

L'énergie d'un kg d'eau est la somme de toutes les énergies que celui-ci possède, son énergie mécanique et son énergie interne (agitation thermique, état physique, énergie chimique et énergie nucléaire).

Nous allons donner quelques ordres de grandeurs de transferts d'énergie de et dans ce kg d'eau, qui font intervenir les interactions fondamentales vues en première (Gravitationnelle, électrique, ou forte)

### Transfert d'énergie mécanique.

Le kg d'eau peut posséder de l'énergie cinétique ou potentielle de pesanteur.

Si un kg d'eau descend de un mètre.

Sa variation d'énergie potentielle est de l'ordre de (on prend  $g = 10\text{N/kg}$ )

$$\Delta E_{\text{pp}} = mg \times \Delta z = 1 \times 10 \times 1 = 10 \text{ J}$$

Si un kg d'eau subit une variation de vitesse de 1 m/s

$$\Delta E_{\text{c}} = \frac{1}{2} mv^2 = 0,5 \times 1 \times 1 = 0,5 \text{ J}$$

**Les ordres de grandeurs sont de l'ordre de 1 à 10 J pour 1 kg.**



### Transferts énergétiques Thermiques sans modification de la molécule :

Dans ce cas les transferts d'énergie peuvent être dus à deux choses, la variation de température de l'eau (énergie cinétique microscopique) des molécules d'eau, ou variation de l'état physique de l'eau (Changement d'état, solide, liquide, gazeux : que l'on pourrait assimiler à de l'énergie potentielle microscopique)

Transfert du à une variation de température de 1° C de 1kg d'eau

$\Delta U = m \times c_e \times \Delta T$  (où  $c_e$  est la capacité calorifique massique de l'eau, constante qui dépend du « corps chimique »)

$\Delta U = 1 \times 4180 \times 1 = 4180 \text{ J}$  (c'est ce que l'on appelle une kilocalorie, que vous retrouvez sur vos valeurs nutritives)

Transfert du à des changements d'états ;

Pour la fusion de 1kg de la glace

$$\Delta U = L_f \times m = 335\,000 \text{ J}$$

Pour la vaporisation de 1kg d'eau

$$\Delta U = 2\,250\,000 \text{ J}$$

Ces transferts peuvent se faire dans les deux sens (perte ou gain suivant le changement d'état)

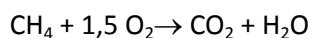
On voit que ces transferts thermiques sont beaucoup plus grands que les transferts mécaniques

**Ordre de grandeur :  $10^3$  à  $10^6$  J ( c'est sur cette vaporisation que l'on va jouer dans les pompes à chaleur , même si le corps vaporisé n'est pas de l'eau)**



### Transferts d'énergie chimique.

La molécule d'eau peut être fabriquée lors de la combustion du méthane par exemple



Il se forma alors 2 liaisons OH lors de la formation de l'eau.

L'énergie libérée par la formation de deux moles de liaisons OH est de 926 kJ

Comme dans un kg d'eau on a 55,5 mol d'eau.

La formation d'une mole d'eau va dégager.

$\Delta U = 55,5 \times 926 \text{ kJ} = 51\,393 \text{ kJ}$  soit  $51,3 \cdot 10^6 \text{ J}$ , donc de l'ordre de 51 millions de joules, ce qui explique l'intérêt des réactions de combustions qui dégagent de l'eau (et surtout du CO<sub>2</sub>)

**On est dans des ordres de 10 à 10 000 fois ce que l'on avait dans les transferts thermiques physiques**



### Transfert d'énergie Nucléaire.

Difficile de savoir pour l'eau, mais prenons les « Hydrogène » qui composent l'eau, l'énergie dégagée par la fusion de 4 g d'hydrogène pour former de l'Hélium est de :

$$\Delta U = 2,3 \cdot 10^{12} \text{ J}$$

Ce qui donne pour tous les H présents dans un litre d'eau

$$m_H = (2/18) \times 1000 = 111 \text{ g}$$

$$\Delta U = 2,3 \cdot 10^{12} \times (111/4) = 6,4 \cdot 10^{13} \text{ J} \quad (\text{ordre de } 64 \text{ 000 miliards de joules}) \text{ c'est énorme}$$

**On est de l'ordre de 1 millions de fois ce que l'on avait dans les transferts chimiques.**



### Energie de masse .

C'est l'énergie que l'on pourrait récupérer si on avoir l'antimatière de l'eau, toute la masse serait alors transformée en énergie ( inverse de ce qui s'est fait lors du big bang et ... dans les étoiles)

$$\Delta U = mc^2 = 9 \cdot 10^{16} \text{ J}$$

**Ce qui est énorme, puisque encore 1000 fois plus grand que pour le transfert par fusion nucléaire**

**Comme on voit au plus on s'enfonce dans la matière au plus les modifications engendre des variations d'énergie importantes.**

**Pour récupérer quelques joules avec de l'énergie mécanique il faudra des masses importantes, bcp moins lors des combustions et presque rien pour les transformations nucléaires.**