ÉNERGIE ET RÉACTIONS CHIMIQUES

— PREMIÈRE – PHYSIQUE-CHIMIE —

1. COMBUSTIONS COMPLÈTES ET INCOMPLÈTES

Une **combustion** est une réaction d'oxydoréduction entre un **combustible** (réducteur : hydrocarbure, alcool, bois…) et un **comburant** (oxydant : le dioxygène). Elle est **exothermique**.

$$C_xH_y + \left(x + \frac{y}{4}\right) O_2 \rightarrow x\,CO_2 + \frac{y}{2}\,H_2O$$

Combustion complète d'un hydrocarbure.

	Combustion complète	Combustion incomplète
Dioxygène	en quantité **suffisante**	en **défaut**
Produits	CO_2 et H_2O	CO et/ou C (suie), avec H_2O
Flamme	bleue	jaune-orangée, fuligineuse
Méthane	$CH_4 + 2\,O_2 \rightarrow CO_2 + 2\,H_2O$	$CH_4 + \frac{3}{2}\,O_2 \rightarrow CO + 2\,H_2O$ $CH_4 + O_2 \rightarrow C + 2\,H_2O$

Le **monoxyde de carbone** CO, incolore et inodore, est **toxique** : il se fixe sur l'hémoglobine à la place du dioxygène.

2. ÉNERGIES DE LIAISON ET ÉNERGIE MOLAIRE DE RÉACTION

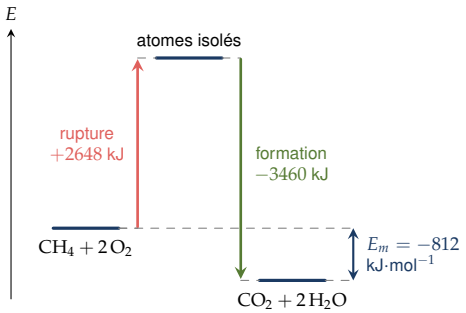
L'**énergie de liaison** E_ℓ est l'énergie à fournir pour **rompre** une mole de liaisons (à l'état gazeux) ; la même énergie est **libérée** quand la liaison se forme.

liaison	C–H	O–H	O=O	C=O (CO_2)
E_ℓ (kJ · mol^{-1})	413	463	498	804

Énergie molaire de réaction

$$E_m = \sum E_\ell(\text{liaisons rompues}) - \sum E_\ell(\text{liaisons formées})$$

E_m en kJ · mol^{-1} : énergie échangée pour une mole d'avancement.
Rompre : énergie **absorbée** ; former : énergie **libérée**.



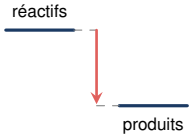
Le système cède de l'énergie : $E_m < 0$.

Exemple : $CH_4 + 2\,O_2 \rightarrow CO_2 + 2\,H_2O$

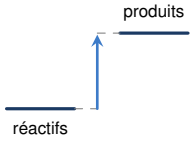
rompues : $4\,C{-}H + 2\,O{=}O = 4 \times 413 + 2 \times 498 = 2648$
formées : $2\,C{=}O + 4\,O{-}H = 2 \times 804 + 4 \times 463 = 3460$
$E_m = 2648 - 3460 = -812$ kJ · mol^{-1}

3. RÉACTIONS EXOTHERMIQUES ET ENDOTHERMIQUES

Exothermique : le système **cède** de l'énergie au milieu extérieur, $E_m < 0$; la température du milieu **augmente**.
Ex. : les combustions.



Endothermique : le système **reçoit** de l'énergie du milieu extérieur, $E_m > 0$; la température du milieu **diminue**.
Ex. : dissolution du nitrate d'ammonium (compresses froides).



Pour un avancement x, l'énergie échangée vaut $|E_m| \times x$.

4. POUVOIR CALORIFIQUE ET ENJEUX DE SOCIÉTÉ

Le **pouvoir calorifique** d'un combustible est l'énergie libérée par sa **combustion complète** pour une unité de masse (ou de volume) :

$$PC = \frac{E}{m}$$

PC en J · kg^{-1} (ou MJ · kg^{-1}) E en J m en kg.
Pour 1 mol de combustible : $PC = \dfrac{|E_m|}{M}$.

Exemple : méthane ($M = 16{,}0$ g · mol^{-1})

$$PC = \frac{812}{16{,}0 \times 10^{-3}} = 5{,}1 \times 10^4 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \approx 51 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$$

Enjeux de société

- **Climat** : la combustion rejette du CO_2, gaz à effet de serre (brûler 1,0 kg de propane émet 3,0 kg de CO_2).
- **Santé, environnement** : les combustions incomplètes émettent CO, suies et particules fines.
- **Ressources** : charbon, pétrole et gaz sont non renouvelables et fournissent l'essentiel de l'énergie.
- **Pistes** : sobriété et efficacité énergétiques, biocarburants, dihydrogène, énergies renouvelables.

combustible	bois	éthanol	essence	gaz nat.	H_2
PC (MJ · kg^{-1})	15	27	46	50	120

ordres de grandeur

À RETENIR

- Combustion : complète (CO_2, H_2O) ou incomplète (CO, C).
- $E_m = \sum E_\ell(\text{rompues}) - \sum E_\ell(\text{formées})$.
- Exothermique : $E_m < 0$; endothermique : $E_m > 0$.
- Pouvoir calorifique : énergie libérée par kg de combustible.
- Enjeux : CO_2, effet de serre, ressources.

pierre-carree.fr