

## A- L'énergie

Tous les objets étudiés en science physique possèdent de **l'énergie**. Ils peuvent **donner** ou **recevoir** de l'énergie. L'énergie se **transfère** de deux façons entre les corps: en donnant du **travail** ou en donnant de la **chaleur**.

L'énergie donnée sous forme de **travail** permet **d'exercer** une **force** sur une certaine **distance**.

L'énergie donnée sous forme de **chaleur** permet **d'augmenter** la **température** d'un corps.

Au niveau **microscopique** la **chaleur** correspond à un **transfert d'énergie cinétique**.



## B- Formes d'énergies

L'énergie est **stockée** de différentes façons :

- **énergie cinétique** : Un objet de masse  $m$ , se déplaçant à une vitesse  $v$  possède une énergie cinétique  $E_c = \frac{1}{2}mv^2$  ( $m$  en  $kg$ ,  $v$  en  $m.s^{-1}$  et  $E_c$  en  $J$  (Joules))
- **énergie potentielle** : un objet est en **interaction** (il subit une force) **avec un autre** objet, et cette **interaction** va **pouvoir libérer** de l'énergie.

Exemples :

Énergie potentielle de pesanteur	Énergie potentielle stockée dans un ressort	Énergie potentielle stockée dans une liaison chimique
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pilon (en Afrique, pour piler le mil)</li> <li>• Barrage hydraulique</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tapette à souris, jouet mécanique à remontoir, lance pierre, ...</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pile, batterie, allumettes, pétrole, ...</li> </ul>

**L'énergie se conserve**, elle n'est **n'y créée, ni détruite**, elle est **transférée** d'un objet vers un autre objet

Exemple : Énergie cinétique voiture.

Une voiture de 1,2 t roule à 60 km.h<sup>-1</sup>. Son énergie cinétique sera  $E_c = 0,5 \times 1200 \times (60000/3600)^2 = 166$  kJ.

## C- Mesurer l'énergie stockée dans un aliment ou un combustible

Pour **mesurer l'énergie** contenue dans un **aliment** ou un **combustible**, on va le **bruler** et mesurer **l'échauffement** d'une certaine **masse d'eau**. On peut aussi faire **fondre** une certaine **masse de glace** d'eau.

On **connait** l'énergie nécessaire pour chauffer l'eau ou faire fondre de la glace

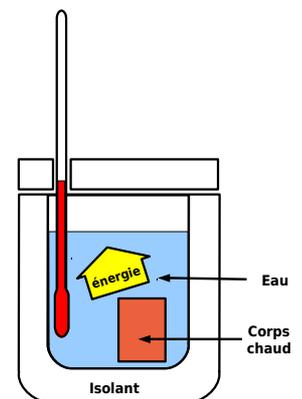
- pour faire fondre 1 kg de glace il faut 334 000 Joules
- pour augmenter d'un degré la température d'un kg d'eau il faut 4187 Joules

L'appareil permettant cette mesure s'appelle un **calorimètre**.

Exemple :

On a mesuré que la combustion de 1000 L de butane fournit 124 MJ. Convertir cette énergie en Joules. Combien de litre d'eau peut on chauffer de 20°C à 100°C (avant ébullition) ?

124 MJ = 124 Méga J = 124 x 10<sup>6</sup> J. Pour augmenter la température d'un degré d'un kg d'eau on consomme 4187 Joules. Pour passer de 20°C à 100°C, on doit fournir (100 - 20) x 4187 = 3,35 x 10<sup>5</sup> Joules. On dispose de 124x10<sup>6</sup> Joules, nous pourrons donc chauffer 124 x 10<sup>6</sup> / 3,35 x 10<sup>5</sup> = 370 kg d'eau.



### D- Exercices

**Exercice 1:** À partir du document 1, dites combien d'énergie il est théoriquement possible de libérer en brûlant les

**Document 1: Enthalpie massiques H de différents combustibles (énergie libérée lors de la combustion d'un kg de combustible).**

Coke (charbon)	30 MJ.kg <sup>-1</sup>	Butane	86 MJ.kg <sup>-1</sup>
Essence	42,5 MJ.kg <sup>-1</sup>	Propane	93 MJ.kg <sup>-1</sup>

**Document 2:** Énergie libérée lors de la réaction de fission de l'Uranium 235.  $E = 8,2 \times 10^7$  MJ.kg<sup>-1</sup>

**Document 3:** Masses volumiques  $\rho_{eau} = 1,00 \text{ kg.L}^{-1} = 1000 \text{ kg.m}^{-3}$   $\rho_{essence} = 0,70 \text{ kg.L}^{-1} = 700 \text{ kg.m}^{-3}$

**Document 4:** Besoins journaliers en énergie d'un être humain : de 9000 à 13 000 kJ

**Document 5:** Énergie libérée pour 1g: lipides 39 kJ.g<sup>-1</sup>; protides 23 kJ.g<sup>-1</sup>; glucides 17 kJ.g<sup>-1</sup>

masses suivantes de combustible.

**a)** 3 kg de charbon. **b)** 0,3 kg de propane. **c)** 1L d'essence (utiliser le document 3). **d)** 2m<sup>3</sup> de butane

Volume molaire  $V_m = 24 \text{ L.mol}^{-1}$ , formule brute du butane C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>, M(C) = 12 g.mol<sup>-1</sup>, M(H) = 1,0 g.mol<sup>-1</sup>.

**Exercice 2:** On chauffe 200L d'eau (une baignoire) de 14°C à 30°C.

**a)** Calculez l'énergie nécessaire pour chauffer l'eau

**b)** Calculez la masse de coke, puis la masse de butane nécessaires pour chauffer cette eau.

**Exercice 3:** On veut chauffer au printemps une piscine privée. L'eau est à 10°C, on veut la chauffer jusqu'à 25°C. La piscine a pour dimensions 4m x 3m x 1,5m (partie contenant l'eau).

**a)** Calculez le volume d'eau puis la masse d'eau contenue dans la piscine (utiliser le document 3).

**b)** Calculez l'énergie nécessaire pour chauffer cette eau.

**c)** On utilise un chauffage au butane. Calculez la masse de butane nécessaire.

**d)** Une bouteille de butane contient 13kg de gaz. Combien de bouteilles seront nécessaires?

**e)** Proposez un autre système pour réchauffer l'eau plus économe en énergie.

**Exercice 4:** Les besoins alimentaires d'un être humain sont donnés dans le document 4. Les apports énergétiques par type d'aliment sont donnés dans le document 5.

**a)** Calculez la masse de lipides nécessaire par jour(en ne consommant que des lipides).

**b)** Calculez la masse de protides nécessaire par jour(en ne consommant que des protides).

**c)** Calculez la masse de glucides nécessaire par jour(en ne consommant que des glucides).

**Exercice 5:** Énergie et locomotion. Une batterie permet de stocker, par kilogramme de batterie 0,366 MJ.kg<sup>-1</sup>. L'essence peut fournir 42,5 MJ.kg<sup>-1</sup>. Un réservoir de voiture contient environ 35L d'essence, de densité 0,7.

**a)** Calculez la masse d'essence.

**b)** Calculez l'énergie disponible dans l'essence du réservoir.

**c)** Calculez la masse de batterie qui serait nécessaire pour stocker la même quantité d'énergie.

**d)** Pour la même masse de batterie que la masse d'essence de la question a), donnez l'énergie disponible.

**e)** La voiture tout électrique a-t-elle pour l'instant un réel avenir? (Remarque: le moteur thermique ne transfère que 10% de l'énergie de l'essence vers la voiture, un moteur électrique atteint 90%).

**Exercice 6:** Énergie libérée par 1kg d'uranium et énergie libérée par 1 kg de charbon. Comparez ces deux énergies. Donnez l'ordre de grandeur du rapport.

### E- Correction

#### Exercice 1:

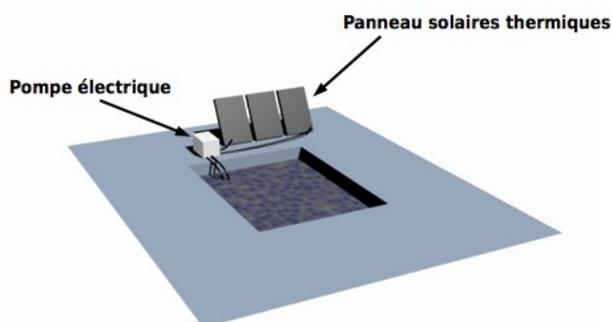
- a)  $E = m \times H = 3 \text{ kg} \times 30 \text{ MJ.kg}^{-1} = 3 \text{ kg} \times 30 \times 10^6 \text{ J.kg}^{-1} = 9,0 \times 10^7 \text{ J}$  ( H est l'enthalpie massique, voir document 1 )
- b)  $E = m \times H = 0,3 \text{ kg} \times 93 \text{ MJ.kg}^{-1} = 0,3 \text{ kg} \times 93 \times 10^6 \text{ J.kg}^{-1} = 2,8 \times 10^7 \text{ J}$
- c)  $m = \rho \times V = 0,700 \text{ kg.L}^{-1} \times 1,0 \text{ L} = 0,700 \text{ kg}$ ;  $E = m \times H = 0,700 \text{ kg} \times 42,5 \text{ MJ.kg}^{-1} = 3,0 \times 10^7 \text{ J}$
- d)  $n = V / V_m = 2000 \text{ L} / 24 \text{ L.mol}^{-1} = 83,3 \text{ mol}$  donc  $m = n \times M(\text{C}_4\text{H}_{10}) = 83,3 \times (4 \times 12,0 + 10 \times 1,0) = 4,83 \text{ kg}$ ;  $E = m \times H = 4,83 \text{ kg} \times 86 \text{ MJ.kg}^{-1} = 4,83 \text{ kg} \times 86 \times 10^6 \text{ J.kg}^{-1} = 4,15 \times 10^8 \text{ J}$

#### Exercice 2:

- a)  $\Delta\theta = 30^\circ\text{C} - 14^\circ\text{C} = 16^\circ\text{C}$ ; masse d'eau  $m = \rho \times V = 200 \text{ kg}$  ; Pour augmenter la température de 1kg d'eau de  $1^\circ\text{C}$ , il faut 4,187 kJ. Donc pour augmenter la température de  $16^\circ\text{C}$ , il faudra  $16 \times 4,187 \text{ kJ}$ . Enfin, pour augmenter de  $16^\circ\text{C}$  la température de 200kg d'eau, il faudra  $200 \times 16 \times 4,187 \text{ kJ} = 1,34 \times 10^7 \text{ J}$ .
- b)  $E = m_{\text{coke}} \times H$  (voir document 1). Donc  $m_{\text{coke}} = E / H = 1,34 \times 10^7 / 30 \times 10^6 = 447 \text{ g}$ ;  $m_{\text{gaz}} = 1,34 \times 10^7 / 86 \times 10^6 = 156 \text{ g}$  ;

#### Exercice 3:

- a)  $V = 4 \times 3 \times 1,5 = 18 \text{ m}^3 = 1,8 \times 10^4 \text{ L}$ ;  
 $m = \rho_{\text{eau}} \times V = 1,000 \text{ kg.L}^{-1} \times 1,8 \times 10^4 \text{ L} = 1,8 \times 10^4 \text{ kg}$ .
- b)  $\Delta\theta = 25^\circ\text{C} - 10^\circ\text{C} = 15^\circ\text{C}$  ;  
 $E = m \times \Delta\theta \times 4187 = 1,13 \times 10^9 \text{ J}$ .
- c)  $m = E / H = 1,13 \times 10^9 / 86 \times 10^6 = 13 \text{ kg}$
- d) Une bouteille de gaz; utiliser l'énergie solaire pour chauffer la piscine (mais il faudra beaucoup de soleil ... ).



#### Exercice 4: $m = E / H$

E (J)	9 000 000	13 000 000
Lipides	230g	330g
Protides	390g	565g
Glucides	530g	764g

#### Exercice 5:

- a)  $m = \rho_{\text{essence}} \times V = 0,700 \text{ kg.L}^{-1} \times 35 \text{ L} = 24,5 \text{ kg}$
- b)  $E = m \times H = 1,04 \times 10^9 \text{ J}$
- c)  $m = E / H_{\text{batterie}} = 1,04 \times 10^9 / 0,366 \times 10^6 = 2800 \text{ kg de batterie !!}$
- d)  $E' = m' \times H_{\text{batterie}} = 24,5 \times 0,366 \times 10^6 = 8,9 \times 10^6 \text{ J}$ . L'énergie transportée par batterie est presque 100x plus faible que celle de l'essence ! (question a).
- e) Dans la pratique, le moteur thermique transforme seulement 10% de l'énergie chimique en énergie utile pour la propulsion, alors que le moteur électrique atteint 90% de conversion. On conserve cependant un rapport de 10 en faveur de l'essence.

Donc il faudra trouver une solution encore différente pour diminuer l'impact de la voiture, par exemple, diminuer le besoin de la voiture en développant le transport en commun et en densifiant l'habitat (le développement de la voiture est du en grande partie à l'étalement de l'habitat, avec les lotissements et les maisons individuelles. Mais il faut changer les mentalités pour retrouver la compacité et la densité des villes et villages qui permettait d'économiser l'énergie (chauffage) et la terre agricole.

#### Exercice 6:

$8,2 \times 10^7 \times 10^6 / 30 \times 10^6 = 2,7 \times 10^6$ , ordre de grandeur  $10^6$ , soit un million de fois plus !!

