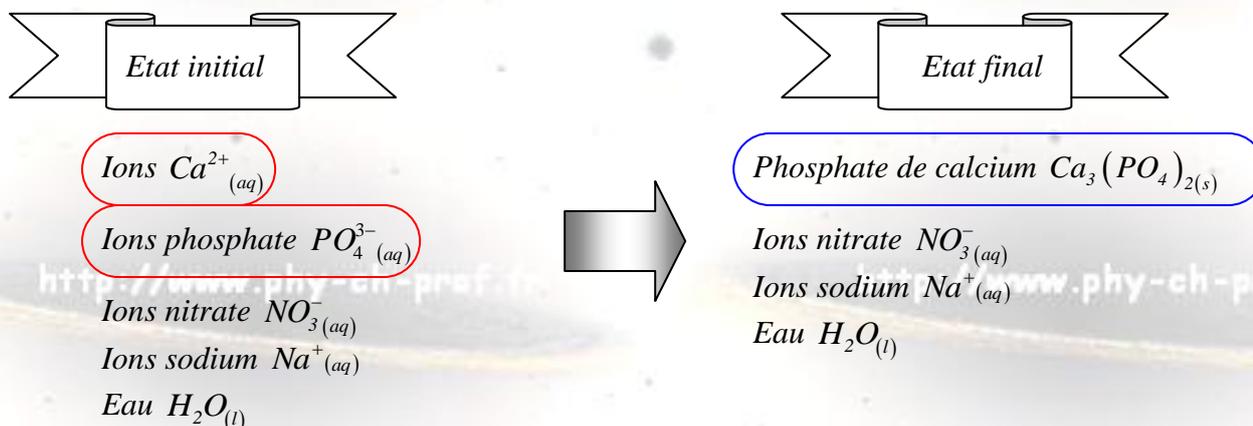


# CH03 – SUIVI D'UNE TRANSFORMATION CHIMIQUE

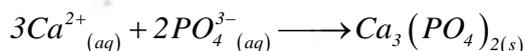
## I. COMMENT DÉCRIRE L'ÉVOLUTION D'UN SYSTÈME ?

<http://www.phy-ch-prof.fr> 1. Transformation ou réaction chimique ? <http://www.phy-ch-prof.fr>

On mélange dans un tube à essai une solution aqueuse de phosphate de sodium avec une solution aqueuse de nitrate de calcium. Un précipité de phosphate de calcium apparaît. On fait le bilan de la transformation chimique qui a eu lieu dans le tube à essai :



Lorsqu'on ne se préoccupe que des réactifs et des produits, il s'agit d'une réaction chimique, dont on écrit l'équation bilan de la manière suivante :



## 2. Avancement de la réaction

	$3\text{Ca}^{2+}_{(aq)} + 2\text{PO}_4^{3-}_{(aq)} \longrightarrow \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2(s)$		
E.I.	$n_i(\text{Ca}^{2+}_{(aq)})$	$n_i(\text{PO}_4^{3-}_{(aq)})$	0mol
E.F.	$n_i(\text{Ca}^{2+}_{(aq)}) - 3x_{\text{MAX}}$	$n_i(\text{PO}_4^{3-}_{(aq)}) - 2x_{\text{MAX}}$	$x_{\text{MAX}}$

L'avancement se note  $x$  et s'exprime en mole : c'est la quantité de matière formée pour un produit dont le coefficient stoechiométrique est égal à 1.

A l'état initial (E.I.),  $x = 0\text{mol}$ . A l'état final (E.F.),  $x = x_{\text{MAX}}$ .

L'avancement maximal correspond à la plus petite valeur de  $x_{\text{MAX}}$  qui annule la quantité de matière d'au moins un réactif (appelé réactif limitant).

## 3. Mélange stoechiométrique

Un mélange est dit stoechiométrique si les quantités de matière de tous les réactifs sont nulles à l'état final.

$$n_i(\text{Ca}^{2+}_{(aq)}) - 3x_{\text{MAX}} = 0 \quad \text{et} \quad n_i(\text{PO}_4^{3-}_{(aq)}) - 2x_{\text{MAX}} = 0$$

$$n_i(\text{Ca}^{2+}_{(aq)}) = 3x_{\text{MAX}} \quad \text{et} \quad n_i(\text{PO}_4^{3-}_{(aq)}) = 2x_{\text{MAX}}$$

$$x_{\text{MAX}} = \frac{n_i(\text{Ca}^{2+}_{(aq)})}{3} \quad \text{et} \quad x_{\text{MAX}} = \frac{n_i(\text{PO}_4^{3-}_{(aq)})}{2} \quad \text{soit} \quad \frac{n_i(\text{Ca}^{2+}_{(aq)})}{3} = \frac{n_i(\text{PO}_4^{3-}_{(aq)})}{2}$$

Les réactifs sont alors dans les proportions stoechiométriques.

Cas général :  $aA + bB \longrightarrow cC + dD$

Le mélange est stoechiométrique si  $\frac{n_i(A)}{a} = \frac{n_i(B)}{b}$

## II. PRÉVISION DE L'ÉTAT FINAL

On introduit dans un flacon une masse  $m = 0,80 \text{ g}$  de carbonate de calcium et un volume  $V_{\text{sol}} = 40 \text{ mL}$  d'une solution d'acide chlorhydrique de concentration molaire  $[HCl] = 0,50 \text{ mol.L}^{-1}$ .



Le volume occupé par le gaz est  $V = 1,1 \text{ L}$ , la pression de l'air vaut  $p = 1,025 \cdot 10^5 \text{ Pa}$  et la température est de  $T = 293 \text{ K}$

L'équation bilan de la réaction est la suivante :

	$CaCO_{3(s)} + 2H^+_{(aq)} \rightarrow CO_{2(g)} + Ca^{2+}_{(aq)} + H_2O_{(l)}$				
E.I.	$n_i(CaCO_{3(s)})$	$n_i(H^+_{(aq)})$	$0 \text{ mol}$	$0 \text{ mol}$	Excès
E.F.	$n_i(CaCO_{3(s)}) - x_{\text{MAX}}$	$n_i(H^+_{(aq)}) - 2x_{\text{MAX}}$	$x_{\text{MAX}}$	$x_{\text{MAX}}$	Excès

$$n_i(CaCO_{3(s)}) = \frac{m(CaCO_{3(s)})}{M(CaCO_{3(s)})} = \frac{0,80}{100,1} = 8,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$n_i(H^+_{(aq)}) = C(H^+_{(aq)}) \times V_{\text{sol}} = 0,50 \times 4,0 \cdot 10^{-2} = 2,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

On calcule  $x_{\text{MAX}}$  et on trouve  $x_{\text{MAX}} = 8,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$

A l'état final :

$$n_f(CaCO_{3(s)}) = 0 \text{ mol}, \quad n_f(H^+_{(aq)}) = 4,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol}, \quad n_f(CO_{2(g)}) = 8,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol},$$

$$n_f(Ca^{2+}_{(aq)}) = 8,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

La pression à l'intérieur de la bouteille vaut :

$$p = p_{\text{air}} + p_{CO_2}$$

$$p = p_{\text{air}} + \frac{n_f(CO_{2(g)}) \cdot R \cdot T}{V}$$

$$p = 1,025 \cdot 10^5 + \frac{8,0 \cdot 10^{-3} \times 8,314 \times 293}{1,1 \cdot 10^{-3}} = 1,2 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$