



Objectifs : Schématiser une chaîne énergétique ou une conversion d'énergie en distinguant formes d'énergie, sources d'énergie et convertisseurs • Évaluer ou mesurer une quantité d'énergie transférée, convertie ou stockée • Exploiter le principe de conservation de l'énergie pour réaliser un bilan énergétique et calculer un rendement pour une chaîne énergétique ou un convertisseur

Document 1 : La bouilloire, aspects énergétiques

Une bouilloire électrique est un appareil qui permet de chauffer de l'eau et de porter rapidement sa température à la température désirée, généralement à l'ébullition. À l'ébullition, le système de chauffage se coupe automatiquement. La bouilloire convertit une quantité d'énergie E (en joule) qui dépend de la puissance P (en watt) et de la durée d'utilisation Δt (en seconde). Son expression est :

$$E = P \times \Delta t$$

L'énergie thermique Q reçue par l'eau, de masse m_{eau} et de capacité thermique massique c_{eau} , pour faire passer sa température de θ_i à θ_f est alors :

$$Q = m_{\text{eau}} \times c_{\text{eau}} \times (\theta_f - \theta_i)$$



Document 2 : Notion de rendement

Le **rendement** η d'une chaîne énergétique est le rapport entre l'énergie cédée et l'énergie reçue. C'est une valeur **sans unité**, toujours **inférieure à 1** pour tenir compte des pertes.

Document 3 : Manipulation

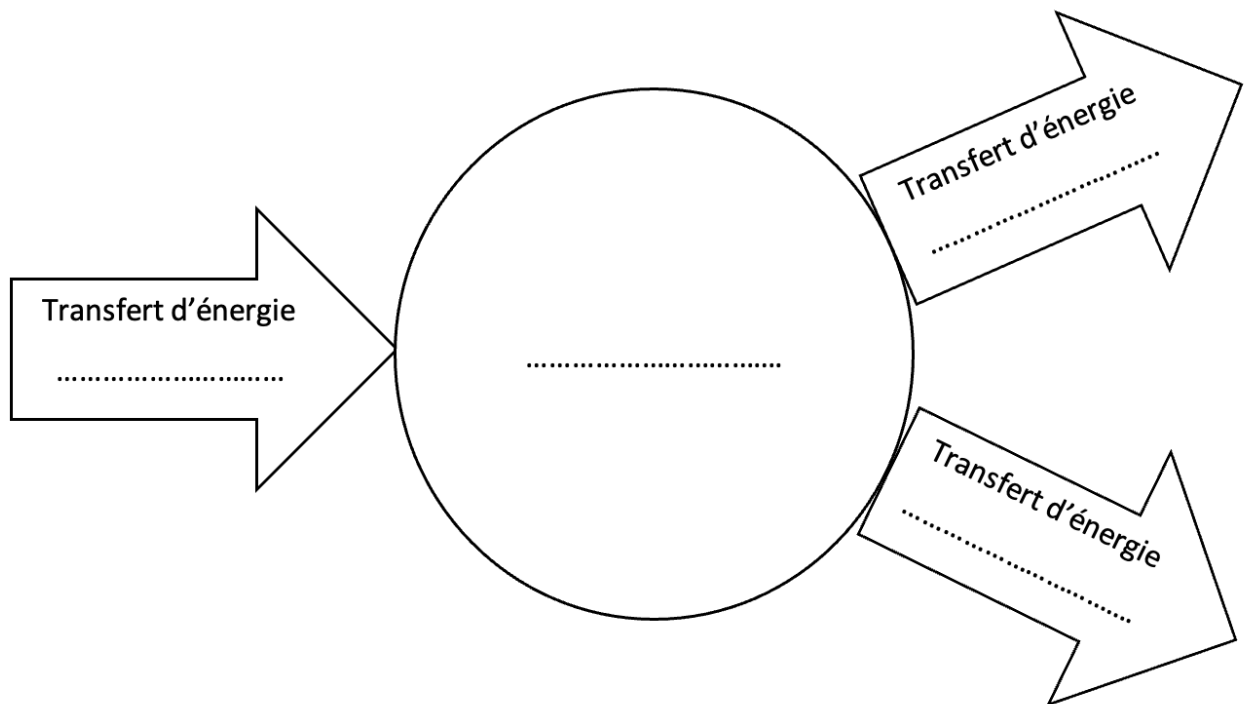
- Verser environ 1 L d'eau dans la bouilloire et déterminer, par pesée, la masse m_{eau} d'eau exacte introduite.
- À l'aide d'un thermomètre, mesurer la température initiale θ_i de l'eau à l'équilibre thermique (lorsque la température est constante) et noter sa valeur.
- Démarrer le chauffage de l'eau en même temps que le chronomètre. Mesurer simultanément le temps de chauffage et la puissance électrique reçue par la bouilloire grâce à un wattmètre ou une pince ampérométrique. Cette puissance pourra être considérée comme constante sur toute la durée de l'expérience.
- Arrêter le chronomètre lorsque la bouilloire se coupe, c'est-à-dire lorsque l'eau est à 100°C.

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

Questions

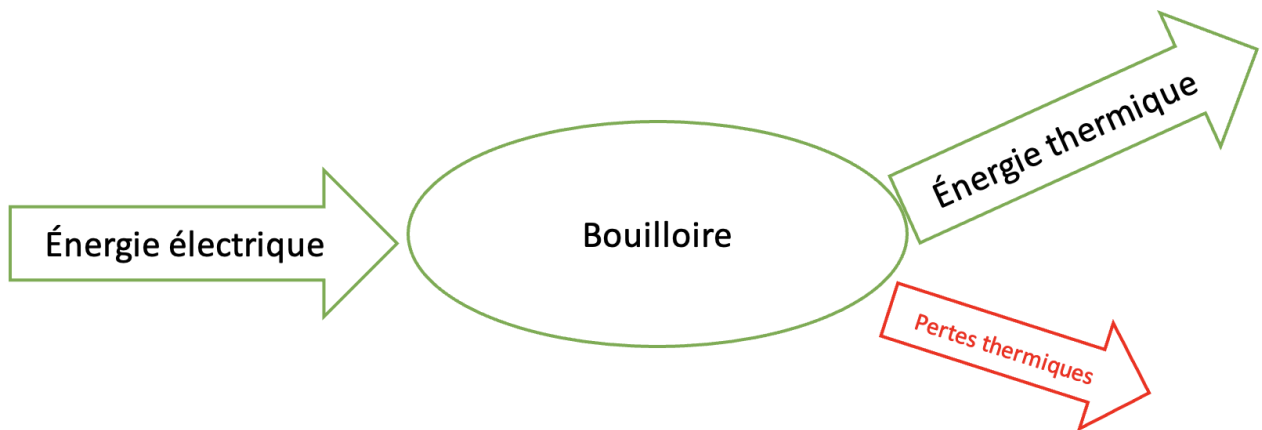
1. Comment faire pour déterminer avec précision la masse d'eau introduite dans la bouilloire ? (doc. 3)
2. **Calculer** la valeur de l'énergie électrique E consommée par la bouilloire. (docs. 1 et 3)
3. **Calculer** l'énergie thermique Q reçue par l'eau, pour faire varier sa température de θ_i à θ_f . Comparer les deux valeurs d'énergie précédentes (Q2 et Q3). Comment expliquer cette différence ? (docs. 1 et 3)
4. **Compléter** la chaîne énergétique suivante, modélisant les transferts énergétiques de la bouilloire. (docs. 2 et 3)

Chaîne énergétique de conversion d'énergie d'une bouilloire



5. En déduire la valeur du rendement η du corps de chauffe. (docs. 1 et 3)

1. Afin de mesurer le plus précisément la masse d'eau introduite dans la bouilloire, on utilise une éprouvette tarée sur une balance. Valeurs mesurées expérimentalement : $m_{eau} = 500\text{ g} = 0,500\text{ kg}$ $\theta_f = 100^\circ\text{C}$ (Ébullition de l'eau dans la bouilloire) $\theta_i = 22,2^\circ\text{C}$ (Température initiale) $\Delta t = 1\text{ min } 39\text{ s} = 1 \times 60 + 39 = 99\text{ s}$ (Durée de chauffe de la bouilloire) $P = 2000\text{ W}$ (Puissance moyenne relevée sur la bouilloire)
2. $E = P \times \Delta t = 2000 \times 99 = 1,98 \times 10^5\text{ J}$
3. $Q = m_{eau} \times c_{eau} \times (\theta_f - \theta_i) = 0,500 \times 4180 \times (100 - 22,2) = 1,63 \times 10^5\text{ J}$ Les deux valeurs d'énergie sont proches mais différentes : $Q < E$. Cette différence s'explique par les **pertes thermiques** de la bouilloire (à travers ses parois) : toute l'énergie électrique consommée n'est pas intégralement transférée à l'eau sous forme de chaleur.
4. Chaîne énergétique de la bouilloire :



5. Rendement de la bouilloire :

$$\eta = \frac{E_{utile}}{E_{consomme}} = \frac{Q}{E} = \frac{1,63 \times 10^5}{1,98 \times 10^5} = 0,823 = 82,3\%$$

La bouilloire utilise 82,3% de l'énergie électrique pour chauffer l'eau. Le reste (18% environ) est perdu à travers les parois de la bouilloire.