

Principe :

Le recul glaciaire observé depuis 1850 affecte tous les glaciers de la planète. Ce phénomène met en péril l'approvisionnement des populations en eau potable. Pour prévoir ce recul glaciaire, il est nécessaire de connaître l'énergie à fournir lors de la fusion de la glace.



Problèmes :

- * Déterminer l'énergie nécessaire pour faire fondre des glaçons, pris à 0°C, dans 200 mL d'eau.
- * Déterminer l'énergie de fusion de la glace

Doc 1 : Protocole expérimentale :

- Verser dans le calorimètre une masse eau $m_{\text{eau}} = 200\text{g}$ à température ambiante.
- Placer le couvercle et le thermomètre et attendre que la température se stabilise. Noter θ_{eau} la température initiale de l'eau dans le calorimètre
- Essuyer 2-3 glaçons (une vingtaine de gramme à $\theta_{\text{i(glaçon)}} = 0^\circ\text{C}$) avec du papier absorbant, déterminer rapidement leur masse puis les introduire, toujours rapidement dans le calorimètre.
- Agiter doucement fréquemment et observer l'évolution de la température de l'eau dans le calorimètre.

Compléter le doc 1 (Modélisation)

- Noter la valeur θ_f de la température la plus basse atteinte.

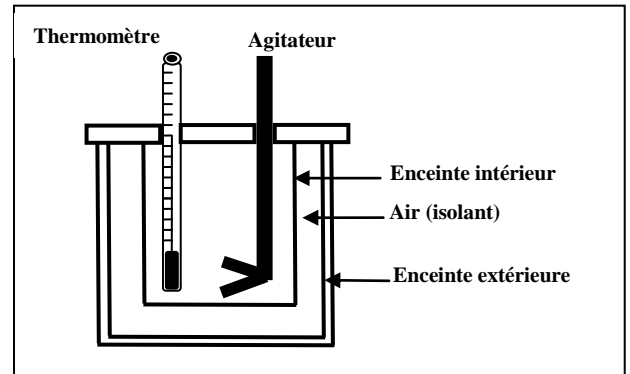


Tableau à compléter :

	(1) Masse en g	(2) Température initiale θ_i en °C	(3) Température finale θ_f en °C	(4) Energie échangée (formule)	(5) Calcul Q en J
Eau $C_{\text{eau}} = 4,18 \text{ J} \cdot \text{g}^{-1} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$	200	$\theta_{\text{i(eau)}} = 22$	$\theta_{\text{f(eau)}} = 14$	(a) $m_{\text{eau}} \cdot C_{\text{eau}} (\theta_{\text{f(eau)}} - \theta_{\text{i(eau)}})$	- 6 688
Calorimètre $C_{\text{cal}} = 50 \text{ J} \cdot \text{C}^{-1}$	-----	$\theta_{\text{i(cal)}} = 22$	$\theta_{\text{f(cal)}} = 14$	(b) $C_{\text{cal}} \cdot (\theta_{\text{f(cal)}} - \theta_{\text{i(cal)}})$	- 400
Eau de fusion (ef)	22,5	$\theta_{\text{i(ef)}} = 0$	$\theta_{\text{f(ef)}} = 14$	(c) $m_{\text{ef}} \cdot C_{\text{eau}} (\theta_{\text{f(ef)}} - \theta_{\text{i(ef)}})$	1317
Glaçon	22,5	$\theta_{\text{i(glaçon)}} = 0$	$\theta_{\text{f(glaçon)}} = 0$	(d) $m_{\text{glaçon}} \cdot L_{\text{fusion}}$	5771

Mesures: $m_{\text{eau}} = 200\text{g}$ $m_{\text{glaçons}} = 22,5 \text{ g}$ $\theta_i = 22^\circ\text{C}$ $\theta_f = 14^\circ\text{C}$

Résultats :

$$Q_{\text{cédée eau}} = 200 \times 4,18 \times (14 - 22) = - 6688 \text{ J}$$

$$Q_{\text{cédée calo}} = 50 \times (14 - 22) = - 400 \text{ J}$$

$$Q_{\text{reçue eau fusion}} = m_{\text{glaçons}} \times C \times (\theta_f - \theta_i) = 22,5 \times 4,18 \times (14 - 0) = 1317 \text{ J}$$

$$Q_{\text{reçue fusion}} = 22,5 \times L_{\text{fusion}}$$

- **Principe de conservation de l'énergie :**

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

$$Q_{\text{cédée eau}} + Q_{\text{cédée calo}} + Q_{\text{reçue eau fusion}} + Q_{\text{reçue fusion}} = 0$$

$$Q_{\text{reçue fusion}} = -Q_{\text{cédée eau}} - Q_{\text{cédée calo}} - Q_{\text{reçue eau fusion}} +$$

$$Q_{\text{reçue fusion}} = 6688 + 400 - 1317 = 5771 \text{ J}$$

$$Q = m \times L \text{ soit } L = \Delta E / m = 5771 / 22,5 \text{ g} \text{ soit } L_{\text{exp}} = 256 \text{ J g}^{-1}$$

$$L_{\text{théo}} = 330 \text{ J g}^{-1} \text{ soit un écart relatif de } (330 - 256) / 330 = 0,22 \Rightarrow 22\%$$

Source d'erreur :
- Enceinte pas totalement isolée avec l'extérieur
- Erreur des instruments de mesure
- Erreurs de mesure (volume ou masse – température)

Bilan :

Vidéo

Changement d'état :

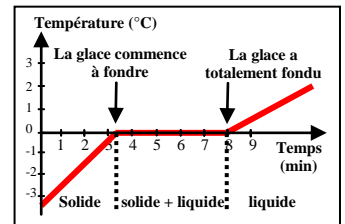
<https://www.youtube.com/watch?v=kpje01xlJtE>

Energie thermique et variation de température :

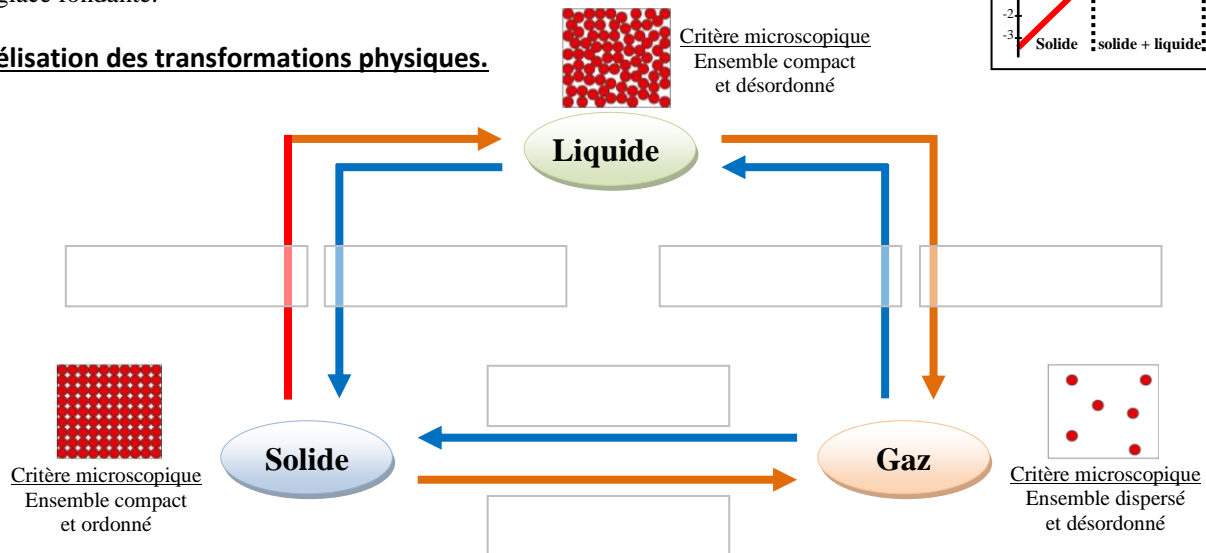
<https://www.youtube.com/watch?v=gjBVyVO2u7c>

Doc 2 : Les changements d'état (Rappel).

- Nous connaissons la matière sous trois états physiques principalement : états **solide**, **liquide** et **gazeux**. On trouve également des états plus « exotiques » comme les plasmas, les cristaux liquide, etc. ;
- Un **changement d'état** est une transformation physique par laquelle un corps passe d'un état physique à un autre. Pour une espèce A, l'équation se note : A (état physique 1) → A (état physique 2)
La fusion de la glace se note : $\text{H}_2\text{O}(\text{s}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{l})$
- Un changement d'état se fait à **température et pression constantes** pour un corps pur (ne contenant qu'une seule espèce chimique). A la température de transition, les deux états physiques peuvent coexister. Ainsi, pour se placer expérimentalement à 0°C exactement, on utilise un mélange d'eau liquide et de glace fondante.



Modélisation des transformations physiques.



Doc 3 : Transfert thermique.

- Des corps à des températures différentes échangent de l'énergie lorsqu'ils sont mis en contact : ce sont des **transferts thermiques** ;
- Les mesures des énergies échangées au cours de ces transferts thermiques s'effectuent dans un **calorimètre** (thermiquement isolé) permettant **d'empêcher les échanges d'énergie avec le milieu extérieur**.
- L'énergie échangée sous forme de chaleur est une **grandeur algébrique**, notée **Q**, qui s'exprime en **joule** (symbole : **J**).
Si $\theta_f > \theta_i$ alors $Q > 0$: le corps **reçoit de l'énergie sous forme de chaleur** : $Q_{\text{reçue}} > 0$
Si $\theta_f < \theta_i$ alors $Q < 0$: le corps **cède de l'énergie sous forme de chaleur** : $Q_{\text{cédée}} < 0$
- Principe de conservation de l'énergie :**

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

Doc 4 : Données.

- La **capacité thermique du calorimètre** est $C_{(\text{cal})} = 50 \text{ J} \cdot \text{°C}^{-1}$, c'est l'énergie que l'on doit apporter au calorimètre pour augmenter sa température de 1°C.

$$Q_{(\text{cal})} = C_{\text{cal}} \times (\theta_f - \theta_i)$$

$\frac{\text{J}}{\text{J}} = \frac{\text{J} \cdot \text{°C}^{-1}}{\text{J} \cdot \text{°C}^{-1}} \times \frac{\text{°C}}{\text{°C}}$

- La **capacité thermique massique** de l'eau est $C = 4,18 \text{ J} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{°C}^{-1}$; c'est-à-dire que l'énergie cédée (ou reçue) par 1g d'eau lorsque sa température diminue (ou augmente) de 1°C est de 4,18 J.

A pression constante, l'énergie thermique transférée lors d'une variation de température de θ_i à θ_f est :

$$Q = m \times C \times (\theta_f - \theta_i)$$

$\frac{\text{J}}{\text{J}} = \frac{\text{g}}{\text{g}} \times \frac{\text{J} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{°C}^{-1}}{\text{J} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{°C}^{-1}} \times \frac{\text{°C}}{\text{°C}}$

- A pression constante, l'énergie thermique transférée lors d'un changement d'état est :

$$Q = m \times L$$

$\frac{\text{J}}{\text{J}} = \frac{\text{g}}{\text{g}} \times \frac{\text{J} \cdot \text{g}^{-1}}{\text{J} \cdot \text{g}^{-1}}$

L_{fus} représente l'énergie reçue par 1g de glace pour changer d'état physique et devenir de l'eau liquide.