

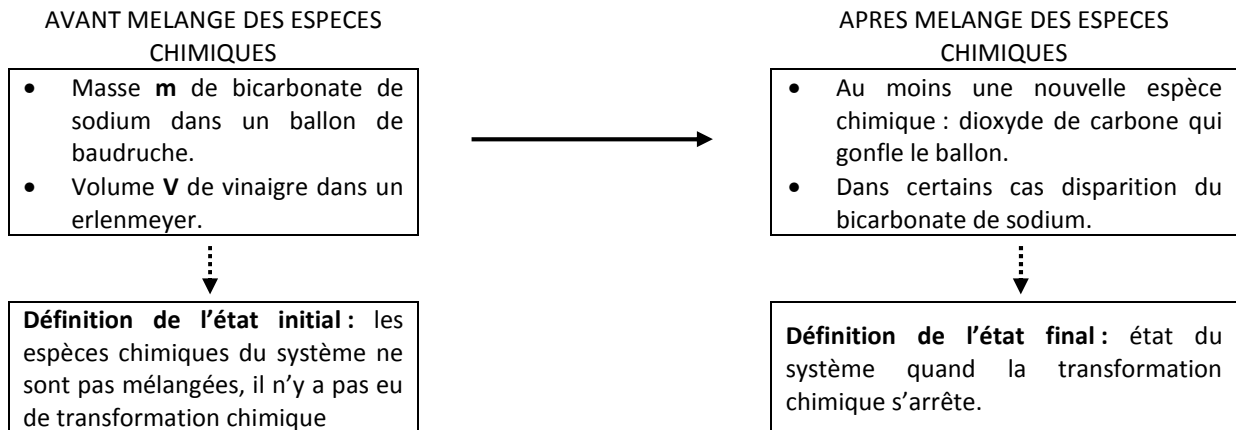
Chimie P3/CH2	Partie	Chapitre
	Transformations de la matière	Transformation chimique d'un système

## Transformation chimique d'un système

**Définition d'un système chimique :** C'est un mélange d'espèces chimiques. Pour le décrire, on a besoin de connaître sa pression, sa température, le nom ou la formule des espèces chimiques le constituant, leur quantité de matière et leur état physique (solide, liquide ou gazeux).

### I. La transformation chimique

*Qu'avons-nous fait dans le TP de chimie n°13 ?*



- Description de l'état initial d'un des systèmes chimiques étudiés :
  - ✓  $V = 150$  mL de vinaigre (acide éthanóique, formule brute :  $\text{CH}_3\text{COOH}$ , aqueux)
  - ✓  $m = 9,0$  g de bicarbonate de sodium (hydrogénocarbonate de sodium, formule brute :  $\text{NaHCO}_3$ , solide)
  - ✓ ( $T \approx 20^\circ\text{C}$ ,  $P \approx 1$  bar)
- Description de l'état final correspondant (les quantités de matières sont inconnues):
  - ✓ Dioxyde de carbone :  $\text{CO}_2$  (gazeux)
  - ✓ Acétate de sodium :  $\text{CH}_3\text{COONa}$  (aqueux)
  - ✓ Eau :  $\text{H}_2\text{O}$  (liquide)
  - ✓ Bicarbonate de sodium
  - ✓ ( $T \approx 20^\circ\text{C}$ ,  $P \approx 1$  bar)

**Rem :** A la fin de la transformation chimique, on a remarqué le bicarbonate de sodium avait totalement disparu.

**Définition de la transformation chimique :** Il y a transformation chimique lorsqu'une nouvelle espèce chimique apparaît dans le système et lorsqu'une des espèces introduites initialement disparaît.

**Rem :** La transformation chimique s'arrête quand l'une des espèces présentes initialement a totalement disparu.

→ Ex 8 et 12 p 148

### II. Modélisation par le chimiste de la transformation : la réaction chimique

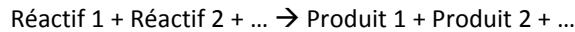
→ Définition de modélisation à rappeler à l'oral

La description de la transformation d'un système chimique est généralement complexe. Nous allons la **modéliser** par la **réaction chimique** qui ne s'intéresse qu'à la transformation des réactifs et à la formation des produits.

**Définition de la réaction chimique :** la réaction chimique permet d'indiquer dans quelles proportions les réactifs sont consommés et les produits sont formés. Elle indique aussi leur état physique.

Chimie P3/CH2	Partie	Chapitre
	Transformations de la matière	Transformation chimique d'un système

On la symbolise par une équation :



Le sens de la flèche indique le sens dans lequel le système chimique évolue.

**Exemples :**

- TP de chimie n°13 :  $\text{NaHCO}_3 (\text{s}) + \text{CH}_3\text{COOH} (\text{aq}) \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa} (\text{aq}) + \text{CO}_2 (\text{g}) + \text{H}_2\text{O} (\text{l})$   
(s) : solide, (l) : liquide, (g) : gazeux et (aq) : aqueux (en solution dans de l'eau)
- Combustion du carbone dans le dioxygène :  $\text{C} (\text{s}) + \text{O}_2 (\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2 (\text{g})$
- Combustion du méthane :  $\text{CH}_4 (\text{g}) + 2\text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 (\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O} (\text{l})$

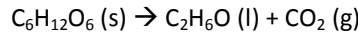
**Rem :**

- Les nombres qui précèdent les molécules sont appelés **coefficients stœchiométriques**. Le 1 n'est pas écrit.
- Ces nombres ne sont pas aléatoires, on les choisit en respectant deux lois :
  - **Conservation des éléments chimiques de part et d'autre de la flèche.**
  - **Conservation de la charge électrique globale de part et d'autre de la flèche : charge des réactifs = charge des produits.**

**Exercice d'application : ajustement d'une équation chimique**

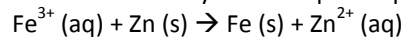
On considère la transformation chimique qui permet de produire de l'éthanol ( $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ ) et du dioxyde de carbone ( $\text{CO}_2$ ) à partir de glucose ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ).

Cette transformation chimique peut être modélisée par la réaction chimique suivante :



- 1- Compter les éléments constituant les réactifs et les éléments chimiques constituant les produits.
- 2- L'équation donnée respecte-t-elle la règle de conservation des éléments chimiques ?
- 3- Ajuster les coefficients stœchiométriques de l'équation pour respecter cette règle et donner l'équation chimique correcte.

On considère la réaction entre les ions fer III et le zinc symbolisée par l'équation chimique suivante :



- 4- Donner la charge électrique globale des réactifs ainsi que celle des produits.
- 5- L'équation donnée respecte-t-elle la règle de conservation de la charge électrique globale ?
- 6- Ajuster les coefficients stœchiométriques de l'équation pour respecter cette règle et donner l'équation chimique correcte.

➔ Ex 15 p 149

### III. Bilan de matière

Un **bilan de matière** consiste à déterminer la composition d'un système chimique au cours d'une transformation chimique (quantité de réactifs disparue, quantité de produits apparue).

➔ Voir activité Big Dalle

**Tableau d'avancement**

	1 pain rond	+	2 steak hachés	+	1 tomate	+	3 feuilles de salade	➔	1 Big Dalle
<b>Etat initial</b>	456		254		216		513		0
<b>Etat intermédiaire</b>	$456 - 1x$		$254 - 2x$		$216 - 1x$		$513 - 3x$		$0 + 1x$
<b>Etat final</b>	$456 - 1 \times 127$ = 329		$254 - 2 \times 127$ = 0		$216 - 1 \times 127$ = 89		$513 - 3 \times 127$ = 132		$0 + 1 \times 127$ = 127

Cherchons quel ingrédient va disparaître en premier :

$$\begin{cases} 456 - 1 \times x_f = 0 \\ 254 - 2 \times x_f = 0 \\ 216 - 1 \times x_f = 0 \\ 513 - 3 \times x_f = 0 \end{cases} \longrightarrow \begin{cases} x_f = 456/1 = 456 \\ x_f = 254/2 = 127 \\ x_f = 216/1 = 216 \\ x_f = 513/3 = 171 \end{cases}$$

➔ La plus petite valeur (127) nous donne l'avancement maximal, c'est-à-dire dans ce cas le nombre maximum de sandwich que l'on pourra fabriquer avant rupture du stock.

Chimie P3/CH2	Partie	Chapitre
	Transformations de la matière	Transformation chimique d'un système

**BILAN**

Etat initial		« produits »	Etat final	
			Big dalle	127
« Réactifs »		« réactifs en excès »		
Feuilles de salade :	513	→	Feuilles de salade :	132
Tomates :	216		Tomates :	89
Pains ronds :	456		Pains ronds :	329
Steaks hachés :	254		Steaks hachés :	0
Oignons :	842		Oignons :	842
Pains de poisson :	123		Pains de poisson :	123
			« Espèces spectatrices »	

➔ **Application à la chimie** : retour sur le TP n°13 (ballons)

L'expérience du prof : mélange de 3,0g de bicarbonate de sodium ( $\text{NaHCO}_3$ ) et de 50 mL de vinaigre ( $5,0 \cdot 10^{-2}$  mol de  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ).

On a :  $M(\text{NaHCO}_3) = M_{\text{Na}} + M_{\text{H}} + M_{\text{C}} + 3 \times M_{\text{O}} = 23,0 + 1,0 + 12,0 + 3 \times 16,0 = 84 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ .

Donc  $n(\text{NaHCO}_3) = m(\text{NaHCO}_3) / M(\text{NaHCO}_3) = 3,0 / 84 = 3,6 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$ .

Etat du système	Avancement (en mol)	Réactifs		Produits		
		$\text{NaHCO}_3$	$\text{CH}_3\text{COOH}$	$\text{CH}_3\text{COONa}$	$\text{CO}_2$	$\text{H}_2\text{O}$
Etat initial	$x = 0$	Mole de bicarbonate de sodium $3,6 \cdot 10^{-2}$	Mole de vinaigre $5,0 \cdot 10^{-2}$	Mole d'acétate de sodium 0	Mole de dioxyde de carbone 0	Mole d'eau Excès
Au cours de la transformation chimique	$x$	$3,6 \cdot 10^{-2} - x$	$5,0 \cdot 10^{-2} - x$	$x$	$x$	Excès
Etat final	$x_{\text{max}}$	?	?	?	?	Excès

On cherche à calculer l'avancement dans l'état final ( $x_{\text{max}}$ ).

On cherche quel est le réactif limitant (celui qui va disparaître en premier) :

$$\begin{cases} 3,6 \cdot 10^{-2} - x_{\text{max}} = 0 \\ 5,0 \cdot 10^{-2} - x_{\text{max}} = 0 \end{cases} \longrightarrow \begin{cases} x_{\text{max}} = 3,6 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \\ x_{\text{max}} = 5,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \end{cases} \rightarrow \text{On a donc } x_{\text{max}} = 3,6 \cdot 10^{-2} \text{ mol. Le réactif limitant est le bicarbonate de sodium.}$$

Donc dans l'état final du système chimique sera le suivant :

- ➔  $5,0 \cdot 10^{-2} - 3,6 \cdot 10^{-2} = 1,4 \cdot 10^{-2}$  mol de vinaigre
- ➔  $3,6 \cdot 10^{-2}$  mol d'acétate de sodium
- ➔  $3,6 \cdot 10^{-2}$  mol de dioxyde de carbone
- ➔ Excès d'eau

**Définition de l'avancement d'une réaction chimique** : C'est une valeur variable notée  $x$ , qui permet de déterminer les quantités de matière de réactifs transformés et de produits formés.

**Rem :**

- L'avancement s'exprime en mole.
- A l'état initial,  $x = 0$  mol.
- A l'état final,  $x = x_{\text{max}}$  (l'avancement augmente tant que l'état final n'est pas atteint).
- Au cours d'une transformation chimique, la quantité de matière d'une espèce chimique est égal à  $n_0 \pm ax$  où  $n_0$  est la quantité de matière initiale de l'espèce chimique,  $a$  est son coefficient stœchiométrique dans l'équation chimique. + : si on considère un produit, - : si on considère un réactif.

**Définition du réactif limitant** : A l'état final, la quantité de matière de ce réactif est nulle.

**Rem** : les autres réactifs, dont la quantité de matière n'est pas nulle à l'état final, sont dit en excès.

➔ **Ex 10 p 162, ex 15 p 163**