

# Corrigé exercice 10

## ÉQUILIBRE EN PHASE GAZEUSE

1) La quantité de matière du gaz parfait NO pur s'obtient en appliquant l'équation d'état du gaz parfait :

$$P_1V = n_{\text{NO}}RT_1$$

On trouve (utiliser les unités SI, convertir le volume en m<sup>3</sup>) :

$$n_{\text{NO},0} = \frac{P_1V}{RT_1} = 4,81 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

Pour le dibrome, on connaît la masse introduite et la masse molaire, donc immédiatement :

$$n_{\text{Br}_2,0} = \frac{m_{\text{Br}_2}}{M(\text{Br}_2)} = 1,88 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

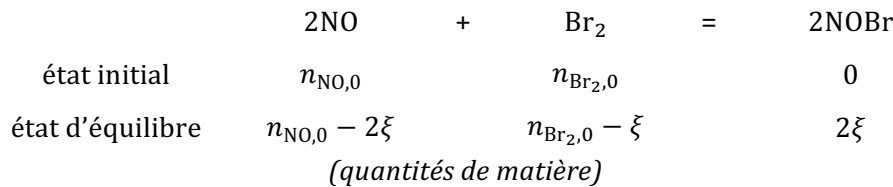
2) L'énoncé fournit la température et la pression d'équilibre, on applique donc à nouveau la loi des gaz parfaits :

$$P_2V = n_{\text{tot}}RT_2$$

... où  $n_{\text{tot}}$  est la quantité de matière totale de gaz, on trouve donc :

$$n_{\text{tot}} = \frac{P_2V}{RT_2} = 5,94 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

3) Pour trouver la composition du système à l'équilibre, on réalise un tableau d'avancement, en notant  $\xi$  l'avancement à l'équilibre :



La quantité de matière de gaz totale est alors de :

$$n_{\text{tot}} = (n_{\text{NO},0} - 2\xi) + (n_{\text{Br}_2,0} - \xi) + (2\xi) = n_{\text{NO},0} + n_{\text{Br}_2,0} - \xi$$

On trouve donc l'avancement à l'équilibre :

$$\xi = n_{\text{NO},0} + n_{\text{Br}_2,0} - n_{\text{tot}} = 0,75 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

4) On rappelle que la pression partielle d'un gaz dans un mélange est la pression qu'aurait ce gaz s'il était seul dans l'enceinte, à la même température.

Pour un gaz **parfait**  $A_i$ , la pression partielle est la fraction molaire multipliée par la pression totale :

$$P_i = x_i \cdot P = \frac{n_i}{n_{\text{tot}}} \cdot P$$

Ici, on trouve :

$$P_{\text{NO}} = \frac{n_{\text{NO},0} - 2\xi}{n_{\text{tot}}} \cdot P_2 = 4,58 \cdot 10^3 \text{ Pa} = 0,0458 \text{ bar}$$
$$P_{\text{Br}_2} = \frac{n_{\text{Br}_2,0} - \xi}{n_{\text{tot}}} \cdot P_2 = 1,56 \cdot 10^3 \text{ Pa} = 0,0156 \text{ bar}$$
$$P_{\text{NOBr}} = \frac{2\xi}{n_{\text{tot}}} \cdot P_2 = 2,08 \cdot 10^3 \text{ Pa} = 0,0208 \text{ bar}$$

5) Le quotient réactionnel associé à la réaction est :

$$Q = \frac{a_{\text{NOBr}}^2}{a_{\text{NO}}^2 \cdot a_{\text{Br}_2}}$$

... où les  $a_i$  désignent les activités des différents gaz à l'équilibre.

On sait que l'activité d'un gaz parfait  $A_i$  s'exprime par :

$$a_i = \frac{P_i}{P^\circ}$$

... où  $P^\circ = 1$  bar exactement est la pression standard. On trouve donc :

$$Q = \frac{P_{\text{NOBr}}^2 \cdot P^\circ}{P_{\text{NO}}^2 \cdot P_{\text{Br}_2}}$$

• **À l'instant initial**, on avait  $P_{\text{NOBr}} = 0$ , donc  $Q = 0$ .

La constante d'équilibre  $K^\circ$  étant une grandeur strictement positive, on avait donc  $Q < K^\circ$ , c'est pourquoi la réaction a avancé dans le sens direct.

• **Au cours de la transformation**, NO et  $\text{Br}_2$  se sont progressivement transformés en NOBr : donc  $P_{\text{NO}}$  et  $P_{\text{Br}_2}$  ont diminué et  $P_{\text{NOBr}}$  a augmenté... donc  $Q = \frac{P_{\text{NOBr}}^2 \cdot P^\circ}{P_{\text{NO}}^2 \cdot P_{\text{Br}_2}}$  a augmenté, et ceci tant que l'on avait  $Q < K^\circ$ .

• **Lorsque  $Q$  a atteint la valeur  $K^\circ$** , la réaction a atteint son **état d'équilibre chimique**, celui que l'on a décrit dans les questions 2 à 4.

Il suffit donc de calculer le quotient réactionnel dans cet état (avec les pressions partielles de la question 4), pour trouver la constante d'équilibre :

$$K^\circ(T_2) = Q_{\text{éq}} = \frac{P_{\text{NOBr}}^2 \cdot P^\circ}{P_{\text{NO}}^2 \cdot P_{\text{Br}_2}} = 13,2$$