



## Chapitre B5 – L'énergie chimique



### Se positionner (une ou plusieurs bonnes réponses)

1. Lors d'une réaction de combustion, il se dégage :
  - ① du dioxyde de carbone
  - ② du dioxygène
  - ③ de la chaleur
  - ④ de l'électricité
  
2. Parmi les espèces chimiques suivantes, lesquelles sont des combustibles :
  - ① le méthane
  - ② l'eau
  - ③ le butane
  - ④ le dioxygène
  
3. Un combustible est :
  - ① quelque chose qui peut brûler si on l'approche d'une flamme
  - ② quelque chose qui prend feu spontanément
  - ③ quelque chose qui entretient un incendie

### Activité 1 – Comment fonctionne une chaufferette ?

Objectif : on cherche ici à illustrer expérimentalement qu'une transformation chimique peut fournir de l'énergie par transfert thermique.

Pour profiter pleinement des activités en extérieur pendant l'hiver, les vêtements ne suffisent pas toujours car ils ne sont pas capables de produire de l'énergie. Pour compléter son équipement, on peut miser sur ce qui est vendu dans le commerce sous le nom de **chaufferettes**.

On dispose dans la classe de chaufferettes de poche qui contiennent de l'acétate de sodium ( $\text{NaCH}_3\text{COO}$ ) en solution fortement concentrée. Le soluté est tellement concentré qu'il devrait cristalliser (donc être solide) sous  $54^\circ\text{C}$ . Or à température ambiante, il reste dissout (on dit qu'il est sursaturé). Mais si le liquide subit une petite contrainte mécanique, la cristallisation est déclenchée. C'est le rôle de la petite capsule en métal de la chaufferette de poche, qui une fois pliée déclenche le changement d'état liquide  $\rightarrow$  solide.



1. Avec vos connaissances du chapitre B4, indiquer si le changement d'état liquide  $\rightarrow$  solide nécessite ou libère de l'énergie : en se solidifiant, la chaufferette ..... donc de l'énergie à l'extérieur.

Pour faire une estimation de l'énergie fournie par la chaufferette, on peut la plonger dans un calorimètre contenant environ 300 mL d'eau à température ambiante.

- Après fait la tare, peser environ 300 mL d'eau. Noter la masse :  $m = \dots \dots \dots$
  - Introduire l'eau dans le calorimètre et noter la température initiale de l'eau :  $\theta_i (\text{ }^\circ\text{C}) = \dots \dots \dots$
  - Plier la capsule en métal et introduire la chaufferette dans l'eau. Relever la température finale lorsqu'elle est stabilisée.  $\theta_f (\text{ }^\circ\text{C}) = \dots \dots \dots$
2. Exprimer puis calculer l'énergie gagnée par l'eau : on peut considérer si on néglige les pertes du calorimètre que c'est aussi l'énergie fournie par la chaufferette.

Donnée : Capacité thermique massique de l'eau :  $c_{\text{eau}} = 4180 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$ .



## Activité 2 – Rendement d'un chauffage à la bougie

Les combustions sont des transformations chimiques exothermiques très courantes.

Lire le **paragraphe C** du modèle pour connaître le vocabulaire associé aux combustions.

1. A l'aide de vos connaissances, citer 2 combustibles que vous connaissez.

Lorsqu'on utilise une bougie, le combustible est la cire (mélange d'acide stéarique  $C_{18}H_{36}O_2$  et de paraffine). Le document ci-dessous explique le fonctionnement d'une bougie.

Pour allumer une bougie, on utilise une allumette enflammée dont on a initié la combustion en la frottant sur le grattoir de la boîte d'allumettes.

Lorsque l'on approche la flamme de la mèche de la bougie, elle ne s'allume pas tout de suite. En effet, lors d'une combustion, seuls les matériaux sous forme gazeuse peuvent brûler.

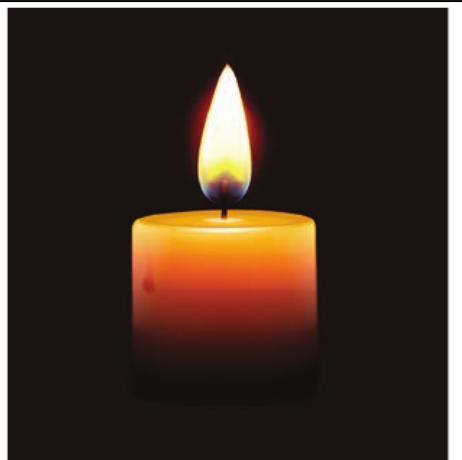
La chaleur apportée par l'allumette fait d'abord fondre la cire contenue dans la mèche de bougie, puis la vaporise. La bougie s'allume lorsque les vapeurs de cire mélangées au dioxygène de l'air s'enflamme.

La réaction de combustion de la cire de bougie peut se poursuivre puisque la chaleur dégagée par la combustion des vapeurs de cire permet de faire fondre de la cire solide et de la vaporiser à son tour au niveau de la mèche où elle peut alors brûler.

La réaction de combustion **s'auto-entretient** tant que ce cycle n'est pas brisé.

Si pour une raison ou une autre, ce cycle est rompu, la bougie s'éteint.

C'est le cas lorsque la mèche est trop courte, car la chaleur dégagée par la combustion n'est plus suffisante pour vaporiser assez de cire liquide, la cire liquide refroidit et la bougie s'éteint.



2. Justifier que lorsqu'elle est restée allumée, une bougie a sa masse qui diminue.

Tous les combustibles ne libèrent pas la même énergie pour une masse donnée de combustible.

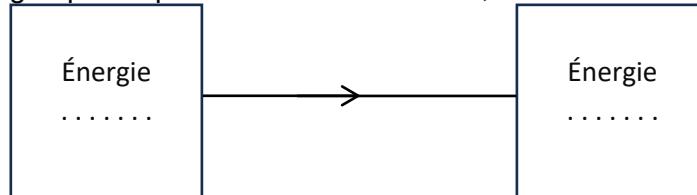
Par exemple, la combustion d'un kilogramme de gaz propane fournit 50 MJ, la combustion d'un kilogramme de bois fournit entre 7 et 15 MJ. Ce « pouvoir » de fournir de l'énergie pour une masse donnée dépend donc de chaque combustible. Un combustible a donc son propre **pouvoir calorifique**, défini dans le **paragraphe D du modèle**.

On cherche dans cette activité à déterminer expérimentalement le rendement d'un chauffage à la bougie à l'aide du pouvoir calorifique de la cire.

Pour cela on va déterminer :

- la masse perdue par la bougie pendant une certaine durée de chauffage et donc l'énergie libérée ;
- l'énergie fournie à une masse d'eau connue : on calculera l'énergie fournie en mesurant l'élévation de température de l'eau.

3. Compléter la chaîne énergétique en précisant les 2 réservoirs, les 2 formes d'énergie et le transfert.





## Protocole expérimental :

- Peser la masse d'eau mise dans le bécher (environ 50 mL) :  $m_{eau} = \dots$
- Peser la masse de la bougie :  $m_{bougie \text{ initiale}} = \dots$
- Positionner le thermomètre (électronique) dans l'eau. Relever la température initiale.  $\theta_i = \dots$
- Allumer la bougie puis la placer sous le bécher, déclencher alors le chronomètre.
- Relever la température de l'eau toute les minutes pendant 15 minutes et compléter le tableau

$t \text{ (min)}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
$\theta \text{ (}^{\circ}\text{C)}$																	

- Éteindre la bougie et le chronomètre au bout de 15 ou 16 min. Et noter la température finale de l'eau :  $\theta_f = \dots$

Le graphique de la température de l'eau en fonction du temps en même temps sera tracé ultérieurement.

- Calculer l'énergie thermique acquise par l'eau. On donne  $c_{eau} = 4180 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1}$ .

- Calculer la masse de cire perdue.

- En déduire l'énergie libérée par la combustion sachant que la valeur du pouvoir calorifique de la cire est  $4,6 \times 10^7 \text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}$  (on utilisera le paragraphe D du modèle).

- En déduire le rendement de ce chauffage.

- Interpréter la valeur du rendement et proposer des solutions pour l'améliorer.