

# Corrigé exercice 11

## DISSOCIATION DU CALCAIRE

1) On donne l'expression du quotient réactionnel associé à l'équation de la réaction :

$$Q = \frac{a_{\text{CaO}} a_{\text{CO}_2}}{a_{\text{CaCO}_3}}$$

Comme  $\text{CaCO}_3$  et  $\text{CaO}$  sont des corps condensés purs, leur activité est égale à 1, quelle que soit la quantité présente.

$\text{CO}_2$  est un gaz. Si on le considère comme parfait, son activité est assimilable à sa pression partielle :

$$a_{\text{CO}_2} = \frac{p_{\text{CO}_2}}{p^\circ}, \text{ avec } p^\circ = 1 \text{ bar la pression standard.}$$

On remarque de plus que  $\text{CO}_2$  est le seul gaz pouvant se trouver dans l'enceinte, puisque celle-ci est initialement vide. La pression partielle de  $\text{CO}_2$  est donc identique à la pression dans l'enceinte  $p$ .

Finalement, le quotient réactionnel s'exprime par :

$$Q = \frac{p}{p^\circ}$$

À l'instant initial, l'enceinte ne contient pas de gaz. On a donc  $p = p_{\text{CO}_2} = 0$ , donc  $Q_0 = 0$ .

Comme  $Q_0 < K^\circ$ , la réaction va évoluer dans le sens direct, et produire du gaz  $\text{CO}_2$ .

Pendant l'évolution, la pression dans l'enceinte augmente, au fur et à mesure de l'avancement de la réaction, puisque la quantité de gaz augmente dans un volume et à une température fixées.  $Q$  augmente donc, pour se rapprocher de  $K^\circ$ .

L'état final dépend de la quantité de calcaire introduite au départ. Il y a deux situations possibles :

- si lorsque le dernier grain de calcaire disparaît,  $Q$  n'a pas encore atteint la valeur  $K^\circ$ , alors la transformation s'arrête. La réaction de dissociation aura été **totale**.
- s'il y a assez de calcaire, alors la transformation s'arrête lorsque  $Q$  devient égal à  $K^\circ$  : c'est **l'équilibre chimique**.

Dans ce dernier cas, on a :

$$Q_{eq} = \frac{p_{eq}}{p^\circ} = K^\circ$$

D'après la loi des gaz parfaits, on en déduit que la réaction doit avoir produit une quantité  $n$  de  $\text{CO}_2$  telle que :

$$p_{eq} = \frac{nRT}{V} = K^\circ p^\circ \Rightarrow n = \frac{VK^\circ p^\circ}{RT} = 0,039 \text{ mol} = 39 \text{ mmol}$$

Or la quantité initiale de calcaire n'est que de  $n_0 = 10 \text{ mmol} < n$  : il est donc impossible de produire 39 mmol de  $\text{CO}_2$ .

En conclusion :

La dissociation du calcaire est rigoureusement totale.  
Dans l'état final, le système contient 10,0 mmol de  $\text{CaO}$  solide,  
et une phase gazeuse comportant 10,0 mmol de  $\text{CO}_2$ , à la pression  $p = \frac{n_0 RT}{V} = 0,091 \text{ bar}$ .

2) Pour toute quantité  $n_0$  de  $\text{CaCO}_3$  apportée telle que  $n_0 < n$  la réaction sera totale.

En revanche, si on apporte une quantité  $n_0 > n$ , alors on atteindra l'équilibre chimique pour un avancement  $n$ , et le surplus de calcaire ne se transformera pas, quelle qu'en soit la quantité.

La quantité maximale de calcaire que l'on peut transformer en chaux est de  $n = 39 \text{ mmol}$ .