

Tous les matériaux ont-ils la même capacité thermique massique ?

Problématique : Certains corps peuvent accumuler davantage d'énergie que d'autres. Leurs capacités thermiques massiques sont-elles différentes ?

La capacité thermique massique c d'un corps est la quantité d'énergie nécessaire pour augmenter la température d'une masse de un kilogramme d'un degré Celsius (ou d'un kelvin)

Lien entre variation d'énergie interne et capacité thermique massique : $\Delta E_{\text{int}} = m \times c \times \Delta\theta$



Travail à réaliser :

1) Question préliminaire :

Proposer votre classement des matériaux suivants : aluminium, bois, cuivre, fer et béton, selon leur capacité à accumuler de l'énergie.

De celui qui accumule le plus vers celui qui accumule le moins : bois, béton, cuivre, fer, aluminium.

2) Vérification expérimentale :

- Mesurer la température de la pièce $\theta_{\text{i salle}} =$
(On considérera par la suite que les différents objets étudiés sont initialement à cette température)
- Prélever 300 g d'eau chaude et les introduire dans le calorimètre.
- Pour chaque matériau (opérations à faire 5 fois) :
 - ① Déterminer la masse m de l'objet et sa température initiale à sa surface.
 - ② Introduire dans l'eau le cylindre en position verticale.
 - ③ Noter de suite la température θ_{ieau} exacte de l'eau chaude.
 - ④ Fermer le calorimètre et agiter.
 - ⑤ Quand la température de l'eau est stable, noter sa valeur θ_{feau} .
- Présenter les résultats sous la forme d'un tableau.

matière	alu	bois	cuivre	fer	Béton
Masse	5,4 g	1,1 g	17,8 g	15,7 g	4,4 g
θ_{ieau}					
θ_{feau}					
$C_{\text{corps}} \text{ (J.kg}^{-1}.\text{°C}^{-1}\text{)}$	897	1200	385	444	880

3) Exploitation :

- Dans le calorimètre, il y a un transfert thermique. Dans quel sens a-t-il lieu ?
- Dans l'eau, quand la température est stabilisée, quelle est la température à la surface du corps ?
- Exprimer la variation d'énergie interne de l'eau $\square E_{\text{eau}}$.

$$\Delta E_{\text{eau}} = m_{\text{eau}} \cdot c_{\text{eau}} \cdot (\theta_{\text{feau}} - \theta_{\text{ieau}})$$

- Exprimer la variation d'énergie interne du corps $\square E_{\text{corps}}$.

$$\Delta E_{\text{corps}} = m_{\text{corps}} \cdot c_{\text{corps}} \cdot (\theta_{\text{feau}} - \theta_{\text{isalle}})$$

- Quelle relation peut-on écrire entre le transfert d'énergie interne de l'eau et le transfert d'énergie interne du corps ?

$$\Delta E_{\text{eau}} = - \Delta E_{\text{corps}}$$

- Exprimer cette relation en fonction des masses d'eau et de l'objet, de leurs capacités thermiques massiques et des deux variations de température.

$$m_{\text{eau}} \cdot c_{\text{eau}} \cdot (\theta_{\text{feau}} - \theta_{\text{ieau}}) = - m_{\text{corps}} \cdot c_{\text{corps}} \cdot (\theta_{\text{feau}} - \theta_{\text{isalle}})$$

- Montrer que l'expression de la capacité thermique massique du matériau étudié est :

$$c_{\text{corps}} = - c_{\text{eau}} \times \frac{m_{\text{eau}}}{m_{\text{corps}}} \times \frac{(\theta_{\text{feau}} - \theta_{\text{ieau}})}{(\theta_{\text{feau}} - \theta_{\text{isalle}})}$$

- Calculer la capacité thermique massique de chaque matériau. ($c_{\text{eau}} = 4180 \text{ J.kg}^{-1}.\text{°C}^{-1}$)

4) Conclusion :

- Calculer les capacités thermiques massiques moyennes avec les valeurs de la classe.
- Classer dans l'ordre décroissant ces capacités thermiques massiques.

Bois, aluminium, béton, fer, cuivre

- Comparer avec votre classement initial.

L'écart relatif se calcule en utilisant la relation : $\frac{|c_{\text{corps théorique}} - c_{\text{corps mesuré}}|}{c_{\text{corps théorique}}} \times 100$

- Comparer les valeurs obtenues avec les valeurs théoriques en calculant l'écart relatif.

Valeurs théoriques de capacités thermiques massiques de quelques matériaux.

Matériau	Aluminium	Béton	bois	Cuivre	fer
c (J.kg ⁻¹ .°C ⁻¹)	897	880	1200	385	444

5) Approfondissement :

La capacité thermique C d'un corps est son aptitude à absorber ou restituer de l'énergie par échange thermique au cours d'une transformation pendant laquelle sa température varie.

La capacité thermique est égale au produit de la capacité thermique massique et de la masse du corps. Elle s'exprime en J.K⁻¹.

- Calculer la capacité thermique des objets utilisés (tous les échantillons avaient le même volume 20 cm³).

$$C = c_{\text{corps}} \cdot m_{\text{corps}}$$

Matériau	Aluminium	Béton	bois	Cuivre	fer
c (J.kg ⁻¹ .°C ⁻¹)	897	880	1200	385	444
C (J.K⁻¹)	4,84	3,87	1,32	6,85	6,97

- Quel est celui qui a accumulé le plus d'énergie ?

Le fer est le corps qui a accumulé le plus d'énergie.

- Quel est celui qui en a accumulé le moins ?

Le bois est le corps qui a accumulé le moins d'énergie.

- Expliquer pourquoi la température de l'eau d'une piscine, baisse très peu la nuit.

La température de l'eau d'une piscine baisse très peu la nuit, car le volume d'eau étant très important, la capacité thermique correspondante est très élevée, donc la piscine conserve sa température.

- Un four à pizza chauffé au feu de bois, faut-il mieux le construire en béton ou en brique ?

Plus la capacité thermique massique est élevée, et plus le matériau va conserver la chaleur, donc il vaut mieux construire le four en brique plutôt qu'en béton.

- Expliquer d'un point de vue thermique le principe du chauffage central. L'eau circule à une température de °C et alimente des radiateurs en acier.

L'acier a une capacité thermique massique faible par rapport à l'eau, il va absorber facilement l'énergie thermique et la restituer à l'air qui a une capacité thermique supérieure.

Matériau	Acier	Béton	brique	eau	air
C (J.kg ⁻¹ .°C ⁻¹)	450	880	920	4180	1030

NOUVELLE REGLEMENTATION THERMIQUE, LES PLUS, LES MOINS !

La réglementation RT 2012 obligatoire pour toute construction neuve à partir du 1^{er} janvier 2013, est particulièrement ambitieuse en termes de performance énergétique. Elle positionne la construction à un niveau basse consommation dit BBC. C'est du jamais vu ! D'où un certain nombre de dérives ou pièges possibles que nous essayons de mettre en avant.

■ La nouvelle réglementation thermique, une avancée importante



Autant les [réglementations thermiques](#) précédentes permettaient de réduire à un rythme de tous les 5 ans les consommations du bâtiment de -15%, autant la nouvelle réglementation thermique dite [RT 2012](#), fait un sacré bon en avant. En effet il s'agira globalement de diviser par 3 la consommation d'[énergie primaire](#). Une maison conforme à la réglementation RT 2005 étant calculée pour 150 kWh(ep)/m².an devra ainsi passer à un niveau de 50 kWh(ep)/m².an. Jamais le mode de la thermique du bâtiment n'avait fait un pareil saut « en avant ».

les avancées de cette réglementation thermique RT 2012 sont résumées sur ce graphique :



- **Le B Bio Max** : ma maison devra être bio-conçue et posséder une performance énergétique du bâti quels que soient les équipements de chauffage. Soit un bâti bien isolé, bien exposé, bien éclairé, ...
- **Le C max** : c'est la consommation d'énergie primaire qui limite toute construction neuve à un niveau en deçà de 50 kWh(ep)/m² et par an en moyenne sur la France (consommation des 5 usages ([chauffage](#), [climatisation](#), [eau chaude sanitaire](#), et auxiliaires))
- **Le confort d'été avec une limitation de la température Tic**. Il s'agit effectivement de ne pas construire des maisons où apparaissent des surchauffes en été ou maison « thermos » comme l'écrit ma consœur Véronique BERTRAND (cf sa chronique : [MAISON BBC, OUI MAIS PAS « THERMOS »](#))

De plus, deux obligations réglementaires préviennent de toutes dérives tendancieuses :

- **Obligation d'obtenir un éclairage naturel** avec une surface des baies vitrées supérieure ou égale à 1/6 de la surface habitable (*on ne pourra pas concevoir ni construire des blockhaus*)
- **Obligation d'utiliser des [énergies renouvelables](#) en maison individuelle**. Ainsi place au solaire, à l'énergie bois, et à la pompe à chaleur !

L'énergie primaire, c'est l'énergie nécessaire à l'origine ; toutes pertes incluses. Exemple quand on consomme 1 kWh d'électricité dans un logement, il faut 2,58 kWh d'énergie à l'origine moins les pertes en ligne, les pertes transfo, de là, des coefficients de conversion propres aux énergies.

- L'électricité : 2,58
- Le gaz, le fioul : 1
- le bois : 0,6

Prenons l'exemple d'un logement fonctionnant à l'électricité, avec une pompe à chaleur pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire, Il affichera une basse consommation de 50 kWh(ep)/m².an, et en fait consommera en énergie électrique : $50/2,58 = 20$ kWh/m² et par an.

Soit pour une maison de 150 m², une consommation annuelle d'électricité de 3000 kWh !

A 0,15 €TTC/kWh -> **450 €/an de budget d'énergie électrique**

Au 1^{er} janvier 2020, les nouvelles constructions doivent se conformer aux normes de la réglementation RT2020 !