

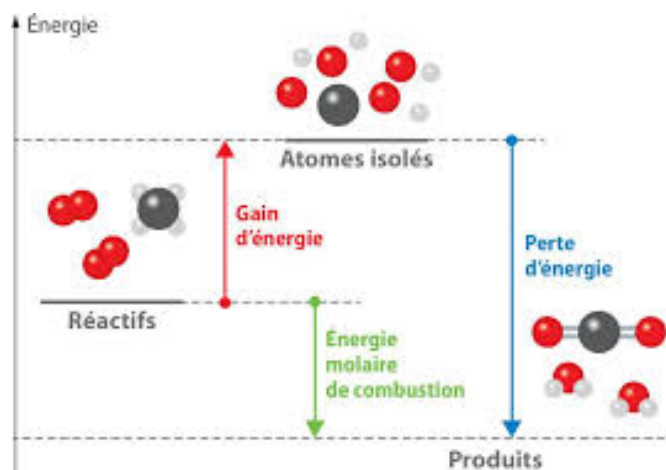
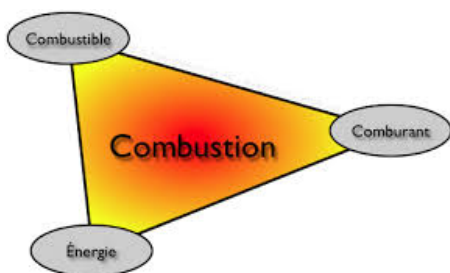


Spécialité 1ère

C8

Aspects énergétiques de la matière organique

- I. La réaction de combustion
- II. Aspect énergétique
- III. Enjeux de société



C8 - ASPECTS ENERGETIQUES DE LA MATIERE ORGANIQUE

I. La réaction de combustion

1. Définition

Pour amorcer une combustion, il faut :

- le **combustible**, la substance dont la décomposition produit de la chaleur (\Leftrightarrow énergie) ;
- le **comburant**, la substance qui réagit sur le combustible pour le décomposer ;
- l'**amorce**, la source d'énergie initiale permettant au comburant et au combustible d'initier leur réaction.

COMBUSTIBLE



COMBURANT



Remarque :

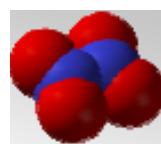
- Une fois la réaction commencée, la chaleur dégagée par la combustion permet l'auto-entretien de cette dernière.
- Certains mélanges combustible/comburant peuvent s'auto-enflammer et l'amorce devient alors inutile (ex : moteur diesel).

Exemples :

- Un feu de cheminée : **bois** + **dioxygène** de l'air + **allumette**
- Un moteur de voiture : **essence** + **dioxygène** de l'air + **arc électrique** (bougie)
- Un moteur de fusée : **diméthylhydrazine** + **peroxyde d'azote** + **étincelle**

Application :

1. Retrouver la formule de Lewis de la molécule de peroxyde d'azote, aussi appelée tétraoxyde de diazote, sachant que chaque atome d'azote est porteur d'une charge positive mais que la molécule est bien globalement neutre.
2. Donner l'atonicité, la formule brute, la formule développée et la formule topologique du diméthylhydrazine (\Leftrightarrow UDMH) de formule semi-développée : $\text{H}_2\text{N}-\text{N}(\text{CH}_3)_2$.
3. La molécule d'UDMH est-elle une molécule organique ? Justifier.
4. Même question pour la molécule de peroxyde d'azote

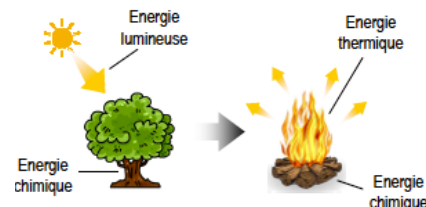


Remarque :

- Il ne faut pas confondre la **combustion** avec la **pyrolyse**. La combustion est une réaction chimique entre un combustible et un comburant alors que la pyrolyse est une simple destruction de liaisons dans une molécule du fait d'une agitation thermique trop intense lorsqu'on la chauffe trop fortement.

2. Type de combustions

Toutes les molécules organiques peuvent être utilisées comme combustible. Leur combustion libérera l'énergie qui a été nécessaire à leur élaboration (photosynthèse, métabolisme animal, procédés industriels, ...).



On distingue deux types de combustions :

- La **combustion complète** qui ne produit, dans le cas d'un alcane ou d'un alcool, que du CO_2 et de l'eau.
- La **combustion incomplète** qui, par manque de comburant, produit en plus du CO_2 et de l'eau, du monoxyde de carbone (gaz inodore et incolore hautement toxique) et de fines particules de carbone C (fumée noire).

Application :

On considère la réaction de combustion de l'éthanol dans le dioxygène de l'air.

1. Déterminer les deux couples redox sachant que lors de cette combustion l'éthanol se décompose en dioxyde de carbone et que le dioxygène se transforme en eau.
2. Etablir les deux demi-équations électroniques de cette transformation.
3. En déduire l'équation bilan de cette réaction de combustion.
4. Sans passer par les demi-équations électroniques, établir directement la réaction de combustion complète du méthane dans le dioxygène.



II. Aspect énergétique

1. Pouvoir calorifique massique

L'énergie libérée au cours d'une combustion se calcule à partir de l'**énergie molaire de combustion** E_{MC} (exprimée en J) du combustible en question. Cette énergie correspond à l'**énergie dégagée par une mole** de ce combustible.

Si l'on brûle entièrement une mole de méthane, on libérera donc une énergie de 803 kJ.

De ce fait, l'énergie du système de départ (la mole de méthane) aura variée de -803 kJ.

L'énergie E libérée par une quantité de matière n donnée d'un combustible donné se calcule donc par la formule :

$$E = n \times E_{MC}$$

E en J
n en mol
 E_{MC} en $\text{J}\cdot\text{mol}^{-1}$

Combustible	E_{MC} (kJ/mol)
Méthane	- 803
Méthanol	- 710
Ethane	- 1440
Ethanol	- 1360

Combustible	P_C (MJ/kg)
Essence	45
Méthane	55
Bois	15
Ethanol	30

Le pouvoir calorifique massique P_C (exprimé en J/kg) définit quant à lui la **quantité d'énergie disponible** dans un kilogramme de combustible.

Application :

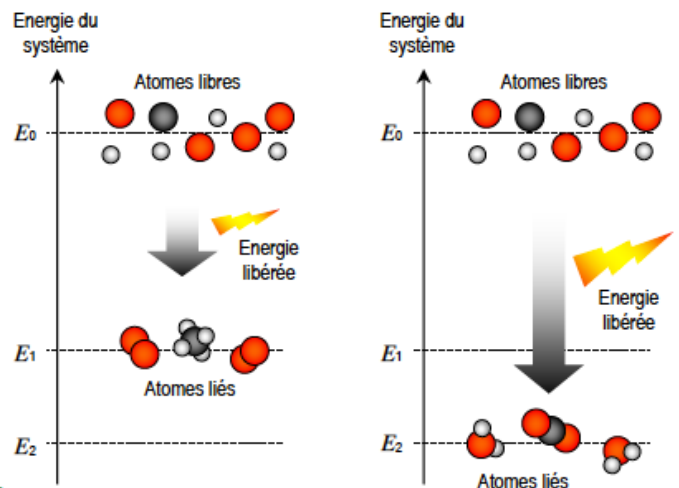
1. Calculer la masse molaire de l'éthanol.
2. Retrouver la valeur du pouvoir calorifique massique de l'éthanol en partant de son énergie molaire de combustion.
3. L'essence des moteurs à explosion est un liquide de densité moyenne 0,73 composé d'un mélange d'alcane (30%), d'alcènes (40%) et d'hydrocarbures aromatiques (40%). Sachant qu'un litre d'essence fournit une énergie d'environ $33,6 \times 10^6$ J, retrouver le pouvoir calorifique massique de l'essence. Ce résultat est-il en accord avec la valeur du tableau ?

2. Origine de l'énergie disponible

Si l'on dispose d'atomes libres à température et pression données, ils vont spontanément chercher à se lier pour minimiser l'énergie du système qu'ils forment.

Dans l'exemple ci-contre, l'état caractérisé par l'énergie du système E_2 est le plus stable car l'énergie du système est alors la plus faible.

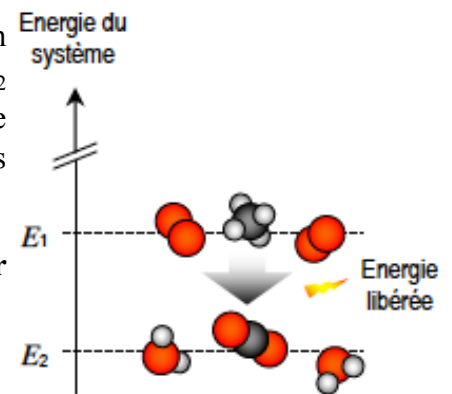
Si l'on dispose d'un système dont l'état correspond à l'énergie E_1 , il lui est alors possible d'évoluer vers l'état d'énergie E_2 en libérant de l'énergie puisque $E_1 > E_2$.



Ainsi, lorsque le système dans l'état d'énergie E_1 composé d'un mélange de dioxygène et de méthane passe dans un état plus stable E_2 composé d'eau et de gaz carbonique, la perte d'énergie observée vient du fait que les nouvelles liaisons formées ont libéré plus d'énergie que n'en ont consommé les liaisons détruites.

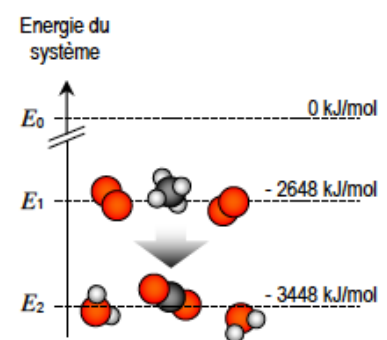
L'énergie de liaison E_L est l'énergie qu'il faut fournir pour briser une liaison donnée. On la quantifie par mole de liaisons.

Liaison	C-H	C-C	C-O	C=O	O=O	O-H
Energie de liaison en $\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$	413	348	358	798	498	463



Application :

- Après avoir fait le bilan des liaisons présentes dans le système d'énergie E_1 (une mole de méthane et 2 moles de dioxygène), déterminer l'énergie à fournir pour détruire toutes ces liaisons et donc libérer tous les atomes.
- Calculer l'énergie à fournir pour détruire toutes les liaisons dans l'état d'énergie E_2 (une mole de CO_2 et 2 moles d'eau).
- Quel est de ces deux états le plus difficile à détruire et donc l'état le plus stable ? Justifier.
- En déduire l'énergie libérée par la combustion complète d'une mole de méthane.



Etat initial du système : E_1

Etat final du système : E_2

Variation d'énergie du système :
 $\Delta E = E_{\text{Final}} - E_{\text{Initial}} = E_2 - E_1 = E_{\text{MO}}$

III. Enjeux de société

Dans le monde, les combustibles fossiles (charbon, pétrole, gaz naturel) sont essentiellement utilisés pour le transport, le chauffage et la fabrication d'électricité ou de matière plastique (pétrole).

C'est dans des centrales thermiques qu'une partie des combustibles fossiles est brûlée pour fabriquer de l'électricité.

La mondialisation ayant fait exploser les échanges entre les pays, et la consommation mondiale d'électricité augmentant constamment du fait du développement industriel de nombreux pays, du développement de nouvelles technologies (communication, internet,...) et de l'augmentation de l'équipement énergivore des ménages de part le monde, la consommation de combustibles fossiles ne cesse d'augmenter.

L'utilisation déraisonnée de ces combustibles fossiles engendre de nombreux problèmes devenus aujourd'hui des préoccupations majeures à l'échelle internationale :

- épuisement des ressources naturelles
- pollution atmosphérique
- pollution des mers et océans
- réchauffement climatique

L'utilisation de combustibles fossiles génère des Gaz à Effet de Serre (G.E.S.) dont principalement le gaz carbonique. Ces gaz amplifient l'effet de serre atmosphérique et modifient dangereusement les conditions climatiques à l'échelle de la planète.

A défaut de trouver ou de réussir à maîtriser une nouvelle source d'énergie efficace et non polluante comme la fusion nucléaire (ex : projet ITER), il faudra rapidement maîtriser la consommation énergétique mondiale par un comportement plus responsable :

- utiliser des moyens de locomotion non polluants
- améliorer l'efficacité énergétique (moteurs, infrastructures, ...)
- réduire la consommation
- réduire le déplacement des biens et des personnes
- favoriser la consommation de produits locaux et de saison
- favoriser la réparation plutôt que le remplacement
- ...



Remarque :

- Le développement des énergies renouvelables est bien sûr à favoriser, mais ces énergies restent peu efficaces et leur production est souvent irrégulière.
- Il est important de noter que la destruction par incinération des déchets industriels et surtout ménagers participe aussi au réchauffement climatique. Les méthodes de traitement des déchets recyclables ne sont pas non plus sans conséquence sur l'environnement. Réduire sa production de déchets en favorisant les commerces qui vendent en vrac est aussi une très bonne solution pour lutter contre le réchauffement climatique.