

Nom: ..... Prénom: ..... Classe: ..... Date: .....

## Changements d'état et transferts thermiques

| Objectifs                                                                                                                                                                                                                        | Classe |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| <input type="checkbox"/> Écriture symbolique d'un changement d'état. Modélisation microscopique d'un changement d'état. Transformations physiques endothermiques et exothermiques. Énergie de changement d'état et applications. | 2nde   |
| <input type="checkbox"/> Exploiter la relation entre l'énergie transférée lors d'un changement d'état et l'énergie massique de changement d'état de l'espèce.                                                                    | Durée  |
| <input type="checkbox"/> Relier l'énergie échangée à la masse de l'espèce qui change d'état.                                                                                                                                     | 1,5 h  |

### Sur la paillasse

- Un calorimètre,
- Un thermomètre,
- Deux glaçons,
- Une éprouvette graduée de 250 mL,
- Une balance de précisions (de 1500 g maximum).

## 1 Les états de la matière

### Document 1: Solide, liquide ou gazeux ?

La matière existe sous trois états : solide, liquide ou gazeux. L'existence des trois états de la matière est conditionnée par un équilibre entre l'agitation thermique, qui a tendance à écarter les molécules les unes des autres et les forces entre les molécules qui assurent leur cohésion (= le fait qu'elles « collent » les unes aux autres).



- Cliquer sur l'animation suivante (depuis votre téléphone portable) et cocher les bons adjectifs décrivant les caractéristiques des molécules dans les trois états, puis cliquer sur vérifier (Ne pas s'occuper de la suite de la page internet)<sup>1</sup>.  
<http://phys.free.fr/etats.htm>

1. Compléter la ligne 2 du tableau en recopiant un adjectif par tiret parmi:

|              |    |              |
|--------------|----|--------------|
| ordonnées    | ou | désordonnées |
| rapprochées  | ou | espacées     |
| liées        | ou | non liées    |
| très agitées | ou | immobiles    |
|              | ou | peu liées    |
|              | ou | agitées      |

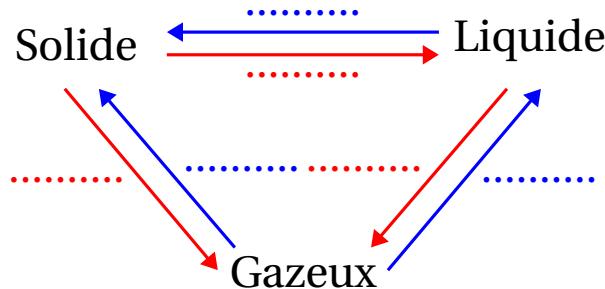
2. Compléter la ligne 3 en attribuant à chaque schéma, l'état physique correspondant.

|   | État 1                                                                                                       | État 2                                                                                                       | État 3                                                                                                       |
|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 |                                                                                                              |                                                                                                              |                                                                                                              |
| 2 | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ .....</li> <li>▪ .....</li> <li>▪ .....</li> <li>▪ .....</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ .....</li> <li>▪ .....</li> <li>▪ .....</li> <li>▪ .....</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ .....</li> <li>▪ .....</li> <li>▪ .....</li> <li>▪ .....</li> </ul> |
| 3 | .....                                                                                                        | .....                                                                                                        | .....                                                                                                        |

<sup>1</sup>Travail en partie basé sur le travail de Mme Fasseu du lycée Watteau.

## 2 Les changements d'état

3. Compléter les flèches ci-dessous en indiquant le nom des changements d'état (effectuer des recherches sur Internet si besoin):



## 3 Aspect énergétique d'un changement d'état

Lorsque l'on pose un glaçon sur une table, on constate que celui-ci va se réchauffer grâce à l'air ambiant, plus chaud, et va fondre.

Du point de vue microscopique, l'énergie prise à l'air ambiant pendant ce changement sert à « désimbriquer » les unes des autres les molécules ordonnées de la glace pour donner l'état liquide.

Comment déterminer l'énergie nécessaire à la fusion d'un glaçon ?

### Les mesures

Les mesures d'énergie thermique s'effectuent dans un calorimètre. Un calorimètre est un récipient qui limite fortement tout échange de chaleur avec l'extérieur, comme une « thermos ».



- Piser le calorimètre vide avec son couvercle sans le thermomètre. Noter sa masse  $m_1$  dans le tableau ci-dessous.
- Mesurer environ 250 mL d'eau du robinet à l'éprouvette graduée.
- Verser l'eau dans le calorimètre et peser l'ensemble (avec le couvercle). Noter cette masse  $m_2$  dans le tableau.
- Placer le thermomètre et relever la température initiale notée  $\theta_i$  de l'eau du robinet. Noter  $\theta_i$  dans le tableau. Le thermomètre ne doit pas toucher le fond du calorimètre !
- Prendre deux glaçons, et les plonger délicatement dans le calorimètre (pas de projections !). Remettre le couvercle du calorimètre.
- Piser le calorimètre et son contenu (eau + glaçons). Noter cette masse  $m_3$  dans le tableau.
- Si le calorimètre le permet, agiter doucement et attendre que les glaçons aient fondu.
- Quand les glaçons sont fondu, relever la température finale obtenue notée  $\theta_f$ . Noter  $\theta_f$  dans le tableau.

| $m_1$ (g)<br>Calorimètre | $m_2$ (g)<br>Calorimètre +<br>Eau | $m_3$ (g)<br>Calorimètre +<br>Eau +<br>Glaçons | $\theta_i$ (°C) | $\theta_f$ (°C) | $m_2 - m_1$ (g) | $m_3 - m_2$ (g) |
|--------------------------|-----------------------------------|------------------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|                          |                                   |                                                |                 |                 |                 |                 |

4. Calculer  $m_2 - m_1$  et noter sa valeur dans le tableau. Quelle masse représente  $m_2 - m_1$  ?
- .....  
.....  
.....

5. Calculer  $m_3 - m_2$  et noter sa valeur dans le tableau. Quelle masse représente  $m_3 - m_2$  ?
- .....  
.....  
.....

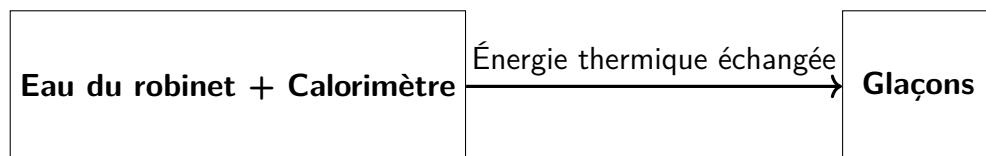
## Exploitation des mesures pour calculer l'énergie massique de fusion $L_{fusion}$

### Document 2: Les échanges de chaleur dans un calorimètre

L'expérience est réalisée dans un calorimètre. On peut considérer que tous les échanges d'énergie se produisant à l'intérieur du calorimètre se font sans aucune perte : c'est ce que l'on appelle le **principe de la conservation de l'énergie**.

Cela signifie que l'énergie thermique cédée par les corps chauds (qui se refroidissent) est reçue par les corps froids (qui se réchauffent). L'énergie échangée par un corps se note  $Q$  et se mesure en **Joule (J)**.

- Le **corps chaud** est constitué de l'eau du robinet et du calorimètre qui se refroidissent.
- Le **corps froid** est constitué par les glaçons qui se réchauffent (et fondent).



Formulaire:

| Système        | Sens des échanges de chaleur                                   | Formule                                                     |
|----------------|----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| Eau du robinet | Énergie cédée par l'eau du robinet qui se refroidit            | $Q_1 = m_{eau} \times c_{eau} \times (\theta_f - \theta_i)$ |
| Calorimètre    | Énergie cédée par le calorimètre qui se refroidi               | $Q_2 = C \times (\theta_f - \theta_i)$                      |
| Glaçons        | Énergie reçue par l'eau obtenue des glaçons pour se réchauffer | $Q_3 = m_{glaçons} \times c_{eau} \times \theta_f$          |
| Glaçons        | Énergie reçue par les glaçons pour fondre                      | $Q_4 = m_{glaçons} \times L_{fusion}$                       |

- Énergie  $Q$  en J,
- Masse en kg,
- Température en °C,
- $c_{eau}$  : capacité calorifique massique de l'eau :  $c_{eau} = 4185 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{°C}^{-1}$ ,
- $C$  : capacité calorifique du calorimètre :  $C = 100 \text{ J} \cdot \text{°C}^{-1}$ ,
- $L_{fusion}$ : énergie massique de fusion de la glace en  $\text{J} \cdot \text{°C}^{-1}$ .

6. Calculer  $Q_1$  soit l'énergie cédée par l'eau du robinet qui se refroidit.
- .....  
.....  
.....

7. Calculer  $Q_2$  soit l'énergie cédée par le calorimètre qui se refroidit.

.....  
.....  
.....

8. Calculer  $Q_3$  soit l'énergie reçue par l'eau obtenue des glaçons pour se réchauffer.

.....  
.....  
.....

Si plusieurs corps sont placés dans une enceinte isolée de l'extérieur (dans le calorimètre), les énergies qu'ils échangent dans cette enceinte, vérifient le principe de conservation de l'énergie :  $Q_{cédée} + Q_{reçue} = 0$ .

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 = 0 \quad (1)$$

9. En utilisant ce principe de conservation de l'énergie, calculer  $Q_4$ .

.....  
.....  
.....

10. À partir de la formule de  $Q_4$ , donner l'expression de  $L_{fusion}$ , puis calculer  $L_{fusion}$ .

.....  
.....  
.....

11. Calculer le pourcentage d'erreur relative par rapport à la valeur officielle :  $L_{fusion}^{ref} = 333\,000 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}$ . On rappelle que l'erreur relative se calcule selon  $\epsilon = \left| \frac{\text{valeur de référence} - \text{valeur mesurée}}{\text{valeur de référence}} \right|$

.....  
.....  
.....