

**COURS**

## Chapitre 7 « Energie et combustion »

**Les compétences à acquérir...**

- Citer des exemples de combustibles usuels.
- Écrire l'équation de réaction de combustion complète d'un alcane et d'un alcool.
- Estimer l'énergie molaire de réaction pour une transformation en phase gazeuse à partir de la donnée des énergies des liaisons.
- Énergie molaire de réaction, pouvoir calorifique massique, énergie libérée lors d'une combustion.
- Interprétation microscopique en phase gazeuse : modification des structures moléculaires, énergie de liaison.
- Mettre en œuvre une expérience pour estimer le pouvoir calorifique d'un combustible.

**I- La réaction de combustion :****1- Caractéristique d'une combustion :**

Une combustion est une ..... au cours de laquelle ;

- un ..... s'oxyde
- un ....., généralement le dioxygène O<sub>2</sub>

Pour activer une réaction, une ..... minimum doit être apportée.

La combustion d'un combustible ne contenant que les éléments carbone C, hydrogène H et éventuellement oxygène, est dite ..... si les produits de la réaction sont uniquement .....

**2- Ecriture d'une combustion complète :**

Ecrire l'équation de combustion du propane et du méthanol dans l'air

propane

méthanol

**3- Différents types de combustibles :**

Différents **combustibles** sont actuellement utilisés pour diverses utilisations (chauffage, transport, énergie) :

- Les combustibles ..... (pétrole, charbon, gaz, ...) non renouvelables à l'échelle humaine
- Les ..... (éthanol, éther méthylique de colza, bois, etc.) produits à partir de la biomasse et renouvelables à l'échelle humaine.

**II- Énergie mise en jeu lors d'une combustion :****1- Énergie transférée lors d'une combustion :**

Lors de la combustion, le système chimique contenant le combustible ..... de l'énergie Q (en joule J).

Les réactions de combustion sont des transformations ..... (libère de l'énergie), donc  $Q < 0$ .

Cette énergie Q libérée dépend

- .....
- .....

Par convention :

Si un système **libère de l'énergie** (exothermique), cette énergie est comptée **négativement**.

Si un système **reçoit de l'énergie** (endothermique), cette énergie est comptée **positivement**.

et peut être calculée à partir de l'énergie molaire de combustion  $E_{\text{comb}}$  **ou** du pouvoir calorifique PC

Q =

$$Q \text{ en } n_{\text{comb}} \text{ en } E_{\text{comb}} \text{ en}$$

Q =

$$Q \text{ en } m_{\text{comb}} \text{ en } \text{PC en}$$
**Energie molaire de combustion  $E_{\text{comb}}$  :**

énergie transférée lors de la combustion **d'une mole** de combustible.

C'est une grandeur .....  $E_{\text{comb}} \dots 0$

**Pouvoir calorifique PC d'un combustible :**

énergie que l'on peut récupérer lors de la combustion **d'un kilogramme** de combustible.

C'est une grandeur **positive**  $\text{PC} > 0$  d'où le signe - dans la formule

Remarque :

Il est possible de **relier pouvoir calorifique et énergie molaire de combustion** en utilisant la relation liant quantité de matière, masse et masse molaire.

$$Q =$$

**2- Comment calculer l'énergie molaire de combustion  $E_{comb}$  à partir des énergies de liaisons  $E_l$  ?**

**a- Qu'est que l'énergie molaire de liaison  $E_l$  ?**

**L'énergie molaire de liaison  $E_l$  d'une liaison covalente A – B** correspond à l'énergie nécessaire pour ..... une mole de liaisons et ainsi rendre isolé les atomes A et B à l'état gazeux.

Cette énergie est toujours donnée, dans des tables, ..... et s'exprime en .....

Liaison	Énergie de liaison (kJ.mol <sup>-1</sup> )
C – H	413
C – C	348
C – O	360
O = O	496
O – H	463
C = O	804
C = O dans CO <sub>2</sub>	796

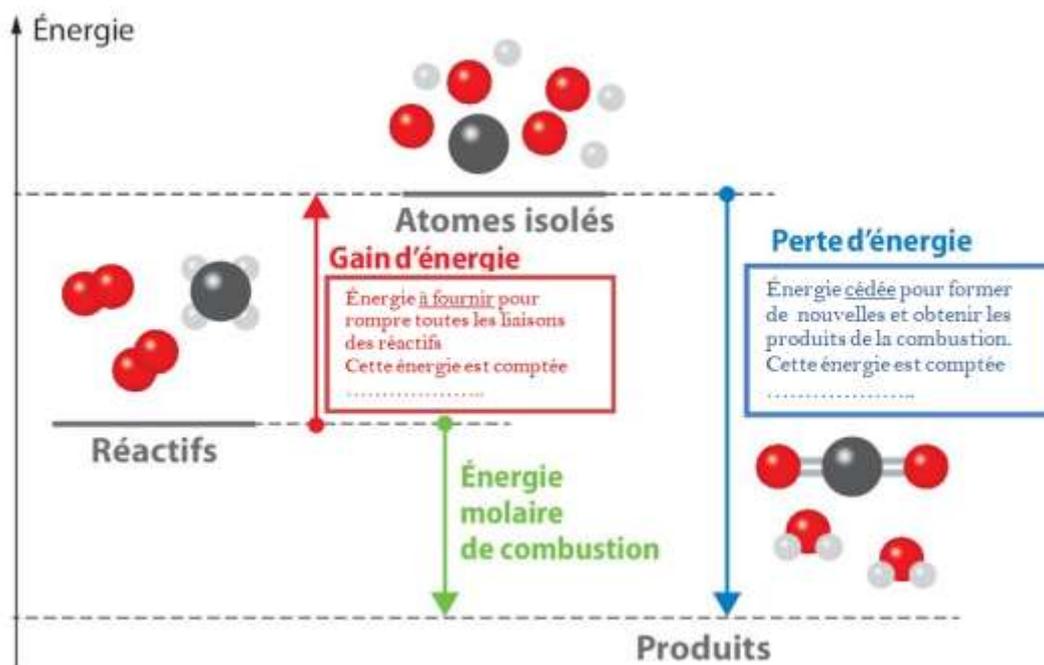
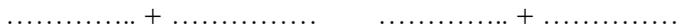
Remarque : D'après la table précédente,

- une énergie  $E_l(C-H) = \dots\dots\dots$  est **fournie** pour rompre une mole de liaisons C – H
- une énergie  $E_l(C-H) = \dots\dots\dots$  est **cédée** pour former une mole de liaisons C – H

**b- Méthode pour calculer l'énergie molaire de combustion  $E_{comb}$  à partir des énergies de liaisons  $E_l$**

- Pour calculer l'**énergie molaire de combustion  $E_{comb}$** , on part de l'équation de combustion avec un coefficient de 1 pour le combustible.

- Lors d'une réaction de combustion, des liaisons sont rompues (les réactifs) et d'autres sont formées (les produits). Prenons le cas de la combustion du méthane



Pour calculer l'**énergie molaire de combustion  $E_{comb}$** , il suffit donc de connaître l'énergie de liaison des différentes liaisons des molécules et de faire la différence d'énergie entre celles rompues et celles formées.

$$E_{comb} = \left| \dots\dots\dots \right| - \left| \dots\dots\dots \right|$$

$$\text{ou } E_{comb} = \left| \dots\dots\dots \right| - \left| \dots\dots\dots \right|$$

Rappel : Cette énergie est **négative** car la combustion est exothermique. De la chaleur est .....

Exercice : Réécrire l'équation de combustion du méthane en utilisant les formules développées  
Calculez l'énergie molaire de combustion  $E_{\text{comb}}$  combustion du méthane

Calculez l'énergie molaire de combustion  $E_{\text{comb}}$  combustion du butane

### III- Les enjeux des réactions de combustion

Les réactions de combustion sont énormément exploitées dans le secteur du transport et du chauffage. Malheureusement, les réactions de combustion émettent des **gaz polluants à effet de serre** tels que le dioxyde de carbone et l'eau.

De plus, lors d'une combustion incomplète (pas assez de dioxygène), du monoxyde de carbone CO est libéré, c'est un gaz toxique.

Deux **enjeux** pour l'avenir sont à noter :

- La mise au point d'alternatives énergétiques moins polluantes et plus pérennes
- L'élaboration de systèmes de combustion plus efficaces

Exemple : estimation de la masse de dioxyde de carbone produit par un moteur à *explosion*:

L'essence est modélisée par l'octane ( $C_8H_{18}$ ). Une voiture essence consomme un volume  $V=5,8$  L sur un parcours de 100 km. **La réaction qui a lieu dans le moteur est une combustion complète.**

Quelle est la masse  $m$  de dioxyde de carbone émise par la voiture par kilomètre?

Données: masse volumique de l'octane  $\rho=0,70$   $kg.L^{-1}$ .

masses molaires atomiques :  $(C)=12,0$   $g/mol$  ;  $(H)=1,0$   $g/mol$  ;  $M(O)=16$   $g/mol$