

Capacité Thermique des matériaux

Matériel pour chaque poste :

- Un chauffage – Un bécher de 500 mL – Une éprouvette graduée 500mL – Un thermomètre
- Une balance de précision – Un calorimètre – Une pince – Un morceau de fer, un morceau de parpaing, un morceau de brique.

Présentation

Pour accumuler l'énergie entrant dans une maison, on construit des murs en parpaing ou en brique. Pourrait on choisir un autre matériau, l'acier par exemple?

Lorsque la température d'un corps solide ou liquide varie d'une valeur initiale θ_i à une valeur finale θ_f , la quantité de chaleur Q transférée à ce corps est proportionnelle à l'écart de température et à la masse du corps:

$$Q = m \times c \times (\theta_f - \theta_i)$$

C: capacité calorifique du matériau

La capacité calorifique est la capacité du matériau à retenir la chaleur . Son unité: $J.kg^{-1}K^{-1}$

Si on fournit une énergie thermique à de l'eau (masse m et température θ_1) contenue dans un calorimètre, la température de l'eau s'élève. Quelle relation permet de relier la variation de la chaleur de l'eau à la variation de température $\Delta\theta$?

$$Q_{\text{eau}} = m_{\text{eau}} \times C_{\text{eau}} \times (\theta_f - \theta_i)$$

Si on plonge dans cette eau, un morceau de fer chaud (masse m' et température θ_2) la température du fer diminue jusqu'à atteindre une température θ_f , tandis que la température de l'eau s'élève jusqu'à la même valeur θ_f .

L'énergie calorifique acquise par l'eau égale celle perdue par le morceau de fer :

$$Q_{\text{eau}} + Q_{\text{fer}} = 0 \text{ principe de la conservation de l'énergie}$$

$$Q_{\text{eau}} = -Q_{\text{fer}} \text{ d'où } m_{\text{eau}} \times C_{\text{eau}} \times (\theta_f - \theta_{\text{ieau}}) = -m_{\text{fer}} \times C_{\text{fer}} \times (\theta_f - \theta_{\text{ifer}})$$

Capacité Thermique des matériaux

Réalisation expérimentale

Mesure de la capacité thermique massique du fer

Mise en place d'un protocole

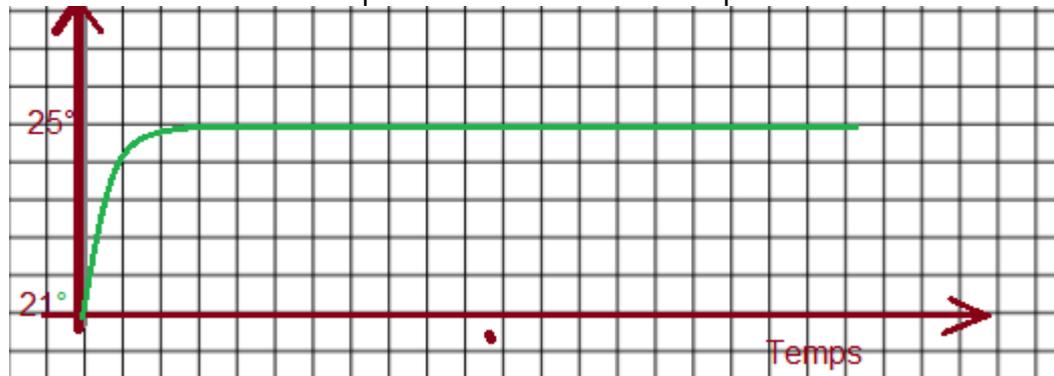
En observant le matériel mis à votre disposition :

- Décrire la façon de procéder pour obtenir 100g d'eau
- Décrire la façon de procéder pour porter le cylindre de fer à 100 °C
- Présenter l'expérience (le protocole) que vous aller réaliser.
- Après validation par le professeur, réaliser l'expérience et compléter le tableau suivant :

m (kg)	m' (kg)	θ_1 (°C)	θ_2 (°C)	θ_f (°C)	$\theta_f - \theta_1$ (°C)	$\theta_2 - \theta_f$ (°C)
100g	56g	21°	100°	25°	4°	75°

Les températures initiales de l'eau ($\theta_{\text{eau}}=20^\circ$ environ) et du fer ($\theta_{\text{fer}}=100^\circ$ environ) sont différentes mais à la fin du processus les deux éléments évoluent vers une température d'équilibre commune.

Tracer l'évolution de la température en fonction du temps:



Calculer la valeur de C_{fer} à l'aide de l'expression :

$$C_{\text{fer}} = C_{\text{eau}} \cdot \frac{m}{m'} \cdot \frac{(\theta_f - \theta_1)}{(\theta_2 - \theta_f)}$$

On donne $C_{\text{eau}}=4185\text{J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$

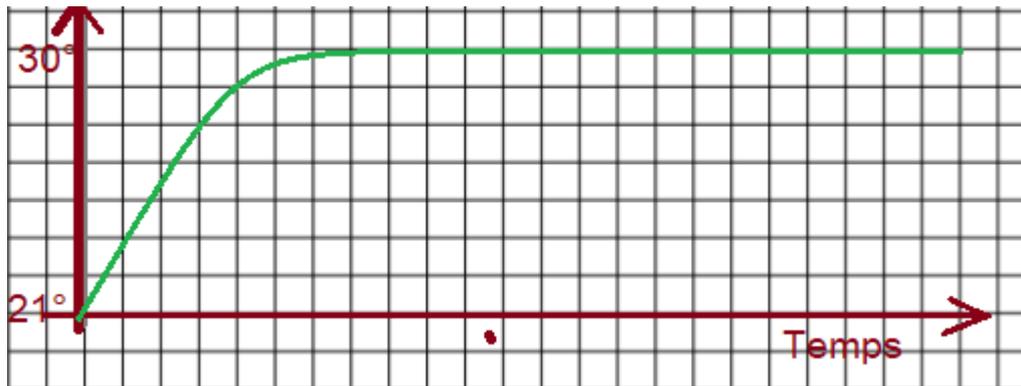
$$C_{\text{fer}}=4185 \times (100/56) \times 4^\circ / 75^\circ = 400\text{J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$$

La valeur théorique est de $440\text{J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$. La valeur expérimentale est assez proche compte tenu des conditions de l'expérience.

Capacité Thermique des matériaux

Reprendre l'étude avec du parpaing

m (kg)	m' (kg)	θ_1 (°C)	θ_2 (°C)	θ_f (°C)	$\theta_f - \theta_1$ (°C)	$\theta_2 - \theta_f$ (°C)
350g	209g	21°	100°	30°	9°	-70°



L'évolution de la température est plus lente que celle du fer

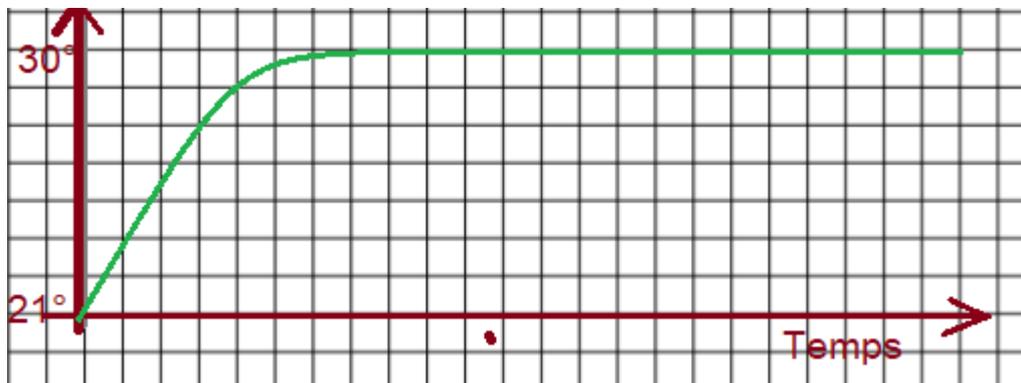
Calculer la valeur de C_{parpaing}

$$C_{\text{parpaing}} = 4185 \times (350/209) \times 9^\circ / 70^\circ = 910 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

La valeur théorique est de $880 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$. La valeur expérimentale est assez proche.

Reprendre l'étude avec la brique

m (kg)	m' (kg)	θ_1 (°C)	θ_2 (°C)	θ_f (°C)	$\theta_f - \theta_1$ (°C)	$\theta_2 - \theta_f$ (°C)
350g	277g	21°	100°	30°	9°	-70°



Calculer la valeur de C_{brique} à l'aide de l'expression:

$$C_{\text{brique}} = 4185 \times (350/277) \times 9^\circ / 70^\circ = 680 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

La valeur théorique est de $840 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$. La valeur expérimentale est un peu éloignée.

Capacité Thermique des matériaux

Conclusion:

La capacité thermique massique des matériaux caractérise leur capacité à accumuler de l'énergie thermique. Elle est différente selon les matériaux. On peut établir un classement de 4 matériaux testés par ordre croissant.

Fer , Brique , Parpaing , Eau.

Pour les matériaux de construction on préférera le parpaing et la brique et on proscritra tous les matériaux métalliques. En effet les métaux ont non seulement une faible aptitude à accumuler de la chaleur mais aussi une grande capacité à conduire celle-ci.