : pour augmenter la température de \_\_\_\_\_ d'une masse de \_\_\_\_\_ d'eau, il faut fournir l'énergie suivante : \_\_\_\_\_.

De la même façon, la diminution de température de \_\_\_\_\_ d'une masse de \_\_\_\_\_ d'eau fournit l'énergie suivante : \_\_\_\_\_.

- La **capacité thermique** du calorimètre est l'énergie qu'il faut lui fournir pour augmenter sa température de 1,0 °C. *Pour les calorimètres fournis* :  $C = 22 \text{ J.°C}^{-1}$

**Complétez** : pour augmenter la température de \_\_\_\_\_ du calorimètre, il faut fournir l'énergie suivante : \_\_\_\_\_.

De la même façon, la diminution de température de \_\_\_\_\_ du calorimètre fournit l'énergie suivante : \_\_\_\_\_.

### 4) Comment exprimer ces échanges thermiques ?

Règle de correspondance :

Masse (g)		Énergie pour 1,0 °C (J)
1	↔	<b>c</b>
<b>m</b>	↔	$\Delta E(1,0 \text{ °C})$

a. **Exprimez** l'énergie  $\Delta E(1,0 \text{ °C})$  fournie à un corps de masse m pour augmenter sa température de 1,0 °C. *Remarque : il faut apporter c pour augmenter la t° de 1,0 °C de 1,0 g donc pour m g, il faut...*

**Complétez** : pour augmenter la température de \_\_\_\_\_ d'un corps de masse m, il faut fournir l'énergie d'expression suivante : \_\_\_\_\_.

b. **Exprimez** l'énergie  $\Delta E$  fournie à un corps de masse m pour augmenter sa température de  $\Delta\theta$ .

**Complétez** : pour augmenter la température de \_\_\_\_\_ d'un corps de masse m, il faut fournir l'énergie d'expression suivante : \_\_\_\_\_.

c. Par analogie et en observant les unités de c et C, **exprimez** l'énergie fournie au calorimètre pour augmenter sa température de  $\Delta\theta$  en tenant compte de la différence d'unité entre c et C.

d. Que représente  $\Delta\theta$  ? **Exprimez**  $\Delta\theta$  en fonction des températures initiale et finale  $\theta_f$  et  $\theta_i$ .

e. **Exprimez**  $\Delta\theta$  dans le cas de l'eau versée dans le calorimètre et du calorimètre en fonction de  $\theta_1$  et  $\theta_3$ . Est-ce une grandeur positive ou négative ? Justifiez. Que pouvez-vous dire du signe de la valeur d'énergie correspondante ? Concluez.

f. **Exprimez**  $\Delta\theta$  dans le cas de l'eau de fonte des glaçons en fonction de  $\theta_2$  et  $\theta_3$ . Est-ce une grandeur positive ou négative ? Justifiez. Que pouvez-vous dire du signe de la valeur d'énergie correspondante ? Concluez.

### 5) Calcul des échanges thermiques

a. Exprimez et calculez la valeur de l'énergie  $\Delta E_1$  cédée par la masse  $m_1$  d'eau pour son passage de la température  $\theta_1$  à la température  $\theta_3$ .

b. Exprimez et calculez de l'énergie cédée  $\Delta E_c$  par le calorimètre pour son passage de la température  $\theta_1$  à la température  $\theta_3$ .

c. Exprimez et calculez l'énergie  $\Delta E_2$  nécessaire pour amener la masse  $m_2$  l'eau des glaçons fondus de la température  $\theta_2$  à la température  $\theta_3$ .

d. Grâce au principe de conservation de l'énergie, exprimez et calculez l'énergie  $\Delta E_f$  utilisée pour réaliser la fusion de la masse  $m_2$  de glace.

### 6) Pour aller plus loin...

L'énergie massique de fusion de la glace (ou chaleur latente de fusion)  $L_f$  est l'énergie en J qu'il faut fournir à 1 g d'un corps pour qu'il passe de l'état solide à l'état liquide. Elle s'exprime en  $\text{J.g}^{-1}$

a. Pourquoi cette énergie ne dépend-elle pas de la température ?

b. Par analogie avec les expressions du 4), exprimez l'énergie fournie à une masse m d'un corps pour le faire fondre en fonction de m et de  $L_f$ .

c. Exprimez et calculez la valeur de l'énergie massique de fusion de la glace  $L_f$ .

d. En théorie, la valeur de l'énergie massique de fusion de la glace vaut :  $3,3.10^2 \text{ J.g}^{-1}$ .

Comparez cette valeur théorique à celle obtenue expérimentalement et faites des propositions pour améliorer la précision de cette détermination.