

# TH8n – DÉTERMINER UNE ÉNERGIE DE CHANGEMENT D'ÉTAT

Auteur : Jean-Louis Balas

TI-Nspire™ CAS

**Mots-clés** : changement d'état, énergie, température, calorimètre.

**Fichiers associés** : calo.tns



## 1. Objectifs

- Interpréter, à l'échelle microscopique, les aspects énergétiques d'une variation de température et d'un changement d'état.
- Déterminer expérimentalement l'énergie nécessaire à la fusion d'un corps par la méthode des mélanges.

## 2. Énoncé

Lorsque l'on ajoute des glaçons à une boisson, on constate au bout de quelques minutes que les glaçons ont fondu. Comment déterminer l'énergie nécessaire à leur fusion ?

## 3. Matériel

- Un calorimètre,
- une calculatrice TI-Nspire,
- une LabStation,
- une sonde de température.

## 4. Commentaires

### Principe de détermination par la méthode des mélanges

Les mesures d'énergie thermique sont effectuées dans un calorimètre thermiquement isolé.

- Dans un calorimètre, contenant une masse  $m_1$  d'eau à la température  $\theta_1$  on introduit une masse  $m_2$  de glaçons à la température  $\theta_{fus}$  et on laisse évoluer le mélange jusqu'à sa température d'équilibre final  $\theta_f$ .
- Le calorimètre et l'eau qu'il contient fournissent respectivement les énergies thermiques  $E_{tha}$  et  $E_{thb}$ .

$E_{tha} = C \times |\theta_f - \theta_i|$  et  $E_{thb} = m_1 c_{eau} \times |\theta_f - \theta_i|$  où  $c_{eau}$  est la capacité thermique massique de l'eau  $c_{eau} = 4,18 \text{ J.g}^{-1}.\text{°C}^{-1}$  et  $C$  est la capacité thermique massique du calorimètre et de ses accessoires.

- Lors de cette manipulation, les glaçons fondent et l'eau liquide formée s'échauffe jusqu'à la température d'équilibre  $\theta_f$ . L'énergie thermique reçue par la glace et l'eau liquide formée vaut respectivement  $E_{thc} = m_2.L_{fus}$  et  $E_{thd} = m_2.c_{eau}|\theta_f - \theta_{fus}|$  où  $L_{fus}$  est la chaleur latente massique de fusion de l'eau, grandeur que l'on souhaite déterminer.
- Comme le calorimètre est thermiquement isolé, on peut admettre que l'énergie reçue par les glaçons est égale à l'énergie fournie par le calorimètre et l'eau qu'il contient, soit  $E_{tha} + E_{thb} = E_{thc} + E_{thd}$ .
- La valeur de l'énergie thermique massique de fusion de l'eau  $L_{fus}$  s'en déduit :

$$L_{fus} = \frac{C \cdot |\theta_f - \theta_i| + m_1 \cdot c_{eau} \cdot |\theta_f - \theta_i| - m_2 \cdot c_{eau} \cdot |\theta_f - \theta_{fus}|}{m_2}$$

Énergie thermique fournie par la masse d'eau  $m_1$  :

$$E_{thb} = m_1 \cdot c_{eau} \cdot |\theta_f - \theta_i|$$

Énergie thermique reçue par la masse  $m_2$  d'eau formée :

$$E_{thd} = m_2 \cdot c_{eau} \cdot |\theta_f - \theta_{fus}|$$

Énergie thermique fournie par le calorimètre :

$$E_{tha} = C \cdot |\theta_f - \theta_i|$$

Énergie thermique reçue par la masse  $m_2$  de glaçons lors de la fusion :

$$E_{thc} = m_2 \cdot L_{fus}$$

Énergie thermique fournie

=

Énergie thermique reçue

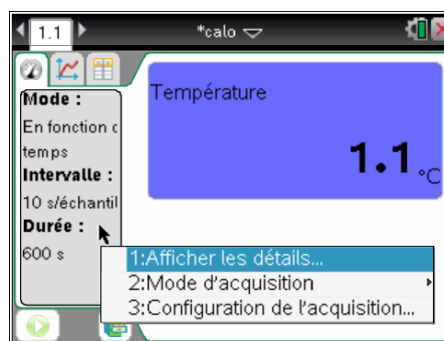
$$E_{tha} + E_{Thb}$$

=

$$E_{Thc} + E_{thd}$$

#### 4. Conduite de l'activité

- Connecter le capteur de température à l'interface d'acquisition de données ; celui-ci est automatiquement reconnu.
- Pour préparer l'acquisition de données, cliquer dans la zone où apparaissent les réglages de l'acquisition. Celle-ci est alors entourée d'un filet noir.
- Choisir le menu **3 : Configuration de l'acquisition**.



- Paramétrer l'acquisition d'un échantillon toutes les 10 secondes sur 10 minutes.

- Peser le calorimètre et ses accessoires (**agitateur + sonde thermomètre**). Noter la masse  $m$  obtenue.

- Verser dans le calorimètre un volume  $V_1 = 80$  mL d'eau à température ambiante, peser l'ensemble et noter  $m'$  la masse obtenue. En déduire une valeur précise de la masse  $m_1$  d'eau froide.

Agiter quelques instants et laisser la température du calorimètre et de l'eau froide prendre une valeur constante  $\theta_i$ .

- Cliquer sur l'icône  pour démarrer l'acquisition de données.

- Prélever 4 glaçons initialement à  $\theta_{fus} = 0^\circ \text{C}$ , les sécher avec du papier absorbant et les introduire rapidement dans le calorimètre. Agiter, laisser fondre les glaçons, puis relever la température finale  $\theta_f$ . Peser à nouveau l'ensemble, on notera  $m''$  cette masse. En déduire une valeur précise de la masse  $m_2$  des glaçons.

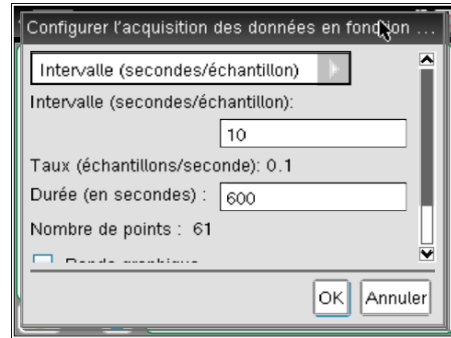
La capacité thermique du calorimètre fournie par le constructeur est  $C = 150 \text{ J.K}^{-1}$ .

Il est demandé à l'élève de déterminer la valeur de  $L_{fus}$ .

Une résolution à l'aide des fonctions de calcul formel peut s'avérer intéressante et plus pertinente qu'une autre (avec le tableur). À choisir.

$$m_1 = 79,8 \text{ g et } m_2 = 10,3 \text{ g.}$$

La valeur calculée de  $L_f$  est :  $L_f \approx 332 \text{ J.kg}^{-1}$ .

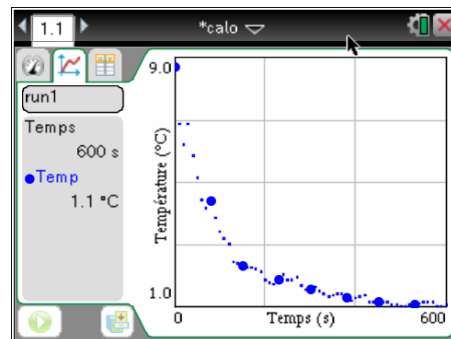


$$m_{\text{calorimètre+thermometre}} = 181 \text{ g}$$

$$m_{\text{eau+calorimètre}} = 260,8 \text{ g}$$

$$m_{\text{totale}} = 271,1 \text{ g à l'équilibre}$$

$$t_f = 1,5^\circ \text{C}$$



$t_f = 1.5$	1.5
$t_i = 8.7$	8.7
$c = 150$	150
$ceau = 4185$	4185
$tfus = 0$	0
$m1 = 79.8 \cdot 10^{-3}$	0.0798
$m2 = 10.3 \cdot 10^{-3}$	0.0103
	12/13

© Bilan thermique	
$ea = c \cdot  t_f - t_i $	1080.
$eb = m1 \cdot ceau \cdot  t_f - t_i $	2404.53
$ec = m2 \cdot tfus$	0.0103 \cdot tfus
$ed = m2 \cdot ceau \cdot  t_f - tfus $	64.6583
$\text{solve}(ea + eb = ec + ed, tfus)$	$tfus = 332027.$
	13/99