

# Pré-requis et notions théoriques

---

## Pré-requis

---

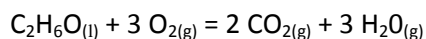
Pour pouvoir réaliser la séance décrite, il faut savoir :

- Que la combustion d'un combustible peut être complète ou incomplète.
- Calculer la quantité de chaleur absorbée par l'eau lorsqu'elle s'échauffe.
- Calculer la quantité de chaleur mise en jeu lors d'un changement d'état.
- Calculer la quantité de chaleur absorbée par un calorimètre.

### I. COMBUSTION COMPLETE ET INCOMPLETE.

La combustion d'un combustible peut se présenter de 2 façons selon les proportions relatives du combustible et du comburant. Le comburant est le gaz qui va permettre la combustion. Très fréquemment, le comburant est le dioxygène de l'air.

Nous allons parler de la combustion de l'éthanol de formule chimique brute  $C_2H_6O$  :



L'équation chimique ci-dessus est équilibrée, une combustion mettant en jeu l'éthanol et l'oxygène de l'air dans ces proportions sera dite combustion complète. Elle produit du dioxyde de carbone et de l'eau. La flamme correspondante sera peu lumineuse, très chaude, bruyante et non éclairante.

Si les proportions ne sont pas respectées, on obtient une combustion incomplète dont les produits peuvent être du monoxyde de carbone, du dihydrogène, de la suie, etc ...

Cette combustion incomplète est donc beaucoup plus dangereuse. Le monoxyde de carbone CO est toxique par inhalation et malheureusement invisible, inodore et sans saveur. Le dihydrogène H<sub>2</sub> est inflammable, la suie se manifeste dans des fumées épaisses, et dans des dépôts noir. La flamme correspondante sera lumineuse, peu chaude, silencieuse et très éclairante.

Le citoyen de demain doit savoir la différence qu'il existe entre combustion complète et incomplète et l'importance du réglage en combustion complète des chaudières, brûleurs de cuisinières, etc ...

Résumons :

Combustion complète	Combustion incomplète
Flamme peu éclairante	Flamme très éclairante
Flamme soufflante	Flamme silencieuse
Flamme très chaude	Flamme peu chaude
Flamme colorée	Flamme jaune



## II. QUANTITE DE CHALEUR ABSORBÉE PAR L'EAU LORS D'UN ECHAUFFEMENT.

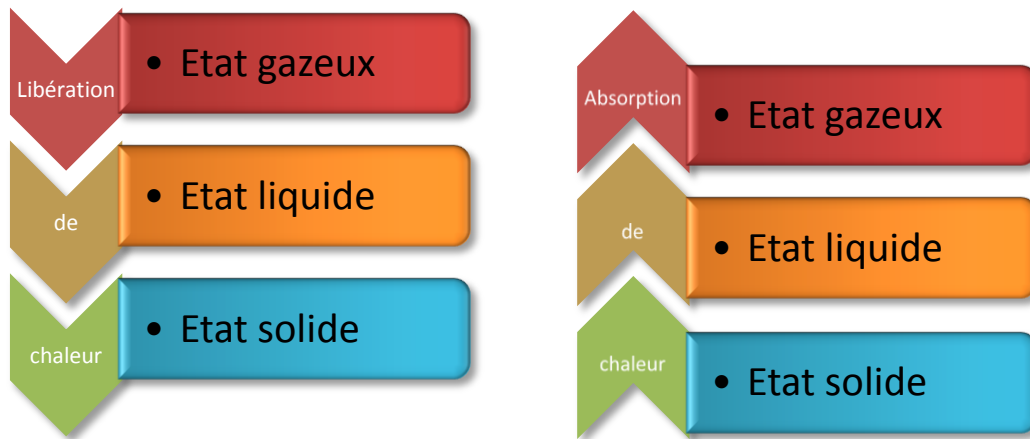
Lorsqu'une masse  $m_{\text{eau}}$  d'eau s'échauffe d'une température  $T_{\text{ini}}$  jusqu'à une température  $T_{\text{fin}}$ , elle absorbe une quantité de chaleur  $Q_{\text{eau}}$ . On peut calculer cette quantité par la formule :

$$\begin{array}{ccccccc} Q_{\text{eau}} = m_{\text{eau}} \times C_{p_{\text{eau}}} \times (T_{\text{fin}} - T_{\text{ini}}) \\ \uparrow \quad \quad \uparrow \quad \quad \uparrow \quad \quad \uparrow \quad \quad \uparrow \\ \text{kJ} \quad \quad \text{kg} \quad \quad \text{kJ.kg}^{-1}.\text{K}^{-1} \quad \quad \text{°C} \quad \quad \text{°C} \end{array}$$

$C_{p_{\text{eau}}}$  est appelé chaleur massique de l'eau. Dans les conditions ordinaires,  $C_{p_{\text{eau}}} = 4,18 \text{ kJ.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$ .

## III. QUANTITE DE CHALEUR MISE EN JEU LORS D'UN CHANGEMENT D'ETAT.

Lorsque l'eau change d'état, elle absorbe ou libère de la chaleur.



La quantité de chaleur  $Q$  libérée par une masse  $m_{\text{eau}}$  d'eau lorsqu'elle passe de l'état gazeux à l'état liquide se calcule par :

$$Q = m_{\text{eau}} \times L_v$$

$\uparrow$       $\uparrow$       $\uparrow$   
 kJ     kg     kJ.kg<sup>-1</sup>

$L_v$  est appelée chaleur latente de vaporisation. Elle représente l'énergie nécessaire pour vaporiser 1 kg d'eau. Dans les conditions ordinaires, elle vaut 2 232 kJ.kg<sup>-1</sup>. L'eau étant un corps pur, la chaleur latente de vaporisation et la chaleur latente de condensation ont exactement la même valeur. L'énergie sera absorbée ou dégagée selon le sens du changement d'état.

#### IV. QUANTITE DE CHALEUR ABSORBEE PAR LE CALORIMETRE.

Le calorimètre est l'appareil utilisé pour quantifier les échanges thermiques entre deux corps. Ce calorimètre doit contenir les deux corps et empêcher les pertes thermiques avec l'extérieur (on parle alors de calorimètre adiabatique). Le calorimètre va lui aussi absorber un peu de la quantité de chaleur dégagée lors de notre expérience. Pour quantifier cette dernière, on utilise la capacité calorifique  $C$  du calorimètre, c'est-à-dire la quantité de chaleur que le calorimètre absorbe lorsque sa température s'élève d'1 °C.

La quantité de chaleur  $Q_{\text{calorimètre}}$  absorbée par le calorimètre lorsqu'il passe d'une température  $T_{\text{ini}}$  à une température  $T_{\text{fin}}$  se calcule alors par :

$$Q_{\text{calorimètre}} = C \times (T_{\text{fin}} - T_{\text{ini}})$$

$\uparrow$       $\uparrow$       $\uparrow$       $\uparrow$   
 kJ     kJ.K<sup>-1</sup>     °C     °C

## Notions théoriques

---

Nous allons aborder 2 notions théoriques importantes pour cette partie du programme :

- ✚ Le Pouvoir Calorifique Inférieur PCI
- ✚ Le Pouvoir Calorifique Supérieur PCS

On appelle Pouvoir Calorifique l'énergie dégagée par la combustion complète d'une quantité unitaire de combustible.

- ✚ On parle de Pouvoir Calorifique Inférieur (ou PCI) lorsque l'eau produite par la combustion est produite à l'état gazeux.
- ✚ On parle de Pouvoir Calorifique Supérieur (ou PCS) lorsque l'eau produite par la combustion est à l'état liquide ou lorsqu'un mécanisme permet de récupérer la chaleur de la condensation de cette eau.

Le PCS est supérieur au PCI puisqu'il prend en compte l'énergie libérée par la condensation de l'eau produite lors de la combustion. On obtient des différences pouvant atteindre 25 à 30 % selon les combustibles.

Dans l'industrie, on donne généralement le PCI et le PCS en  $\text{kJ.kg}^{-1}$  pour les combustibles solides et liquides, et en  $\text{kJ.m}^{-3}$  pour les combustibles liquides et gazeux.