



# CHAPITRE 10 : CONVERSIONS D'ÉNERGIE AU COURS D'UNE COMBUSTION

## COMBUSTION

### 1) Combustion, effet thermique et défis énergétiques

Du fait de leur caractère exothermique, les réactions de combustion sont très utilisées (chauffage, la cuisine, la production d'électricité, les transports,...)

La combustion d'hydrocarbures produit énormément de dioxyde de carbone CO<sub>2</sub> qui participe à l'effet de serre et au réchauffement climatique. C'est pour cette raison que l'on essaie de valoriser des actions permettant de réduire la quantité de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère : biomasse, injection en sous-sol pour la récupération d'hydrocarbures, utilisation en tant que solvant ou réfrigérant...

On définit le pouvoir calorifique massique PC qui est l'énergie libérée lors de la combustion d'un kg de combustible :

$$\text{en J.kg}^{-1} \longrightarrow PC = \frac{E_{\text{libérée}}}{m} \quad \begin{array}{l} \longleftarrow \text{ en J} \\ \longleftarrow \text{ en kg} \end{array}$$

Ci-contre, le pouvoir calorifique massique de quelques combustibles usuels.



> Des chercheurs étudient la possibilité de produire des combustibles, à partir de micro-algues, qui capteraient le dioxyde de carbone atmosphérique.

Combustible	PC (en MJ · kg <sup>-1</sup> )
Granulés bois	16
Éthanol	30
Fioul	42
Essence	47
Méthane	50

### 2) La réaction de combustion

Lors d'une réaction complète, le combustible réagit avec du dioxygène gazeux pour former de l'eau sous forme gazeuse et du dioxyde de carbone gazeux.

Ces réactions peuvent être modélisées par une réaction d'oxydoréduction (entre les couples oxydant/réducteur : CO<sub>2</sub>/combustible et O<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>O) au cours de laquelle le **combustible s'oxyde** et le **comburant se réduit**.

Par convention, le coefficient stœchiométrique du combustible est de 1 (ce qui entraîne une possibilité d'équilibrer les équations avec des fractions).



### 3) Risques associés aux combustions

De par le caractère exothermique, les combustions représentent des risques de brûlures, d'incendies (image ci-contre) et d'explosions.

De plus, si l'apport de dioxygène est insuffisant, la combustion est incomplète et elle produit un gaz asphyxiant (inodore et incolore) : le monoxyde de carbone CO ainsi que du carbone solide sous forme de particules fines.

## ÉNERGIE MOLAIRE DE COMBUSTION

### 1) Définition

L'énergie molaire de combustion E<sub>comb</sub> correspond à l'énergie transférée lors de la combustion d'une mole de combustible. L'énergie libérée lors d'une combustion dépend donc de cette énergie molaire de combustion et de la quantité de matière de combustible brûlé :

$$\text{en J} \longrightarrow E = n \cdot E_{\text{comb}} \quad \begin{array}{l} \longleftarrow \text{ en J.mol}^{-1} \\ \longleftarrow \text{ en mol} \end{array}$$

Remarque : l'énergie molaire de combustion correspond à une énergie molaire de réaction à la différence qu'elle est définie par la combustion d'une mole de combustible alors que l'énergie molaire de réaction est définie pour un avancement d'une mole.

## 2) Estimation de l'énergie molaire de combustion

Pour estimer l'énergie molaire de combustion, on se base sur l'équation de la réaction de combustion (avec un coefficient stœchiométrique de 1 pour le combustible).

Liaison	Énergie de liaison (kJ·mol <sup>-1</sup> )
O – H	459
O = O	494
O – O	142
C = C	602
C – O	358
C = O	749
C = O*	795
C – C	346
C – H	411
C – N	305
C = N	615
N – H	386
H – H	432

C = O\* liaisons dans CO<sub>2</sub>.

L'énergie libérée lors d'une combustion vient de la formation et de la rupture des liaisons formant les différentes espèces chimiques. On peut la calculer en faisant la différence entre l'énergie de dissociation des réactifs (somme des énergies de liaisons rompues) et l'énergie de formation des produits (somme des énergies de liaisons formées) :  $E_{comb} = E_d - E_f$ .

Remarque : une réaction **exothermique** a une énergie molaire de réaction négative alors qu'une réaction **endothermique** a une énergie molaire de réaction positive. Certaines réactions n'échangent pas d'énergie avec l'extérieur, on dit qu'elles sont **athermiques**, leur énergie de réaction est nulle.

Ex : 8, 11, 15, 20, 24, 29, 32 p 198 → 204

Ex supplémentaires : 14, (16, 17 ou 18), 19, 22, 27, 33, 34, 35 p 198 → 205