

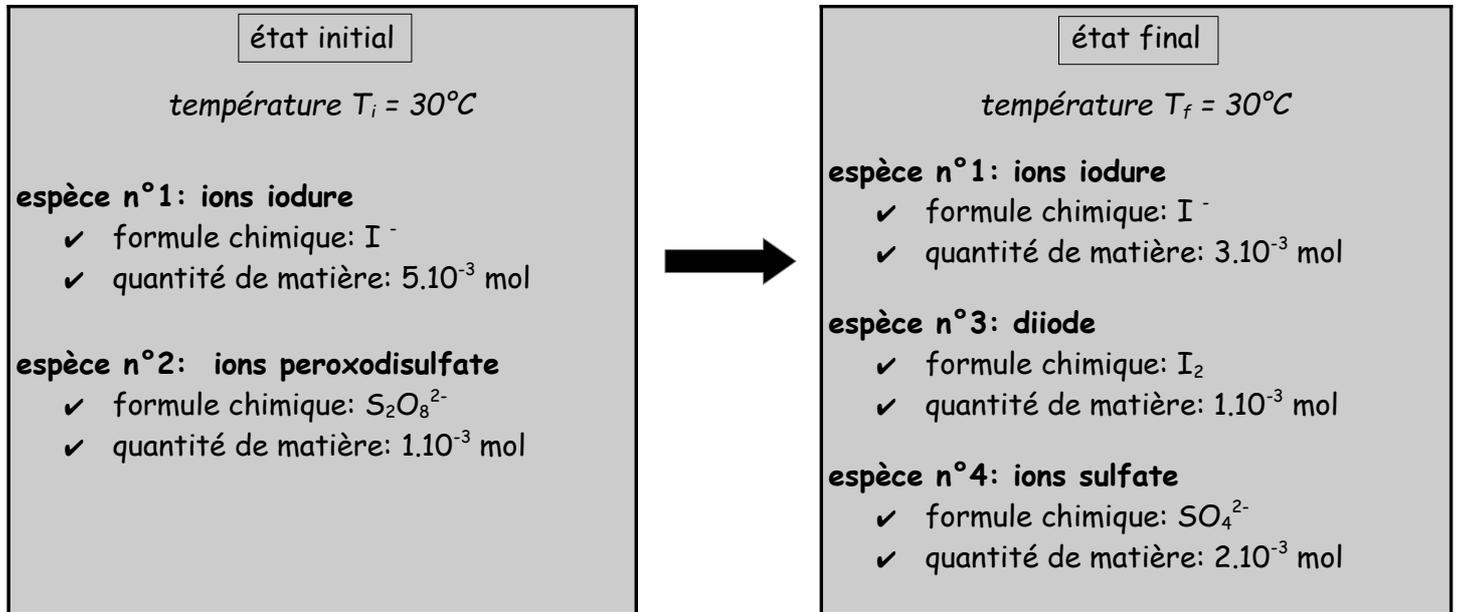
Chapitre VI: L'évolution des réactions chimiques

I/ Les réactions chimiques

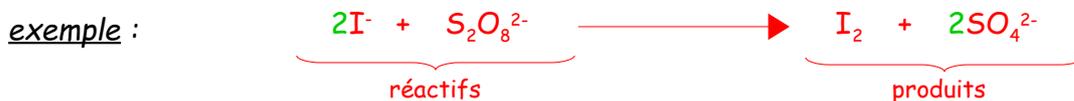
1/ L'évolution d'un système chimique

La transformation chimique est le passage d'un système chimique de l'état initial à l'état final.

exemple: les ions iodure I^- avec les ions peroxydisulfate $S_2O_8^{2-}$



→ On modélise la transformation chimique par un processus qu'on appelle « la réaction chimique » et qu'on décrit par son équation chimique :



→ L'équation doit respecter la conservation des atomes et des charges électriques entre les réactifs et les produits :

on doit les retrouver les mêmes atomes et en même nombre dans les réactifs et dans les produits, de même que les charges électriques totales

→ pour cela, on doit introduire des coefficients appelés coefficients stœchiométriques (en vert dans l'exemple)

2/ La stœchiométrie

Il s'agit des relations de proportionnalité entre les quantités de matière consommées des réactifs et entre les quantités de matière formées des produits.

exemple:

quand 1 mole d'ions peroxydisulfate $S_2O_8^{2-}$ est consommée, alors

2 moles d'ions iodure I^- sont aussi consommées ; au cours de la transformation, 1 mole de diiode I_2 est formée ainsi que 2 moles d'ions sulfate SO_4^{2-} .

3/ L'avancement : simulateur « 1S avancement réaction »

L'avancement x est une grandeur qui permet de suivre l'évolution des quantités de matière des réactifs et des produits au cours de la réaction. Il s'exprime en moles.

exemple: quand x moles d'ions peroxydisulfate ont été consommées, il reste dans le système chimique:

$$n(\text{S}_2\text{O}_8^{2-}) = (1.10^{-3} - x) \text{ mol}$$

remarque :
de moins en moins de $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$ car ces ions sont des réactifs donc ils sont consommés

→ les autres quantités de matières se déduisent :

$$n(\text{I}^-) = (5.10^{-3} - 2x) \text{ mol}$$

de moins en moins
car I^- est consommé

$$n(\text{I}_2) = x \text{ mol}$$

de plus en plus
car I_2 est formé

$$n(\text{SO}_4^{2-}) = 2x \text{ mol}$$

de plus en plus
car SO_4^{2-} est formé

→ Au cours de la réaction chimique, les quantités de matière des réactifs diminuent :

Quand au moins 1 réactif est entièrement consommé, alors la réaction s'arrête :

- ✓ ce réactif est appelé « le réactif limitant »
- ✓ l'avancement atteint est maximal : on le note x_{max}

4/ Le tableau d'évolution (ou tableau d'avancement)

Il décrit l'évolution des quantités de matière de l'état initial jusqu'à l'état final.

→ chaque ligne est un bilan de matière correspondant à l'instant considéré

équation		$2\text{I}^- + \text{S}_2\text{O}_8^{2-} \longrightarrow \text{I}_2 + 2\text{SO}_4^{2-}$			
état	avancement	quantités de matière (mol)			
initial	$x = 0$	5.10^{-3}	1.10^{-3}	0	0
en cours de transformation	x	$5.10^{-3} - 2x$	$1.10^{-3} - x$	x	$2x$
final	$x = x_{\text{max}}$	$5.10^{-3} - 2x_{\text{max}}$	$1.10^{-3} - x_{\text{max}}$	x_{max}	$2x_{\text{max}}$

5/ L'exploitation du tableau d'évolution

- pour construire et compléter le tableau d'évolution, on n'a besoin que de 2 informations :
- ✓ l'équation de la réaction (qu'on est souvent capable de formuler soi-même)
 - ✓ les quantités de matière des réactifs à l'état initial

a/ le réactif limitant et l'avancement final

On sait que la réaction prend fin quand l'un des réactifs est entièrement consommé. Cherchons lequel :

- dans notre exemple, il y a 2 réactifs donc il y a 2 possibilités :

hypothèses	I^- est le réactif limitant	$S_2O_8^{2-}$ est le réactif limitant
état final	$n_{\text{finale}}(I^-) = 0$ $\Leftrightarrow 5 \cdot 10^{-3} - 2x_{\text{max } 1} = 0$ $\Leftrightarrow 2x_{\text{max } 1} = 5 \cdot 10^{-3}$ $\Leftrightarrow x_{\text{max } 1} = (5/2) \cdot 10^{-3} = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$	$n_{\text{finale}}(S_2O_8^{2-}) = 0$ $\Leftrightarrow 1 \cdot 10^{-3} - x_{\text{max } 2} = 0$ $\Leftrightarrow x_{\text{max } 2} = 1 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$
bilan	$1 \cdot 10^{-3} < 2,5 \cdot 10^{-3}$ $\Leftrightarrow x_{\text{max } 2} < x_{\text{max } 1}$	
conclusion	<p>c'est la 2^{ème} hypothèse qui est la bonne car l'avancement x est maximal pour $1 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$: la réaction s'arrête (car il n'y a plus le réactif $S_2O_8^{2-}$) et alors l'avancement ne peut plus augmenter, donc l'autre hypothèse (avec $x_{\text{max } 1} = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$) n'est pas possible.</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ l'avancement maximal a pour valeur : $x_{\text{max}} = 1 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$ ✓ le réactif limitant est $S_2O_8^{2-}$ (on dit que c'est le réactif en défaut) ✓ on dit que l'autre réactif I^- est en excès 	

b/ le cas où tous les réactifs s'épuisent en même temps

- c'est possible si les quantités de matière des réactifs à l'état initial sont proportionnelles à leurs coefficients stœchiométriques.



si $n_{\text{initiale}}(I^-) = 2n_{\text{initiale}}(S_2O_8^{2-})$,

alors ces 2 réactifs seront totalement consommés en même temps

c/ l'état final

- La dernière ligne du tableau indique l'expression de chaque quantité de matière à l'état final :

Rappel : $x_{\text{max}} = 1 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$			
$n_{\text{finale}}(I^-) = 5 \cdot 10^{-3} - 2x_{\text{max}}$ $= 3 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$	$n_{\text{finale}}(S_2O_8^{2-}) = 1 \cdot 10^{-3} - x_{\text{max}}$ $= 0 \text{ mol}$	$n_{\text{finale}}(I_2) = x_{\text{max}}$ $= 1 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$	$n_{\text{finale}}(SO_4^{2-}) = 2x_{\text{max}}$ $= 2 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$