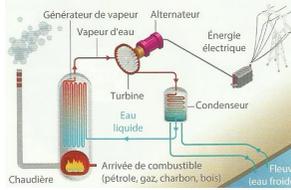


## Energie des combustions et CO<sub>2</sub>

**A l'échelle mondiale, plus de 85% de l'énergie consommée est issue de la combustion de ressources fossiles.**

**Compétences : APP – REA – VAL**

Les centrales thermiques à flamme permettent aujourd'hui de produire la majeure partie de l'énergie électrique mondiale. En France, c'est le 3<sup>ème</sup> mode de production (derrière le nucléaire et le renouvelable). Le combustible peut être du charbon, du pétrole, du gaz ou de la biomasse (ensemble de matières organiques d'origine animale ou végétale pouvant être utilisées comme source d'énergie renouvelable, par combustion).



### Document 1 : Les combustions

- Une combustion est une transformation chimique au cours de laquelle le dioxygène réagit avec un combustible comme un carburant fossile (essence, gazole, etc.) ou issu de la biomasse, comme le bois, les végétaux, les déchets agricoles et ménagers organiques.
- Les carburants fossiles et la biomasse sont constitués essentiellement des éléments carbone et hydrogène. Lors de leur combustion, il se forme du dioxyde de carbone si la combustion est complète, du monoxyde de carbone ou du carbone si la combustion est incomplète.
- Les combustions de l'essence **(1)** et de la biomasse **(2)** sont modélisées par les réactions d'équations chimiques suivantes : **(1)**  $2 C_8H_{18} + 25 O_2 \rightarrow 16 CO_2 + 18 H_2O$  – **(2)**  $2 C_6H_{10}O_5 + 12 O_2 \rightarrow 12 CO_2 + 10 H_2O$

📺 Voir la vidéo n°1 dans le cours Moodle : **Rappels à propos des combustions**

### Document 2 : Biomasse et biogaz

- 📺 Voir les vidéos suivantes dans le cours Moodle - Vidéo n°2 : **A propos de la biomasse**  
- Vidéo n°3 : **A propos du biogaz**

📖 Lire le document 2 page 169

### Document 3 : La pollution atmosphérique

La réaction de combustion est habituellement incomplète. Elle a lieu quand la quantité de comburant est insuffisante. Seul le contrôle des conditions permet d'obtenir une combustion complète. De plus, quand les carburants fossiles contiennent d'autres éléments que le carbone et l'hydrogène, (comme le soufre ou l'azote), leurs combustions vont rejeter dans l'atmosphère d'autres oxydes.

Le dioxyde de carbone, un des gaz responsable de l'effet de serre, n'est pas considéré comme polluant.

Monoxyde de carbone (CO)	Gaz toxique, potentiellement mortel, produit lors d'une combustion incomplète
Suies	Solides imbrûlés lors d'une combustion et qui contribuent à l'effet de serre
Dioxyde de soufre (SO <sub>2</sub> )	Contribue à la formation d'aérosols atmosphériques (mélange de fines particules solides ou liquides en suspension dans un gaz, en général, l'air)
Monoxyde d'azote (NO)	Produit de la combustion des fiouls
Dioxyde d'azote (NO <sub>2</sub> )	Formé au contact de l'air, cause une surproduction d'ozone à basse altitude
Protoxyde d'azote (N <sub>2</sub> O)	Contribue à l'effet de serre et détruit la couche d'ozone à haute altitude

Les polluants atmosphériques sont constitués majoritairement de particules fines notées PM (pour « Particulate Matter » en anglais). Elles proviennent du chauffage domestique principalement au bois, des activités industrielles de construction et des gaz d'échappement des véhicules (surtout à moteurs Diesel).

📺 Voir la vidéo à propos des particules fines : <https://www.youtube.com/watch?v=WkKfFNp90c>

### Document 4 : Energie libérée par une combustion

Les combustions libèrent une quantité d'énergie considérable. L'énergie massique d'un combustible est l'énergie produite lors de la combustion d'un kilogramme de ce combustible.

Une combustion complète permet d'obtenir la quantité maximale d'énergie disponible d'un combustible.

Essence	Gazole	Biomasse (bois)	Charbon	Fioul domestique
44 MJ.kg <sup>-1</sup>	43 MJ.kg <sup>-1</sup>	15 MJ.kg <sup>-1</sup>	20 à 26 MJ.kg <sup>-1</sup>	42 MJ.kg <sup>-1</sup>

### Rappels : L'équation de la réaction chimique

L'équation chimique est l'écriture symbolique de la réaction chimique. Cette équation respecte les lois de conservation des éléments chimiques. Elle est ajustée avec des nombres précédant les formules chimiques appelés nombres (ou coefficients) stœchiométriques.

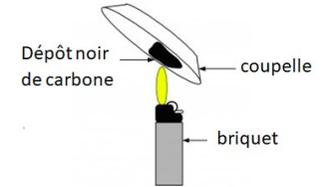
Par convention, on n'écrit pas le nombre stœchiométrique 1. Ces nombres indiquent les proportions dans lesquelles les réactifs sont consommés et les produits apparaissent.

Par exemple, dans l'équation de la combustion complète du méthane,  $CH_4 + 2 O_2 \rightarrow CO_2 + 2 H_2O$  les nombres stœchiométriques permettent de savoir que 2 molécules de dioxygène  $O_2$  sont nécessaires pour « brûler » 1 molécule de méthane  $CH_4$  et obtenir 1 molécule de dioxyde de carbone  $CO_2$  en même temps que 2 molécules d'eau  $H_2O$ .

Si on compte en mole (de molécules), les proportions sont évidemment les mêmes.

## 1. Combustion et pollution

- ✂ Expérience :  
Couvrir d'une coupelle en verre ou céramique, la flamme d'un briquet ou d'une bougie.  
(ne pas utiliser de plastique !)



- 🔍 1.1. Quel est le risque mise en évidence par l'expérience ?
- 🔍 1.2. Ajuster l'équation d'une combustion incomplète du méthane :  $... CH_4 + ... O_2 \rightarrow ... CO + ... H_2O$
- 🔍 1.3. Comparer la stœchiométrie des réactifs de cette équation à celle de la combustion complète ?  
A quelle condition la combustion d'un hydrocarbure est-elle incomplète ?
- 🔍 1.4. Pourquoi est-il important de bien contrôler la combustion d'un hydrocarbure ?  
En quoi consiste ce « contrôle » ?
- 🔍 1.5. Expliquer en quoi la production d'énergie électrique par une centrale thermique à flamme est polluante ?

## 2. Quantité de CO<sub>2</sub> produite

**Données :** Masse d'1 mole d'essence 114 g, de biomasse 162 g, de dioxyde de carbone 44 g.

### 2.1. Masse de dioxyde de carbone produite lors la combustion de l'essence.

- 🔍 2.1.1. A l'aide du **document 4**, calculer la masse d'essence  $m_{essence}$  nécessaire pour obtenir une énergie de 1 mégajoule (1 MJ).
- 🔍 2.1.2. En déduire la quantité de matière  $n_{essence}$  nécessaire.
- 🔍 2.1.3. A partir de l'équation de réaction **(1)** du **document 1**, montrer que la quantité de matière de  $CO_2$  produit est telle que  $n_{CO_2} = 8 \times n_{essence}$ .
- 🔍 2.1.4. Calculer la quantité de matière de dioxyde de carbone  $n_{CO_2}$  produit par la combustion complète de l'essence.
- 🔍 2.1.5. En déduire la masse de dioxyde de carbone  $m_{CO_2}$  produite par la combustion de l'essence.

### 2.2. Masse de dioxyde de carbone produite lors la combustion de la biomasse.

- 🔍 2.2.1. A l'aide du **document 4**, calculer la masse de biomasse  $m_{biomasse}$  nécessaire pour obtenir une énergie de 1 mégajoule (1 MJ).
- 🔍 2.2.2. Suivre les mêmes étapes que précédemment pour en déduire la masse de dioxyde de carbone  $m_{CO_2}$  produite par la combustion complète de biomasse.
- 🔍 2.2.3. Entre essence et biomasse, quel est le carburant le plus émetteur de  $CO_2$  ?
- 🔍 2.2.4. Le résultat obtenu justifie-t-il à lui seul que l'énergie produite à partir de biomasse est faiblement émettrice en  $CO_2$  ? Commenter.
- 📺 Calculer tes émissions de  $CO_2$  à l'aide de l'**animation eduMedia** « Calcule tes émissions de  $CO_2$  ».
- 🔍 2.2.5. Tes émissions sont-elles plus ou moins élevées que la moyenne française ?