

Un problème de bilan chimique fait intervenir des espèces chimiques sous différents états : solution, solide, liquide ou gazeux. On se retrouve avec des espèces chimiques caractérisées par des grandeurs physiques différentes. Ce qui pose des soucis pour les calculs. L'idée consiste à caractériser chaque espèce par une grandeur commune la quantité de matière ( $n$ ) et de réaliser un bilan matière.

Etapes de résolutions :

1. Etape 1 : déterminer les quantités de matières initiales à partir des données du problème.
2. Etape 2 : écrire l'équation bilan de la réaction chimique.
3. Etape 3 : réaliser le bilan matière (proportionnalité ou tableau d'avancement).
4. Etape 4 : Déterminer à partir du bilan matière les valeurs des grandeurs physique caractéristique de l'état.

Etape 1 :

- Espèce en solution, l'énoncé indique le volume ( $V$ ) et la concentration molaire ( $C$ ) on a :  $n = C \times V$ .  
Rappel si on a une concentration massique ( $C_m$ ) alors  $C = C_m \times M$
- Espèce solide ou liquide :
  - L'énoncé donne la masse ( $m$ ), on a besoin de la masse molaire ( $M$ ) de l'espèce on a :  $n = \frac{m}{M}$   
Rappel : calcul d'une masse molaire exemple l'éthanol ( $C_2H_6O$ )  $M = 2M_C + 6M_H + M_O$
  - L'énoncé donne le volume ( $V$ ) et la masse volumique ( $\rho$ ), on calcul la masse avant de passer à l'étape précédente avec la relation  $\rho = \frac{m}{V}$ .
- Espèce gazeuse, l'énoncé indique le volume de gaz ( $V$ ) et le volume molaire ( $V_m$ ) à la température de l'énoncé on a :  $n = \frac{V}{V_m}$ .

Les unités étant fréquemment :  $n$  (mol),  $C$  (mol/L),  $V$  (L),  $C_m$  (g/L),  $M$  (g/mol),  $m$  (g),  $\rho$  (g/L),  $V_m$  (L/mol).

Etape 2 :

- Voir fiche méthode bilan chimique 1 sur les équations bilan

Etape 3 :

- Méthode 1 : tableau d'avancement
  - Définitions :  
**L'avancement maximum d'une réaction chimique  $x_{max}$  est égal à la quantité de matière initiale du réactif limitant par la valeur de son coefficient stœchiométrique.**

$$x_{max} = \frac{n_{i \text{ réactif limitant}}}{\text{coef. stœchiométrique réactif limitant}}$$

- Tableau : exemple la réaction de 4 mol d'une espèce A et 5 mol d'une espèce B donne l'espèce C et D selon l'équation ci-dessous

Equation chimique	2A +	3B	$\rightarrow$	2C +	D
Etat initial en mol	$n_{Ai} = 4$	$n_{Bi} = 5$		$n_{Ci} = 0$	$n_{Di} = 0$
Avancement maxi	$2x_{max}$	$3x_{max}$		$2x_{max}$	$x_{max}$
Détermination du facteur limitant	On cherche $n_{Ai} - 2x_{max} = 0$   $x_{max} = \frac{n_{Ai}}{2} = \frac{4}{2} = 2$ $x_{max}$ avec les $\Rightarrow$   $1,67 < 2$ donc B est facteur limitant et on prend $x_{max} = \frac{5}{3}$ 2 équations $n_{Bi} - 3x_{max} = 0$   $x_{max} = \frac{n_{Bi}}{3} = \frac{5}{3} = 1,67$				
Etat final en mol	$n_{Ai} - 2x_{max} =$ $4 - 2 \times 1,67$ $= 0,67$	$n_{Bi} - 3x_{max} =$ $5 - 3 \times \frac{5}{3} = 0$		$n_{Ci} + 2x_{max} =$ $0 + 2 \times 1,67$ $= 3,33$	$n_{Di} + x_{max} =$ $0 + 1,67$ $= 1,67$

- Méthode 2 : proportionnalité

Les coefficients stœchiométriques d'une équation bilan sont des coefficients de proportionnalité. Ils indiquent les proportions dans lesquelles vont réagir les réactifs et les proportions dans lesquelles apparaissent les produits

Tableau de proportionnalité

Equation chimique	2A +	3B	→	2C +	D
Etat initial en mol	4	5		0	0
Réactif limitant (rl) :	Pour faire réagir 4 moles de A il faut $(3/2) \times 4 = 6$ moles de B donc B est réactif limitant (car $5 < 6$ ) <b>Remarque : si égalité A et B réactifs limitant et si supérieur A réactif limitant.</b>				
Pour 1 mol de réactif limitant il réagit	2/3	<b>1 (3/2 de 2/3)</b>	Il se forme	2/3 <b>(autant)</b>	1/3 <b>(0,5 fois de 2/3)</b>
Il réagit en mol	$5 \times 2/3 = 3,33$	<b>5</b>	Il se forme	$5 \times 2/3 = 3,33$	$5 \times 1/3 = 1,67$
Etat final en mol	$4 - 3,33 = 0,67$	$5 - 5 = 0$		$0 + 3,33 = 3,33$	$0 + 1,67 = 1,67$

Etape 4 :

Il suffit d'utiliser les relations de l'étape 1 à partir des quantités de matière produite ou restante à l'état final pour calculer les grandeurs physiques des espèces présentes à la fin de la réaction.