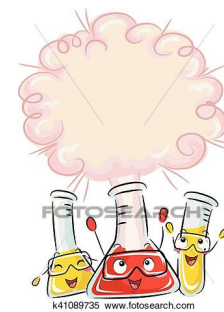


# Chapitre 14 : Les transformations chimiques



## I- Transformation chimique et réaction chimique

Une transformation chimique le passage d'un système chimique d'un état initial (E.I) à un état final (E.F) avec formation de nouvelles espèces chimiques.

Au cours d'une transformation chimique :

- Les **réactifs** sont les espèces chimiques qui sont **consommées** ;
- Les **produits** sont les espèces chimiques **formées**.



### Exemple : La combustion du méthane

Lors de la combustion du méthane  $\text{CH}_4(\text{g})$ , le méthane réagit avec le dioxygène  $\text{O}_2(\text{g})$  de l'air pour former du dioxyde de carbone  $\text{CO}_2(\text{g})$  et de l'eau  $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ .

Le **méthane**  $\text{CH}_4(\text{g})$  et le **dioxygène**  $\text{O}_2(\text{g})$  sont consommés au cours de la réaction : Ce sont les réactifs.

Le **dioxyde de carbone**  $\text{CO}_2(\text{g})$  et l'**eau**  $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$  sont formés au cours de la réaction : Ce sont les produits.

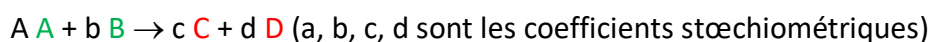
La réaction chimique est la modélisation à l'échelle macroscopique, d'une transformation chimique.

## II- Les équations de réaction chimique

L'équation de la réaction traduit la conservation des éléments et de la charge électrique entre les réactifs et les produits.

Pour traduire cette conservation, on doit équilibrer l'équation de la réaction en utilisant des coefficients stœchiométriques.

Les **coefficients stœchiométriques** sont des nombres positifs qui indiquent les proportions dans lesquelles les espèces chimiques réagissent ou sont produites au cours d'une réaction chimique. Ils traduisent la conservation de la matière :



Équilibrer une équation de réaction consiste à déterminer les coefficients stœchiométriques de l'équation de la réaction.

### Comment équilibrer une équation de réaction ?

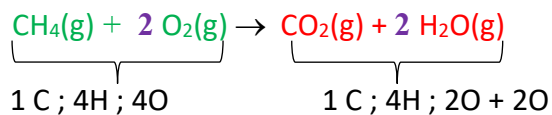
- ☑ Identifier les réactifs et les produits de la réaction chimique ;
- ☑ Écrire les formules brutes des différents constituants à gauche (réactifs) et à droite (produits) de la flèche symbolisant la transformation en précisant leur état physique ;
- ☑ Compter le nombre d'atomes pour chaque élément chimique de part et d'autre de la flèche :
  - S'il y a le même nombre d'atomes des deux côtés pour tous les éléments présents alors les nombres stœchiométriques sont ajustés : la loi de conservation de la matière est vérifiée ;
  - Sinon, il faut faire précéder les formules brutes du nombre stœchiométrique adapté pour vérifier la conservation des éléments. Commencer par équilibrer C, H puis O.
- ☑ Compléter l'équation de la réaction en rajoutant les coefficients stœchiométriques adaptés ;
- ☑ Vérifier la loi de conservation des charges (s'il y a lieu).



### Exemple : La combustion du méthane

- ☑ Réactifs : **méthane**  $\text{CH}_4(\text{g})$  et le **dioxygène**  $\text{O}_2(\text{g})$   
Produits : **dioxyde de carbone**  $\text{CO}_2(\text{g})$  et l'**eau**  $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$
- ☑  $\dots\text{CH}_4(\text{g}) + \dots\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \dots\text{CO}_2(\text{g}) + \dots\text{H}_2\text{O}(\text{g})$   
 $\underbrace{\hspace{10em}}_{1 \text{ C}; 4\text{H}; 2\text{O}} \quad \underbrace{\hspace{10em}}_{1 \text{ C}; 2\text{H}; 2\text{O} + \text{O}}$

Les carbones sont équilibrés ; On équilibre les O en plaçant les coefficients stœchiométriques :



Les carbones et les oxygènes sont équilibrés ; On vérifie que l'hydrogène soit équilibré aussi : ok.

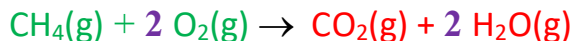
**D'autres exemples à connaître :**

	Équation de réaction
Combustion du carbone	$\text{C}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g})$
Corrosion du métal par un acide	$\text{Fe}(\text{s}) + 2 \text{H}^+(\text{aq}) \rightarrow \text{Fe}^{2+}(\text{aq}) + \text{H}_2(\text{g})$
Action de l'acide sur du calcaire	$\text{CaCO}_3(\text{s}) + 2 \text{H}^+(\text{aq}) \rightarrow \text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$
Réaction entre l'acide chlorhydrique ( $\text{H}^+$ ; $\text{Cl}^-$ ) et l'hydroxyde de sodium ( $\text{Na}^+$ ; $\text{HO}^-$ )	$\text{H}^+(\text{aq}) + \text{HO}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{l})$

### III- Bilan de matière et réactif limitant

Une équation de réaction est un bilan de quantité de matière.

**Exemple : La combustion du méthane**



1 mole de  $\text{CH}_4(\text{g})$  réagit avec 2 moles de  $\text{O}_2(\text{g})$  pour former 1 mole  $\text{CO}_2(\text{g})$  et 2 moles de  $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ .

La quantité de matière de méthane qui réagit  $n(\text{CH}_4)$  est égale à la moitié de la quantité de dioxygène qui réagit  $n(\text{O}_2)$  soit :

$$\frac{n(\text{CH}_4)}{1} = \frac{n(\text{O}_2)}{2}$$

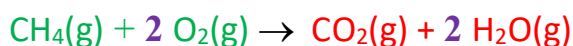
Lors d'une transformation chimique totale, au moins un des réactifs est entièrement consommé. Il est appelé réactif limitant.

des réactifs est entièrement consommé.

Si les deux réactifs sont entièrement consommés, ils ont été introduits dans des proportions stœchiométriques. Le mélange est dit stœchiométrique.

**Exemple : La combustion complète du méthane**

D'après une animation



Si  $\frac{n(\text{CH}_4)}{1} < \frac{n(\text{O}_2)}{2}$ , alors  $\text{CH}_4$  est le réactif limitant. Il reste du  $\text{O}_2$  à l'état final.

$$\frac{1}{1} < \frac{3}{2}$$

$1 \text{ CH}_4 + 2 \text{ O}_2 \rightarrow 1 \text{ CO}_2 + 2 \text{ H}_2\text{O}$

- Synthèse de l'eau
- Synthèse de l'ammoniac
- Combustion du méthane

Avant la réaction

CH<sub>4</sub>

O<sub>2</sub>

Réactifs

→

Après la réaction

CO<sub>2</sub>

H<sub>2</sub>O

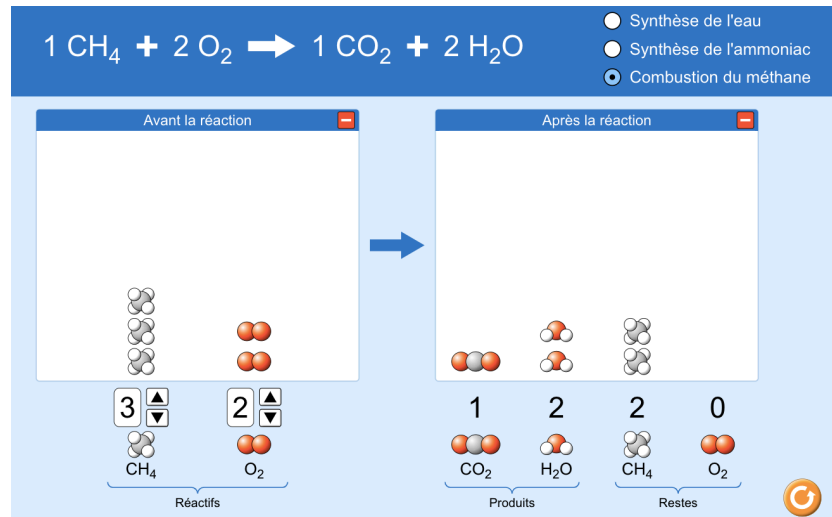
CH<sub>4</sub>

O<sub>2</sub>

Produits      Restes

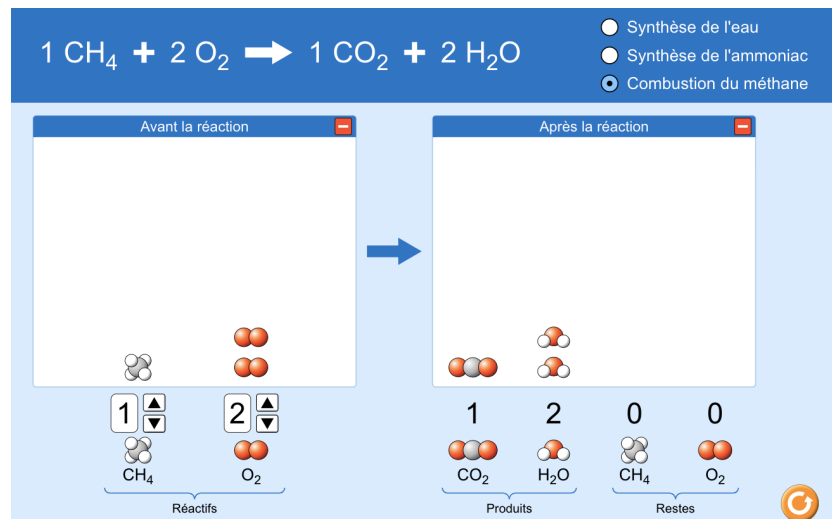
Si  $\frac{n(\text{CH}_4)}{1} > \frac{n(\text{O}_2)}{2}$ , alors  $\text{O}_2$  est le réactif limitant. Il reste du  $\text{CH}_4$  à l'état final.

$$\frac{3}{1} > \frac{2}{2}$$



Si  $\frac{n(\text{CH}_4)}{1} = \frac{n(\text{O}_2)}{2}$ , alors les quantités initiales des réactifs sont dans les proportions stœchiométriques. Le méthane et le dioxygène sont tous les deux réactifs limitants. Ils ne sont plus présents à l'état final.

$$\frac{1}{1} = \frac{2}{2}$$



#### IV- Transformation exothermique et endothermique

Lors d'une réaction chimique, un système peut absorber ou céder de l'énergie sous forme de chaleur (appelée énergie thermique).

- Lorsque qu'une transformation chimique s'accompagne d'une augmentation de la température, la transformation est dite exothermique.
- Lorsque qu'une transformation chimique s'accompagne d'une diminution de la température, la transformation est dite endothermique.