

## Planche 3

### Questions de cours (15 min)

**Question T1 :** Définir un système ouvert, fermé, calorifugé et isolé. Préciser les implications de chacun sur les échanges d'énergie et de matière.

**Question T2 :** Énoncer la loi d'action des masses. Définir les types de réactions (quantitative, équilibrée, peu avancée) selon la valeur de  $K^o$ .

### Exercice : Mélange gazeux industriel et équilibre (45 min)

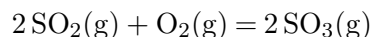
#### Partie 1 : Caractérisation d'un mélange gazeux

Dans un procédé industriel, on utilise un mélange gazeux constitué de 8,0 g de dioxygène  $O_2$  et 12,0 g de méthane  $CH_4$ , placé dans un réacteur de volume  $V = 20,0$  L à la température  $T = 273$  K.

1. Calculer les quantités de matière de chaque gaz.
2. Déterminer les fractions molaires et massiques de chaque constituant.
3. En supposant le mélange de gaz parfaits, calculer la pression totale du système.
4. En déduire les pressions partielles de chaque gaz.
5. Vérifier la loi de Dalton.

#### Partie 2 : Équilibre de synthèse du trioxyde de soufre

On considère maintenant la synthèse industrielle du trioxyde de soufre selon la réaction :



Cette réaction est réalisée dans un réacteur de volume constant à  $T = 700$  K. On introduit initialement :

- $n_{SO_2}^0 = 2,0$  mol
- $n_{O_2}^0 = 1,5$  mol
- $n_{SO_3}^0 = 0$  mol

La constante d'équilibre à cette température vaut  $K^o = 2,5 \times 10^3$ .

6. Dresser le tableau d'avancement de la réaction.
7. Écrire l'expression du quotient de réaction en fonction des pressions partielles.
8. Les réactifs sont-ils introduits en proportions stœchiométriques ? Justifier.
9. À l'équilibre, on mesure une pression partielle  $P_{SO_2} = 0,12$  bar. La pression totale vaut alors  $P_{tot} = 2,8$  bar. Calculer l'avancement  $\xi_{eq}$  de la réaction.
10. En déduire les quantités de matière et les pressions partielles de toutes les espèces à l'équilibre.
11. Vérifier que le système est bien à l'équilibre en calculant  $Q_r$  et en le comparant à  $K^o$ .
12. Calculer le taux d'avancement. Quel est le type de cette réaction ?
13. Proposer deux moyens expérimentaux pour augmenter le rendement en  $SO_3$ . Justifier vos propositions en utilisant le critère d'évolution  $Q_r$  vs  $K^o$ .

**Données :**  $M_{O_2} = 32,0$  g·mol<sup>-1</sup> ;  $M_{CH_4} = 16,0$  g·mol<sup>-1</sup> ;  $R = 8,314$  J·mol<sup>-1</sup>·K<sup>-1</sup> ;  $P^o = 1$  bar