

L' ÉNERGIE

Rien de plus mystérieux que l'énergie ! Risquons cette définition : “*On appelle énergie toute manifestation de chaleur, de mouvement, de bruit, de lumière ou de rayonnement.*”

L'énergie de l'Univers...

L'Univers est en expansion, c'est un fait acquis. L'observation des étoiles montre en effet que les galaxies s'éloignent les unes des autres. En même temps, l'Univers se refroidit, c'est la contrepartie de son expansion.

Ces diverses constatations ont permis d'élaborer la folle et pourtant vraisemblable théorie du *big-bang* : juste avant l'explosion primitive, toute la matière de l'Univers était concentrée dans un volume plus petit que celui d'une tête d'épingle.

Imaginons que quelqu'un ait pu assister aux derniers instants de cette tête d'épingle, juste avant l'explosion primitive : dans un froid extrême jamais atteint depuis (0 K, soit -273 °C) et dans un silence absolu (pas un seul bruit !), ce privilégié n'aurait rien vu du tout, et pour cause : totalement dépourvue d'énergie, cette tête d'épingle ne pouvait émettre ni chaleur, ni lumière, ni rayonnement.

Froid et silencieux, l'Univers était donc complètement invisible avant d'exister.

L'énergie du Soleil...

Parmi les quatre forces physiques fondamentales qui font fonctionner l'Univers depuis le *big-bang*, il y en a une qui joue un rôle particulier, c'est la force de gravitation.

Cette force entretient l'énorme chaudière de fusion nucléaire qui se trouve au centre du Soleil et qui alimente, directement ou indirectement, toutes les sources d'énergies disponibles sur Terre.

L'énergie du pétrole...

Dans l'Univers il n'y a pas de mouvement sans cause, ni de déplacement fortuit. Une voiture, par exemple, est une masse inerte qui ne peut se mettre en mouvement qu'avec l'aide du moteur, lui-même alimenté par de l'air et du carburant.

Quel est le principe qui fait tourner le moteur ? C'est une réaction chimique due aux affinités que certains atomes manifestent les uns pour les autres, en l'occurrence les affinités de l'oxygène pour l'hydrogène et pour le carbone.

L'oxygène se trouve dans l'atmosphère terrestre, celle que nous respirons à chaque instant. L'hydrogène et le carbone se trouvent dans les hydrocarbures que l'on extrait du pétrole par raffinage.

Lorsque ces atomes sont dans le voisinage les uns des autres et si la température est suffisante, ils se mettent à vibrer, ils s'agitent dans tous les sens jusqu'à changer de partenaire et finissent alors par se calmer, comme s'ils avaient atteint leur but. Cette agitation est l'énergie qu'on récupère plus ou moins bien pour faire tourner le moteur.

Énergie, chaleur et mouvement...

Dans le langage courant, cette agitation est nommée *combustion*, elle libère une énergie totale d'environ 35 mégajoules par litre de carburant.

Hélas, cette énergie se manifeste sous deux formes indissociables : énergie thermique (chaleur) et énergie mécanique (mouvement), sans qu'il soit possible d'augmenter l'une au détriment de l'autre.

Or l'énergie thermique ne sert à rien dans un moteur, sinon à chauffer l'habitacle, seule l'énergie mécanique compte !

Cette énergie mécanique se manifeste d'abord à travers le mouvement du piston, des bielles, du vilebrequin, de la transmission et des roues, et ensuite seulement, à travers le mouvement de la voiture.

L'énergie mécanique qui met la voiture en mouvement et lui permet d'acquérir une certaine vitesse est appelée *énergie cinétique*.

L'énergie de la vitesse...

L'énergie cinétique se définit en effet comme l'énergie nécessaire pour accélérer une masse. C'est une grandeur abstraite qu'il est difficile de se représenter. D'autant plus qu'elle obéit à une loi particulière : elle varie comme le carré de la vitesse.

En 2007, un TGV expérimental a atteint la vitesse de 575 km.h^{-1} (160 m.s^{-1}) et battu l'ancien record de vitesse sur rail qui était de 540 km.h^{-1} (150 m.s^{-1}). Une amélioration de 35 km.h^{-1} , où est l'exploit ?

En réalité, un calcul montre que, pour faire varier la vitesse de 540 km.h^{-1} à 575 km.h^{-1} , il a fallu donner au train autant d'énergie que pour l'amener de 0 à 200 km.h^{-1} !

Cela signifie qu'en termes d'énergie, ces 35 km.h⁻¹ supplémentaires en valent 200 !

Autrement dit et pour résumer, plus la vitesse de référence est élevée, plus il est coûteux d'accroître cette vitesse.

Puissance et vitesse

La puissance se définit comme la vitesse avec laquelle l'énergie est consommée pour maintenir une vitesse stabilisée. Encore une autre grandeur difficile à appréhender puisque celle-ci varie comme le cube de la vitesse !

Divers calculs montrent que, compte tenu des caractéristiques de ce TGV, il a fallu disposer d'une puissance d'environ 15 mégawatts pour battre le record, alors que la moitié de cette puissance lui aurait suffi pour circuler à 460 km.h⁻¹, et un seul mégawatt pour se maintenir à 235 km.h⁻¹ !

Le constat est cruel : l'énergie nécessaire pour battre ce fameux record aurait permis à 15 trains identiques de circuler à 235 km.h⁻¹ !

Économiser l'énergie...

C'est une loi physique incontournable : la recherche de la vitesse se paye par une débauche d'énergie. Or l'énergie est rare, donc précieuse et son gaspillage est une menace pour l'environnement.

À l'heure où les réserves de pétrole s'épuisent et où la planète croule sous le CO₂, réduire les vitesses pratiquées est une urgence. Voilà un argument sans doute plus convaincant que celui de la sécurité routière.

Ainsi par exemple :

- une voiture qui circule à 110 km.h⁻¹ au lieu de 130 km.h⁻¹ économise l'énergie nécessaire pour circuler à 69 km.h⁻¹.
- un camion qui circule à 80 km.h⁻¹ au lieu de 90 km.h⁻¹ économise l'énergie nécessaire pour circuler à 41 km.h⁻¹.

Des chiffres qui devraient faire réfléchir...

QUELQUES RELATIONS ENTRE GRANDEURS...

Énergie totale libérée par la combustion d'un carburant :

Gazole (densité 845 kg.m⁻³) : **44,3 MJ.kg⁻¹** (**37,4 MJ.l⁻¹**)

Essence (densité 760 kg.m⁻³) : **46,9 MJ.kg⁻¹** (**35,6 MJ.l⁻¹**)

GPL (densité 550 kg.m⁻³) : **48,7 MJ.kg⁻¹** (**26,8 MJ.l⁻¹**)

Énergie cinétique :

$$E = \frac{1}{2} M \cdot V^2$$

E : énergie cinétique, exprimée en **J**

M : masse, exprimée en **kg**

V : vitesse, exprimée en **m.s⁻¹**

cohérence des unités : **E** = kg . (m.s⁻¹)² = kg.m².s⁻² = **J**

Exemple : calculons l'énergie cinétique d'une voiture de masse 1 200 kg circulant à 20 m.s⁻¹ (72 km.h⁻¹) :

$$E = \frac{1}{2} \times 1\,200 \times 20^2 = 600 \times 400 = 240\,000 \text{ J}$$

Variation d'énergie cinétique :

$$\Delta E = \frac{1}{2} M \cdot (V_b^2 - V_a^2)$$

ΔE : variation d'énergie cinétique, exprimée en **J**

M : masse, exprimée en **kg**

V_b : vitesse acquise, exprimée en **m.s⁻¹**

V_a : vitesse initiale, exprimée en **m.s⁻¹**

cohérence des unités : **E** = kg . [(m.s⁻¹)² - (m.s⁻¹)²] = kg.m².s⁻² = **J**

Exemple : calculons la variation d'énergie cinétique d'une voiture de masse 1 200 kg lorsque la vitesse passe de 20 m.s⁻¹ (72 km.h⁻¹) à 30 m.s⁻¹ (108 km.h⁻¹) :

$$\Delta E = \frac{1}{2} \times 1\,200 \times (30^2 - 20^2) = 600 \times (900 - 400) = 600 \times 500 = 300\,000 \text{ J}$$

Puissance :

$$B = E / T$$

B : puissance, exprimée en **W**

E : énergie, exprimée en **J**

T : temps, exprimé en **s**

cohérence des unités : $B = \text{kg.m}^2.\text{s}^{-2} . \text{s}^{-1} = \text{kg.m}^2.\text{s}^{-3} = \mathbf{W}$

Exemple : calculons la puissance nécessaire pour produire une énergie de 300 000 J en 30 s :

$$B = 300\,000 / 30 = 10\,000 \text{ W}$$

Puissance absorbée par la vitesse :

$$B = F . V$$

B : puissance, exprimée en **W**

F : somme des forces résistantes, exprimée en **N**

V : vitesse, exprimée en **m.s⁻¹**

cohérence des unités : $B = \text{kg.m}^+1.\text{s}^{-2} . \text{m}^+1.\text{s}^{-1} = \text{kg.m}^2.\text{s}^{-3} = \mathbf{W}$

Exemple : calculons la puissance nécessaire pour déplacer une force résistante de 500 N à la vitesse de 30 m.s⁻¹ :

$$B = 500 \times 30 = 15\,000 \text{ W}$$

ASSOCIATION ADILCA

www.adilca.com

* * *