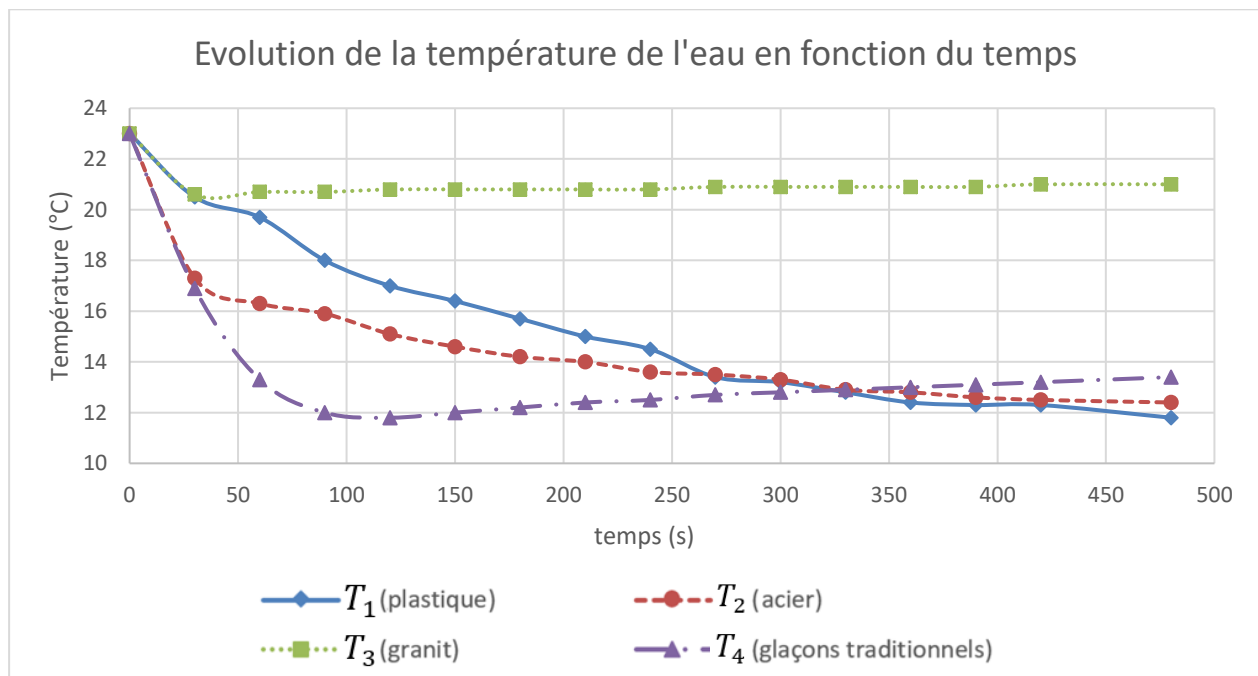


**EXERCICE 1 (4,5 points)**  
(Physique-chimie et mathématiques)

**Refroidir une boisson**

Une élève de terminale STI2D a acheté des glaçons ayant des aspects très variés : matière plastique, acier inoxydable, pierre de granit.

Elle s'interroge sur leur efficacité en comparaison des glaçons traditionnels constitués d'eau sous forme de glace. Elle réalise l'expérience suivante : après avoir versé 200 g d'eau dans quatre verres munis chacun d'un thermomètre, elle ajoute dans chacun un glaçon de volume identique, tout juste sorti du congélateur. Elle suit ensuite l'évolution de la température de l'eau de chaque verre en fonction du temps.



Le thermomètre indique une température initiale de l'eau égale à 23,0 °C.

Extrait de la notice du thermomètre :

Spécifications	
Gamme	-50,0 à 150,0 °C
Résolution	0,1 °C (-50,0 à 150,0 °C)
Précision	±0,2 °C (de -30,0 à 120,0 °C) ±0,3 °C (en-dehors)
Sonde	Acier inoxydable, 1 mètre de câble
Environnement	-30 à 50 °C
Piles / Durée de vie	3 x 1,5 V AAA alcalines / Environ 2 ans
Auto-extinction	8 minutes (par défaut), 60 minutes ou OFF
Dimensions	107 x 59 x 17 mm
Poids	130 g

1. En comparant les courbes d'évolution de la température de l'eau, indiquer quel glaçon vous conseilleriez à l'élève pour refroidir rapidement sa boisson sans la diluer. Justifier.
2. En utilisant la notice du thermomètre, déterminer l'incertitude-type  $u(T)$  associée à la mesure de la température sachant que l'incertitude-type  $u(T)$  est donnée par la relation :  $u(T) = \frac{\text{précision}}{\sqrt{3}}$ .
3. Écrire la valeur de la température initiale avec l'incertitude-type associée et l'unité correspondante.

On s'intéresse à  $T_1$  la température de la boisson (en °C) refroidie avec les glaçons d'aspect plastique.

La température  $T_1$  est modélisée par la fonction définie pour tout  $t \in [0 ; +\infty[$  par  $T_1(t) = 11,5e^{-0,006t} + 11,5$ .

On admet que  $T_1$  est dérivable sur  $[0 ; +\infty[$  et on note  $T_1'$  sa dérivée.

On considère l'équation différentielle suivante :

$$(E) : y' + 0,006y = 0,069.$$

4. Montrer que  $T_1$  est la solution de (E) vérifiant la condition  $T_1(0) = 23$ .
5. Déterminer la valeur de  $\lim_{t \rightarrow +\infty} T_1(t)$ .
6. En supposant que la température extérieure reste constante et égale à 23,0°C, estimer la valeur de la température de la boisson au bout de 3 h. Indiquer si le modèle mathématique précédent peut être appliqué dans ce cas.

On considère un glaçon traditionnel de masse  $m_{\text{glaçon}}$  égale à 34,0 g et sorti du congélateur à  $T_i = -18,0^\circ\text{C}$ . Son évolution est modélisée de la façon suivante : il va se réchauffer dans l'eau jusqu'à  $T_s = 0,0^\circ\text{C}$ , changer d'état puis se réchauffer sous forme liquide jusqu'à la température  $T_f = 11,8^\circ\text{C}$ .

**Données :**

- capacité thermique massique de la glace :  $c_{\text{glace}} = 2,06 \text{ kJ}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot^\circ\text{C}^{-1}$  ;
- énergie massique de fusion de la glace :  $L_f(\text{glace}) = 333 \text{ kJ}\cdot\text{kg}^{-1}$  ;
- capacité thermique massique de l'eau liquide :  $c_{\text{eau}} = 4,18 \text{ kJ}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot^\circ\text{C}^{-1}$ .

7. Calculer l'énergie thermique  $Q_1$  reçue par le glaçon traditionnel lorsqu'il passe de la température  $T_i$  à la température  $T_s$  sans changement d'état.
8. Calculer l'énergie thermique  $Q_2$  reçue par le glaçon traditionnel lors de son changement d'état.

9. Calculer l'énergie thermique  $Q_3$  reçue par le glaçon traditionnel liquéfié lorsqu'il passe de la température  $T_s$  à la température  $T_f$  à l'état liquide.
10. En comparant  $Q_1$ ,  $Q_2$  et  $Q_3$ , indiquer quelle étape est la plus utile au refroidissement de l'eau.