

## EXERCICE 1 commun à tous les candidats (4 points)

(physique-chimie et mathématiques)

### Modèle de la vitesse de refroidissement d'un lait écrémé

Dans le domaine de l'agroalimentaire, la question du refroidissement des produits préparés peut être cruciale. On peut citer par exemple la problématique de la durée de refroidissement du lait produit dans une ferme : afin d'éviter la prolifération microbienne, il convient de minimiser cette durée de refroidissement.

Afin d'étudier l'évolution de la température d'une masse de liquide en contact avec l'atmosphère d'une pièce en fonction du temps, l'expérience suivante est réalisée.

Une masse de lait écrémé  $m = 150$  g est chauffée à une température de  $63,4$  °C. On laisse ensuite le lait se refroidir à l'air libre en relevant sa température toutes les minutes.

Pendant toute la durée de l'expérience, la température de l'air de la pièce reste constante et inférieure à celle du lait.

**Résultats de l'expérience** : température de la masse de lait en fonction du temps  $t$ .

$t$ (en min)	0	1	2	3	4	5	6	7
température (en °C)	63,4	61,7	60,2	58,6	57,4	56,2	54,7	53,6

$t$ (en min)	8	9	10	11	12	13	14	15
température (en °C)	52,4	51,2	50,4	49,4	48,5	47,4	46,6	45,9

**Donnée :**

- Pour la capacité thermique massique du lait, on prendra :

$$c_{\text{lait}} = 4,0 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}.$$

1. Citer les trois modes de transferts thermiques.
2. Préciser, en le justifiant, le sens du transfert thermique entre la masse de lait et l'air de la pièce.
3. Calculer, d'après les résultats expérimentaux, la valeur du transfert thermique  $Q$  entre la masse de lait et l'air de la pièce entre les dates  $t = 1$  min et  $t = 2$  min.  
Sans calcul, préciser si la valeur du transfert thermique est plus petite ou plus grande que  $Q$  entre les dates  $t = 6$  min et  $t = 7$  min.

La température du lait, exprimée en degré Celsius, en fonction du temps  $t$ , exprimé en minute, est modélisée par la fonction  $T$  définie sur  $[0; +\infty[$  par :

$$T(t) = 37 \times e^{-\frac{20t}{459}} + 26,4.$$

4. Calculer  $T(0)$  et interpréter ce résultat dans le contexte de l'exercice.
5. Déterminer  $\lim_{t \rightarrow +\infty} T(t)$ .  
Selon ce modèle, quelle est la température de l'air de la pièce ? Justifier.
6. Selon ce modèle, au bout de combien de temps la température du lait vaut-elle  $40^\circ\text{C}$  ? Donner le résultat en minute et seconde.