

L'avancement, qui a pour symbole « x » et s'exprime en mole, permet de décrire l'**évolution** d'un système chimique. Il est égal à la **quantité de matière** de réactif consommé ou de produit qui se forme dans le cas d'une espèce chimique dont le **nombre stoechiométrique est égal à 1**. Les autres quantités de matières seront déterminées par **proportionnalité**.

Par exemple, l'équation « $CH_4(g) + 2 O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2 H_2O(g)$ » indique que « 1 mole de CH_4 réagit avec 2 moles de O_2 ; il se forme 1 mole de CO_2 et 2 moles de H_2O ».

Le nombre stoechiométrique de CH_4 étant égal à 1, alors la quantité de matière qui réagit est égale à l'avancement « x » ; ainsi :

Quantités de matière qui réagissent		Quantités de matière qui se forment	
$n(CH_4)$	$n(O_2)$	$n(CO_2)$	$n(H_2O)$
1 mol	2 mol	1 mol	2 mol
x	$2x$	x	$2x$

• Composition finale du système

L'avancement varie de 0 à l'**état initial** jusqu'à la valeur notée « x_F » à l'**état final**. Pour déterminer la composition finale du système, il suffit d'exprimer les quantités de matière finales « n_F » des réactifs et des produits, donc lorsque $x = x_F$.

- Pour les **réactifs**, on doit **soustraire** la quantité de matière qui a réagi à la quantité de matière initiale. Pour les **produits**, on doit **ajouter** la quantité de matière qui se forme à la quantité de matière initiale, qui est très souvent nulle.

$$\text{Réactifs :} \quad n_F(CH_4) = n_0(CH_4) - x_F \quad n_F(O_2) = n_0(O_2) - 2x_F$$

$$\text{Produits :} \quad n_F(CO_2) = x_F \quad n_F(H_2O) = 2x_F$$

• Tableau d'avancement

Il permet de faire apparaître au même endroit la composition initiale et la composition finale du système. Les cases contiennent toutes des quantités de matière.

	$n(\text{CH}_4)$	$n(\text{O}_2)$	$n(\text{CO}_2)$	$n(\text{H}_2\text{O})$
<i>Etat initial ; $x = 0$</i>	$n_0(\text{CH}_4)$	$n_0(\text{O}_2)$	0	0
<i>Etat final ; $x = x_F$</i>	$n_0(\text{CH}_4) - x_F$	$n_0(\text{O}_2) - 2 x_F$	x_F	$2 x_F$

On peut ajouter une ligne « état intermédiaire » :

<i>Etat intermédiaire</i>	$n_0(\text{CH}_4) - x$	$n_0(\text{O}_2) - 2 x$	x	$2 x$
---------------------------	------------------------	-------------------------	-----	-------

• Avancement maximal

Lorsqu'une transformation est totale (ce qui est symbolisé par « $\rightarrow$ » dans l'équation), l'avancement final atteint une valeur maximale notée « $x_{\max}$ ».

Lorsque $x_F = x_{\max}$ la quantité de matière finale du **réactif limitant** est nulle.

► **Pour calculer la valeur de $x_{\max}$** , il suffit donc d'annuler la quantité de matière finale du réactif limitant. Par exemple si O_2 est le réactif limitant, alors :

$$n_0(\text{O}_2) - 2 x_{\max} = 0 \quad \Leftrightarrow \quad x_{\max} = \frac{n_0(\text{O}_2)}{2}$$

• Formalisme

Dans le cas général d'une équation du type « $a A + b B \rightarrow c C + d D$ »

		$n(A)$	$n(B)$	$n(C)$	$n(D)$
Etat initial	$x = 0$	$n_0(A)$	$n_0(B)$	0	0
Etat final	$x = x_F$	$n_0(A) - a x_F$	$n_0(B) - b x_F$	$c x_F$	$d x_F$

Quantités de matière initiales des réactifs

Quantités de matière des réactifs ayant été **consommés**

Quantités de matière des produits ayant été **formés**

$$x_{max} = \frac{n_0(A)}{a} \quad \text{si } A \text{ est le réactif limitant}$$

$$x_{max} = \frac{n_0(B)}{b} \quad \text{si } B \text{ est le réactif limitant.}$$

► **Si on ne connaît pas le réactif limitant**, alors on peut l'identifier en comparant les rapports $\frac{n_0(A)}{a}$ et $\frac{n_0(B)}{b}$: le plus faible des deux est celui associé au réactif limitant.

On peut également calculer x_{max} **sans connaître le réactif limitant** : on calcule alors sa valeur dans l'hypothèse où A est le réactif limitant (en annulant sa quantité de matière finale), puis dans l'hypothèse où le réactif B est le réactif limitant, puis on conserve **la valeur la plus faible de** x_{max}