

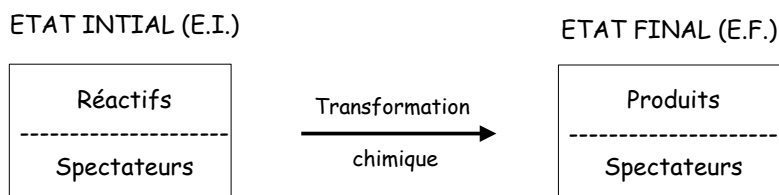
C6. Réactions chimiques

Cours

I. Comment modélise-t-on une transformation chimique ?

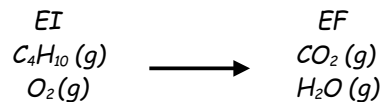
Quand un système chimique évolue d'un état initial (caractérisé par les espèces chimiques, leur état, leur quantité de matière n , leur pression P ou leur température T) à un état final différent, on parle de **transformation chimique**.

Au cours d'une transformation chimique, les espèces chimiques présentes à l'état initial et affectées par la transformation sont appelés **les réactifs** ; les espèces chimiques qui sont produites au cours de la transformation sont appelées **les produits** ; les espèces chimiques présentes à l'état initial mais qui ne participent pas à la transformation sont appelées **espèces spectatrices** (ou spectateurs).



La **réaction chimique** modélise à l'échelle macroscopique la transformation des réactifs en produits. Elle est symbolisée par l'**équation de la réaction**.

Ex : Combustion du butane dans un briquet

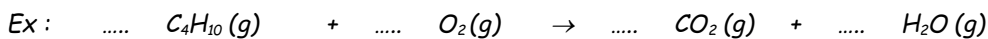


Lors d'une transformation chimique :

- tous les éléments chimiques se conservent
- la charge électrique totale se conserve.

Rappel : On appelle éléments chimiques les entités ayant le même nombre de protons.

Pour traduire cette loi de conservation, des **coefficients stœchiométriques** (nombres entiers) sont placés devant les espèces chimiques dans l'équation de la réaction : on dit qu'on **équilibre** l'équation de la réaction.



II. Comment évoluent les quantités de matière de réactifs et de produits ?

Pour suivre l'évolution de la composition d'un système chimique au cours du temps, on utilise un paramètre appelé **avancement**.

L'avancement, noté x , est la quantité de matière de produit formé au cours d'une réaction chimique, pour un produit ayant un coefficient stœchiométrique de 1 dans l'équation de la réaction. L'avancement s'exprime donc en mol.

Le **tableau d'avancement** décrit l'évolution des quantités de matière des réactifs et des produits, de l'état initial à l'état final.

Ex :

		Equation de la réaction équilibrée			
		$2 \text{ C}_4\text{H}_{10}(\text{g})$	$+ 13 \text{ O}_2(\text{g})$	$\rightarrow 8 \text{ CO}_2(\text{g})$	$+ 10 \text{ H}_2\text{O}(\text{g})$
		$n(\text{C}_4\text{H}_{10})$	$n(\text{O}_2)$	$n(\text{CO}_2)$	$n(\text{H}_2\text{O})$
Etat initial EI	$x = 0$	1,0	5,0	0	0
En cours de transformation	x	$1,0 - 2x$	$5,0 - 13x$	$8x$	$10x$
Etat final EF	$x = x_f$	0,23	0	3,1	3,8

Evolution de l'avancement

Quantités de matières des réactifs et des produits à différents stades de la transformation

Dans l'état initial, les quantités de réactifs sont en général connues ou déterminées par un calcul de quantité de matière.

L'état final est atteint lorsque les quantités de réactifs et de produits n'évoluent plus. L'avancement est alors appelé **avancement final**, noté x_f .

Il existe alors 2 cas de figures :

- Soit l'un des réactifs est épuisé : on dit alors que la réaction est **totale**. L'avancement final a atteint la valeur théorique maximale que l'on appelle **avancement maximal** x_{\max} . On a alors $x_f = x_{\max}$.
Le réactif épuisé est appelé **réactif limitant** ; les autres réactifs sont dits **réactifs en excès**.
- Soit aucun des réactifs n'est épuisé : on dit alors que la réaction est **limitée**, le système a atteint un état d'équilibre. On a alors $x_f < x_{\max}$.

Ex : Si C_4H_{10} est le réactif limitant, alors $1,0 - 2x_{\max} = 0 \Leftrightarrow x_{\max} = 0,5 \text{ mol}$
 Si O_2 est le réactif limitant, alors $5,0 - 13x_{\max} = 0 \Leftrightarrow x_{\max} = 0,38 \text{ mol}$
 O_2 s'épuise donc avant C_4H_{10} donc le dioxygène O_2 est le réactif limitant et $x_{\max} = 0,38 \text{ mol}$.
 En supposant une réaction totale : $x_f = x_{\max} = 0,38 \text{ mol}$

L'avancement maximal x_{\max} est donc la plus petite valeur de l'avancement qui annule la quantité de matière de l'un des réactifs.

Pour déterminer l'avancement final, il est toujours nécessaire d'avoir des informations supplémentaires sur l'état final.

Le **bilan de matière à l'état final** correspond à l'inventaire de toutes les espèces chimiques présentes à l'état final (y compris les espèces spectatrices), en précisant leur quantité de matière.

Un mélange initial est dit **mélange stœchiométrique** si :

- tous les réactifs sont présents à l'état initial dans les proportions des coefficients stœchiométriques
- ou si tous les réactifs sont épuisés dans l'état final
- ou si dans l'état final le système ne contient que des produits (et spectateurs).