

Énergie stockée dans la matière organique

I. Réactions de combustion

1. Caractéristiques

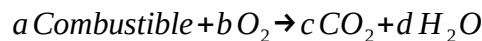
Une **combustion** est une réaction d'oxydoréduction entre un **combustible** (espèce chimique qui "brûle") et un **comburant** (espèce chimique qui permet la combustion), en général O₂. La combustion est **complète** quand il ne se forme que du dioxyde de carbone (CO₂) et de l'eau (H₂O) : les réactifs sont alors en proportions stœchiométriques, ou bien le dioxygène est en excès.

Une énergie **d'activation** est souvent nécessaire pour amorcer la combustion. Les combustibles organiques vu en classe de première sont les alcanes et les alcools.

On appelle **carburant** un combustible qui alimente un moteur thermique.

2. Équation de combustion

L'équation d'une combustion traduit la réaction du combustible avec le **dioxygène** pour donner du **dioxyde de carbone** et de **l'eau**.



On équilibre les coefficients stœchiométriques *a*, *b*, *c* et *d* en appliquant la méthode CHON

II. Énergies mises en jeu lors d'une combustion

Une énergie est **négative** si elle est **céde**e par le système étudié et **positive** si elle est **captée** par le système étudié.

Une combustion provoque toujours un dégagement de chaleur accompagné d'émission de flamme et/ou de fumée. On qualifie cette réaction **d'exothermique**.

Au cours de cette réaction, des liaisons se brisent et d'autres se forment.

1. Pouvoir calorifique massique d'un combustible

Le **pouvoir calorifique massique** d'un combustible est l'énergie que peut céder 1 kg de ce combustible lors de sa combustion complète.

On le note P_c (ou PC) et il s'exprime en $J \cdot kg^{-1}$

R_q (hors programme) : On parle de P_c supérieur (P_{cs}) si l'eau formée lors de la combustion est à l'état liquide et de P_c inférieur (P_{ci}) si elle est à l'état de gaz.

Combustible	Pouvoir calorifique PC (en MJ·kg ⁻¹)
Méthane	55,6
Butane	47,6
Octane (essences)	42,5
Dodécane (gazole)	44,5
Paraffine	46,0
Éthanol	29,7
Charbon	28
Bois	17,5

2. Énergie molaire de liaison

L'énergie molaire de liaison E_l d'une liaison AB est l'énergie qu'il faut fournir pour rompre les liaisons d'une mole de AB à l'état gazeux. Elle est toujours positive et s'exprime en $J \cdot mol^{-1}$. Les valeurs sont données dans les tables de chimie

Pour calculer l'énergie molaire de liaison d'une molécule, on effectue la somme des énergies de liaison de toutes les liaisons de la molécule. Il faut donc dresser une liste complète des liaisons de la molécule, une représentation aide souvent.

Liaison	Énergie de liaison (en kJ · mol ⁻¹)
C—C	345
C—O	358
C—H	415
H—H	436
O—H	463
O=O	498
C=C	615
C=O	804

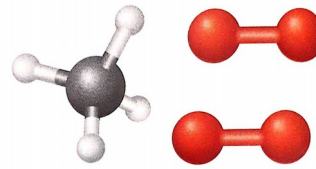
3. Énergie molaire de réaction

De manière générale, l'**énergie molaire de réaction** est l'énergie associée à une équation de réaction. Elle a pour expression

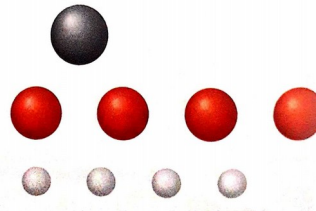
$$E_r = \sum E_i(\text{réactifs}) - \sum E_i(\text{produits})$$

Dans le cas d'une combustion complète, cette énergie correspond à la combustion d'1 mol de combustible. On l'appelle dans ce cas **énergie molaire de combustion**, elle est toujours négative car la combustion est exothermique.

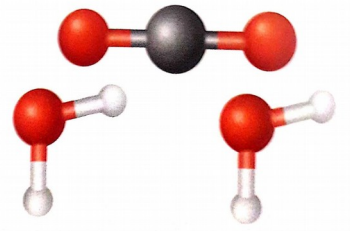
a. Réactifs dans l'état initial :



b. Atomes après « démontage » des 4 liaisons C-H et des 2 liaisons O=O :



c. Produits après « remontage » des 2 liaisons C=O et des 2 x 2 liaisons O-H :



4. Énergies de réaction

Dans ce chapitre, la réaction est une combustion.

On peut calculer l'énergie (E ou Q) produite par la **combustion** (ou plus généralement la réaction) **d'un nombre de mole n** de combustible avec la formule $E = n \times E_r$ avec E en J, n en mol et E_r en $J \cdot \text{mol}^{-1}$.

On peut calculer aussi l'énergie (E ou Q) produite par la **combustion d'une masse m** de combustible avec la formule $E = m \times P_c$ avec E en J, m en kg et P_c en $J \cdot \text{kg}^{-1}$.

Rq : Dans cette 2^e formule, l'énergie calculée est positive car P_c est toujours positif, il faut donc bien penser ensuite que cette énergie est cédée par la réaction.

III. Combustion et enjeux sociétaux

1. Applications et risques

Les combustions sont utilisées quotidiennement pour la cuisine, le chauffage, les transports. L'essentiel du combustible est d'origine fossile mais son exploitation depuis une centaine d'année fait que les réserves mondiales s'épuisent.

Le stockage de combustibles, hautement inflammables, augmente les risques d'incendie et d'explosion.

Les combustions réalisées dans des conditions qui ne respectent pas les conditions de sécurité élémentaires entraîne parfois de malaise ou des asphyxies (monoxyde de carbone CO).

2. Axes d'études pour l'avenir

La nocivité des combustibles fossile est un problème pour l'environnement. La production de CO₂, gaz à effet de serre, et autres gaz polluants pose aussi problème pour la nature.

Avant épuisement complet des réserves mondiales d'énergie fossiles, on recherche des alternatives renouvelables :

- Utilisation **d'agrocarburant** en additifs (inconvenient d'utiliser les terres cultivables)
- Valorisation de la **biomasse** en brûlant les déchets végétaux ou en les transformant en carburants de synthèse.
- Utilisation de **micro-algues** ou de bactéries spécialisées dans la production de matières combustibles, avec un excellent rendement