

C01 – TP 2 : Améliorer un rendement

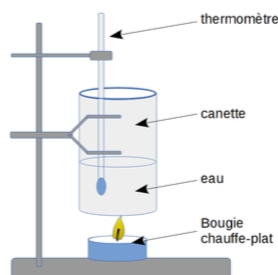
OBJECTIF DU TP :

- Calculer un rendement
- Calculer des incertitudes type

Après une belle journée d'escalade, un bivouac au cœur de la montagne s'impose. Pour avoir une bonne boisson chaude, les bougies chauffe-plat en paraffine blanche sont très pratiques à utiliser. Leur combustion permet de chauffer les aliments contenus dans un récipient. Toutefois, leurs dimensions réduites ne permettent pas un chauffage optimal.

On cherche à savoir si l'utilisation d'un isolant permet d'améliorer le rendement pour ce type de chauffage.

- Peser la canette vide et noter la valeur de la masse obtenue : $m_{\text{Canette}} =$
- Prélever à l'aide d'une balance 100 g d'eau froide et l'insérer dans la canette.
- Peser la bougie avant la combustion et noter la valeur de la masse obtenue : $m_{B1} =$
- Mesurer θ_i , la température initiale de l'eau et noter la valeur de la température : $\theta_i =$
- Réaliser le montage ci-dessous (Le thermomètre doit être immergé mais ne doit pas toucher le fond sinon il sera trop près de la source de chaleur).



- Allumer la bougie, de manière à ce que la flamme effleure le fond de la canette et déclencher le chronomètre.
- Chauffer la canette jusqu'à la température finale θ_f (on augmente la température à l'intérieur de la canette de 15 °C) et noter la valeur de la température finale : $\theta_f =$
- Peser la bougie après la combustion et noter la valeur de la masse obtenue : $m_{B2} =$

On considère que les températures de l'eau est identique à celle de la canette.

1) Calculer m_{Comb} , la masse de bougie qui a été consommée pendant l'expérience.

2) Calcul de l'énergie utile :

Document 1 : Énergie interne

Une masse m (kg) à la température initiale θ_i (°C) chauffée à la température finale θ_f (°C) reçoit une énergie interne $E_{\text{reçue}}$ (J) :

$$E_{\text{reçue}} = m \times c \times (\theta_f - \theta_i)$$

Avec c , la capacité thermique massique de l'espèce considérée

- Capacité thermique massique de l'eau : $c_{\text{eau}} = 4180 \text{ J.kg}^{-1} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$
- Capacité thermique massique de l'aluminium : $c_{\text{al}} = 920 \text{ J.kg}^{-1} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$

- a) À partir du document 1, exprimer puis calculer l'énergie reçue par l'eau dans la canette, notée E_1 .
- b) De la même façon, exprimer puis calculer l'énergie reçue par la canette en aluminium, notée E_2 .
- c) En déduire l'énergie totale reçue par le système chauffé {canette+eau}, notée E_{utile} .

Document 2 : Énergie et pouvoir calorifique

L'énergie libérée E_{lib} (J) pour une masse m_{comb} (g) de combustible ayant brûlé est :

$$E_{\text{lib}} = m_{\text{comb}} \times PC$$

Avec PC, le pouvoir calorifique (en J/g) du combustible.

- Pouvoir calorifique de la paraffine : $PC = 46.10^3 \text{ J/g}$.

- 3) Calcul de l'énergie de combustion : En s'aidant du document 2 ci-dessus, exprimer puis calculer l'énergie libérée par la combustion E_{lib} .
- 4) Exprimer puis calculer le rendement du chauffage.
 - Refaire de nouveau toute l'expérience en isolant la canette avec de l'aluminium.
- 5) Calculer le nouveau rendement du chauffage.
- 6) L'utilisation d'un isolant est-elle pertinente pour ce type de chauffage ? Justifier.
- 7) Travail sur les incertitudes-types :

Document 3 : Incertitudes composées (voir FM n°5)

Une formule permet de calculer une grandeur à partir d'autres grandeurs qui ont, elles été mesurées. L'incertitude-type sur la grandeur calculée est appelée incertitude composée car elle dépend des incertitudes-types des grandeurs mesurées.

Toutes les grandeurs mesurées n'ont pas la même incertitude-type : certaines mesures sont plus précises que d'autres. Il est bon de savoir trouver l'incertitude-type prépondérante.

On rappelle que l'incertitude-type d'une grandeur G se note $u(G)$.

La formule permettant de calculer l'incertitude-type sur l'énergie reçue par l'eau est :

$$\left(\frac{u(E_1)}{E_1} \right)^2 = \left(\frac{u(m_{\text{eau}})}{m_{\text{eau}}} \right)^2 + \left(\frac{u(\theta_i)}{\theta_i} \right)^2 + \left(\frac{u(\theta_f)}{\theta_f} \right)^2$$

- a) Évaluer les valeurs de $u(m_{\text{eau}})$, $u(\theta_i)$ et $u(\theta_f)$ grâce aux appareils de mesure.
- b) Calculer chaque fraction de la somme. En déduire le terme que l'on peut négliger dans le calcul de l'incertitude-type de E_1 .
- c) Calculer alors $\left(\frac{u(E_1)}{E_1} \right)^2$, puis $u(E_1)$.

On écrira le résultat sous la forme $E_1 \pm u(E_1)$.

À la fin de la séance, reprendre la grille d'auto-évaluation distribuée au début du chapitre pour la remplir.