

C3 : Évolution des quantités de matière lors d'une transformation

Dans ce chapitre nous allons apprendre à utiliser un outil important appelé **tableau d'avancement** qui permet de prévoir la composition chimique d'un mélange après une transformation totale.

1 Avancement d'une transformation chimiques.

Lors d'une transformation chimique, les quantités des matière des espèces chimiques varient

- celles des réactifs **augmentent**
- celles des produits **diminuent**

Définition Avancement d'une réaction

L'avancement, noté x , est une quantité **de matière** permettant de **sivre** l'évolution d'une transformation chimique.

À un instant donné, sa valeur est égale à la quantité de matière formée par un produit dont le coefficient stœchiométrique est égal à 1.

Exemple : Dans la transformation



s'il se forme x moles de CO_2 alors en même temps :

- il se forme aussi $2x$ moles de H_2O
- x moles de CH_4 a été consommé ainsi que $2x$ moles de O_2

2 Le tableau d'avancement.

Le tableau d'avancement est un outil permettant de décrire l'évolution d'un système chimique.

A. Construction.

Le tableau présente généralement 4 lignes :

- 1ère ligne : l'équation de la réaction
- 2ème ligne : les **quantités de matière** en début de transformation (ou état initial).
- 3ème ligne : les quantités de matière **en** cours de réaction pour un avancement x .
- 4ème ligne : les quantités de matière à l'état maximal

Exemple : On fait brûler 3,7 mol de CH_4 avec 9,3 mol de O_2 .

Compléter les 4 lignes du tableau suivant :

		CH_4	$+2O_2 \rightarrow$	CO_2	$+2H_2O$
Etat initial	$x = 0$	3,7	9,3	0	0
En cours	$x > 0$	$3,7-x$	$9,7-2x$	x	$2x$
état maximal	x_{max}	$3,7-x_{max}$	$9,7-2x_{max}$	x_{max}	$2x_{max}$

B. Avancement maximum x_{max} .

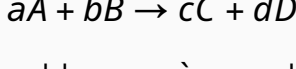
- La valeur de l'avancement x augmente au cours du temps, jusqu'à ce que la quantité de matière de l'un des réactifs (au moins) arrive à 0. Celui-ci est appelé **réactif limitant**.
- À ce moment, la réaction est terminée et l'avancement a atteint sa valeur maximale x_{max}

Comment trouver la valeur de x_{max} ?

- La quantité de matière de CH_4 ne peut pas être négative donc $3,7 - x \geq 0$ donc $x_{max} \leq 3,7$ mol
- La quantité de matière de O_2 ne peut pas être négative donc $9,3 - 2x \geq 0$ donc $x_{max} \leq 4,7$ mol
- Comme les deux conditions doivent être valables en même temps on a $x_{max} = 3,7$ mol et le réactif limitant est CH_4

Définition Avancement maximal

Pour une transformation chimique, d'équation



Où A et B sont les espèces chimiques de quantités de matière initiales $n_i(A)$ et $n_i(B)$, et a et b sont les coefficients stœchiométriques :

l'avancement maximum x_{max} est la plus petite des valeurs entre:

$$\frac{n_i(A)}{a} \text{ et } \frac{n_i(B)}{b}$$

3 Application et utilisation du tableau d'avancement.

A. Transformation totale ou non.

Une réaction qui s'arrête avant que l'avancement n'arrive à sa valeur maximale est appelée **réaction** limitée (ou non totale).

Si la réaction est limitée, il n'y a plus de réactif limitant et on a donc l'avancement final est inférieur à l'avancement maximal.

B. Mélanges stœchiométriques.

Définition Mélange stœchiométrique

Un mélange est dit stœchiométrique si les réactifs sont mis en présence dans les proportions des coefficients stœchiométriques.

- Pour une transformation d'équation : $aA + bB \rightarrow cC + dD$

le mélange est stœchiométrique si :

$$\frac{n_i(A)}{a} = \frac{n_i(B)}{b}$$

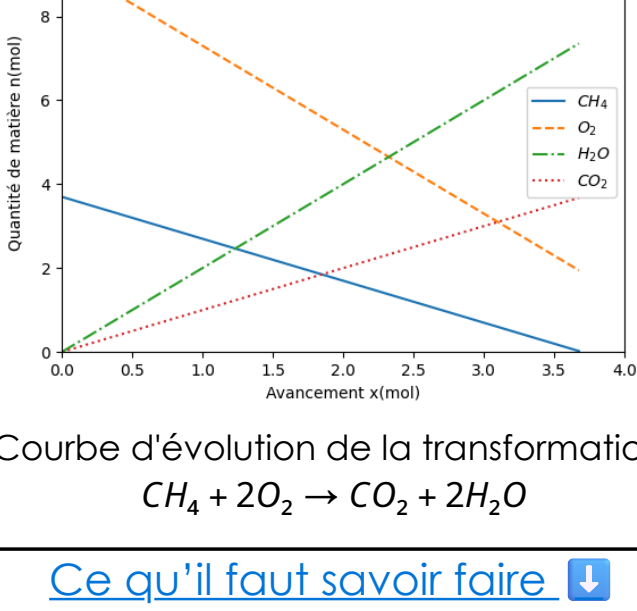
- Pour une réaction totale, tous les réactifs sont épuisés lorsque $x = x_{max}$

C. Courbes d'évolutions.

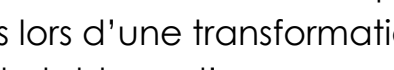
On représente **graphiquement** les quantités de matières des différentes espèces (réactifs, produits) en fonction de l'avancement x .

Ce sont des fonctions:

- affines pour les réactifs
- linéaire pour les produits



Courbe d'évolution de la transformation



Ce qu'il faut savoir faire

- ✓ Décrire qualitativement l'évolution des quantités de matière des espèces chimiques lors d'une transformation.
- ✓ Établir le tableau d'avancement d'une transformation chimique à partir de l'équation de la réaction et des quantités de matière initiales des espèces chimiques.
- ✓ Déterminer la composition du système dans l'état final en fonction de sa composition initiale pour une transformation considérée comme totale.
- ✓ Déterminer l'avancement final d'une réaction à partir de la description de l'état final et comparer à l'avancement maximal.