

## EXERCICE 2 (5 points)

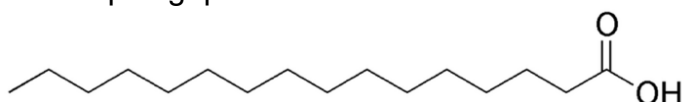
(Physique-Chimie)

### Étude des balises placées sur les bécasses pour le suivi des migrations

Avant la migration, les bécasses doivent emmagasiner de grandes quantités de graisses afin de satisfaire les importants besoins énergétiques nécessaires aux vols migratoires.

Pour simplifier, on supposera que la graisse est formée d'acide palmitique dont quelques caractéristiques sont données ci-dessous :

- Formule topologique :

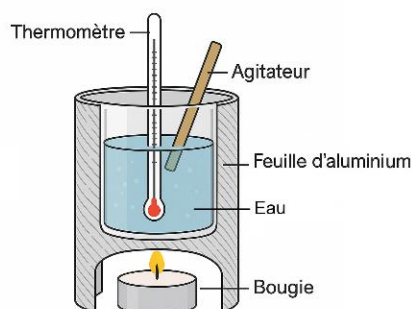


- Formule brute :  $C_{16}H_{32}O_2$
- Température de fusion (à la pression atmosphérique) :  $\theta_{\text{fus}} = 63^\circ\text{C}$
- Température de vaporisation (à la pression atmosphérique) :  $\theta_{\text{vap}} > 300^\circ\text{C}$
- Masse volumique :  $\rho = 857 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$
- Masse molaire :  $M = 256 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$

1. Nommer le groupe caractéristique de l'acide palmitique.
2. Préciser l'état physique de l'acide palmitique à la température de  $17^\circ\text{C}$  et à la pression atmosphérique. Justifier la réponse.

On souhaite déterminer expérimentalement l'enthalpie de combustion de l'acide palmitique.

Pour cela, on mesure l'énergie libérée par la combustion d'une bougie formée d'acide palmitique en utilisant le montage expérimental représenté ci-contre.



Dans cette expérience, une bougie est utilisée comme moyen de chauffage. Une boîte métallique contenant de l'eau est placée dans un support destiné à limiter les échanges thermiques avec l'air environnant. On pèse la bougie, on l'allume et on la place sous la boîte métallique.

Au bout de trente minutes de chauffage et d'agitation de l'eau, on éteint la bougie et on relève la température finale atteinte par l'eau et la boîte métallique. On pèse alors la bougie.

### Données :

- Masse de la boîte en aluminium :  $m(\text{alu}) = 13 \text{ g}$
  - Masse d'eau contenue dans la boîte :  $m(\text{eau}) = 250 \text{ g}$
  - Température initiale de l'eau et de la boîte :  $\theta_i = 17 \text{ °C}$
  - Masse initiale d'acide palmitique composant la bougie :  $m_i = 43,2 \text{ g}$
  - Température finale de l'eau et de la boîte :  $\theta_f = 59 \text{ °C}$
  - Masse finale d'acide palmitique composant la bougie :  $m_f = 41,2 \text{ g}$
  - Capacité thermique massique de l'eau liquide :  $c(\text{eau}) = 4180 \text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$
  - Capacité thermique massique de l'aluminium :  $c(\text{alu}) = 897 \text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$
3. Montrer que la masse  $m(\text{ap})$  d'acide palmitique consommée au cours de cette combustion est égale à 2 g.
  4. Écrire, pour un corps donné en phase condensée, la relation entre la variation d'enthalpie  $\Delta H$ , la capacité thermique massique  $c$ , la variation de température  $\Delta\theta$  et la masse  $m$  de ce corps.
  5. Montrer que, lors de l'expérience, la variation d'enthalpie  $\Delta H_{\text{eau}}$  de l'eau est égale à  $4,39 \times 10^4 \text{ J}$ .

Une démarche identique permet de déterminer, dans les conditions de l'expérience, la variation d'enthalpie de la boîte en aluminium :  $\Delta H_{\text{alu}} = 490 \text{ J}$ .

On considère le système parfaitement isolé, c'est-à-dire que l'enthalpie de combustion, notée  $\Delta H_c$ , fournie par la combustion d'une masse  $m(\text{ap})$  égale à 2 g d'acide palmitique sert uniquement à chauffer l'eau et la boîte en aluminium.

La relation traduisant cet échange d'énergie est :  $\Delta H_c + \Delta H_{\text{alu}} + \Delta H_{\text{eau}} = 0$ .

6. Montrer que l'enthalpie de combustion  $\Delta H_c$  mesurée est égale à  $-4,44 \times 10^4 \text{ J}$ .
7. Justifier le signe négatif de l'enthalpie de combustion  $\Delta H_c$ .
8. En déduire la valeur de l'enthalpie massique de combustion  $\Delta H_{c,m}$  de l'acide palmitique (exprimée en  $\text{J}\cdot\text{g}^{-1}$ ).

La valeur théorique de l'enthalpie massique de combustion  $\Delta H_{c,\text{th}}$  (déterminée pour une masse égale à 1 g d'acide palmitique) est égale à  $-3,9 \times 10^4 \text{ J}\cdot\text{g}^{-1}$ .

9. Proposer une hypothèse permettant d'expliquer l'écart entre la valeur théorique  $\Delta H_{c,\text{th}}$  et la valeur  $\Delta H_{c,m}$  mesurée lors de l'expérience.

Lors de la migration, les matières grasses fournissent l'énergie nécessaire au vol des bécasses. On estime que seulement 7,5 % de l'énergie fournie par les graisses est utile au déplacement de la bécasse lors du vol migratoire.

L'énergie  $E$  fournie par 1 kilogramme de graisse est égale à  $40 \times 10^6 \text{ J}$ .

**10.** Montrer que la valeur de l'énergie  $E_{\text{vol}}$  utile au vol migratoire de la bécasse est de  $3,0 \times 10^6$  J par kilogramme de graisse.

La valeur de l'énergie mécanique  $E_{\text{méca}}$  nécessaire à la bécasse pour parcourir 3000 km est estimée à  $6,0 \times 10^5$  J.

**11.** Calculer la masse de graisse, en kilogramme, nécessaire à la bécasse pour parcourir le vol de 3000 km.

**12.** Commenter la masse de graisse nécessaire au vol par rapport à la masse d'une bécasse qui est estimée à 300 g environ.