

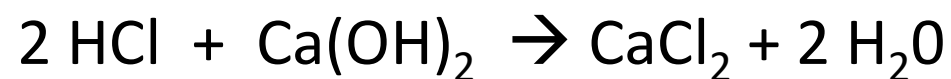
# Les réactions chimiques

## 2° partie

---

# Les réactions peuvent être

Complètes (totales):



Limitées à un équilibre:

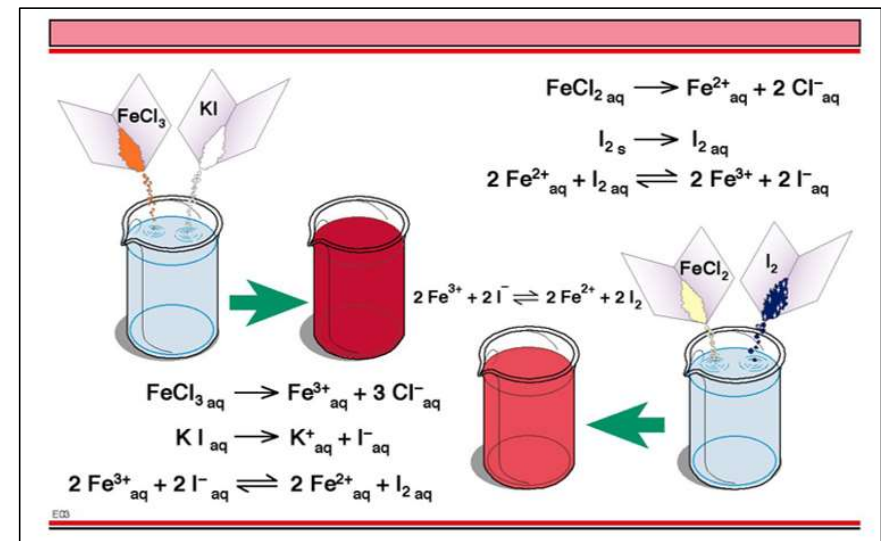


# I. Mise en évidence expérimentale d'un équilibre chimique $2 \text{Fe}^{3+} + 2 \text{I}^- \rightleftharpoons 2 \text{Fe}^{2+} + \text{I}_2$

- Groupe 1:  $2 \text{Fe}^{3+} + 2 \text{I}^- \rightarrow 2 \text{Fe}^{2+} + \text{I}_2$
- Groupe 2:  $2 \text{Fe}^{2+} + \text{I}_2 \rightarrow 2 \text{Fe}^{3+} + 2 \text{I}^-$

$\Rightarrow$  1<sup>ère</sup> observation :

Que l'on parte des réactifs ou des produits, on atteint la même situation finale. La réaction est **inversible**.

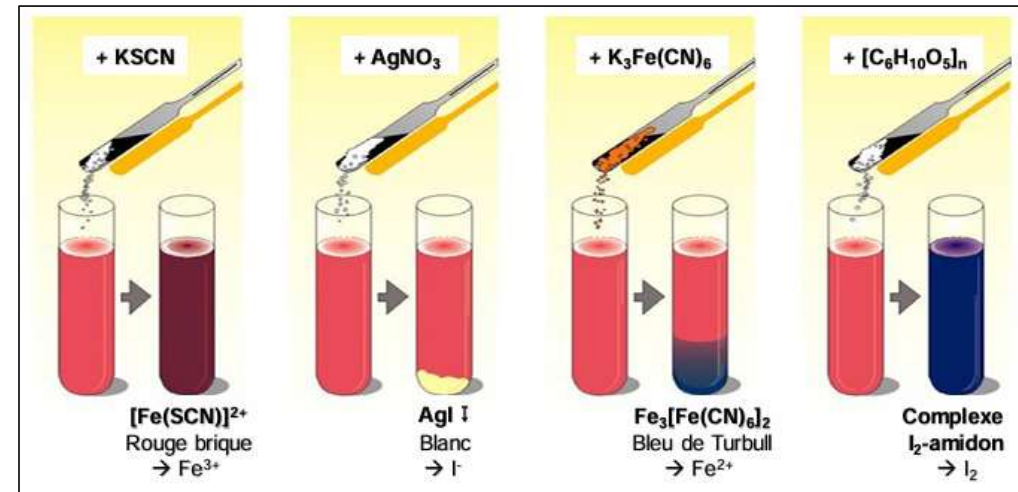


# Mise en évidence expérimentale d'un équilibre chimique $2 \text{Fe}^{3+} + 2 \text{I}^- \rightleftharpoons 2 \text{Fe}^{2+} + \text{I}_2$

- Tests de détection : présence de  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{I}^-$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{I}_2$  après la réaction pour les deux groupes

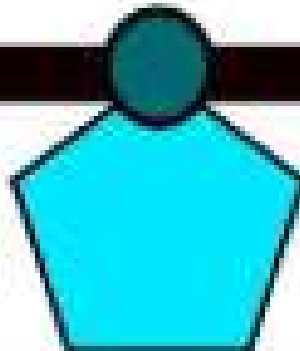
=> 2<sup>ème</sup> observation :

La réaction n'est **pas complète**,  
ni dans un sens ni dans l'autre



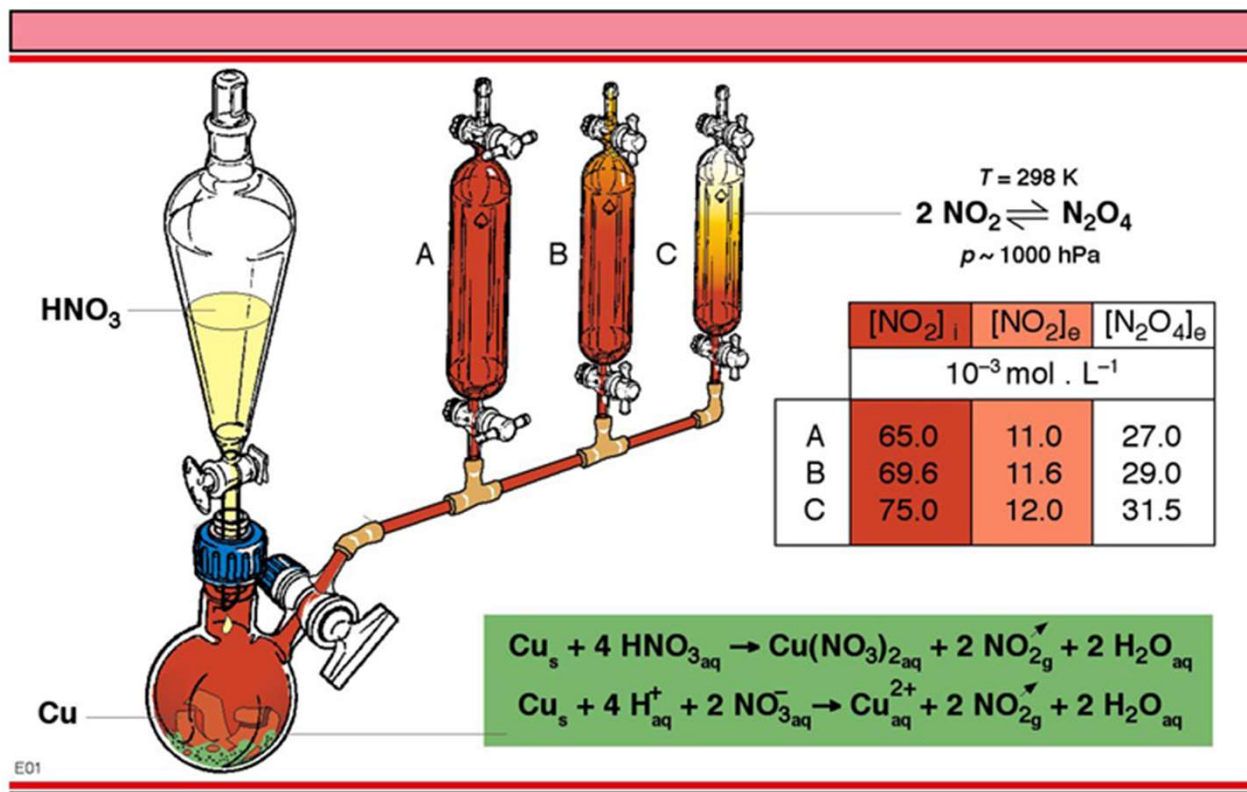
# Réactifs $\rightleftharpoons$ Produits

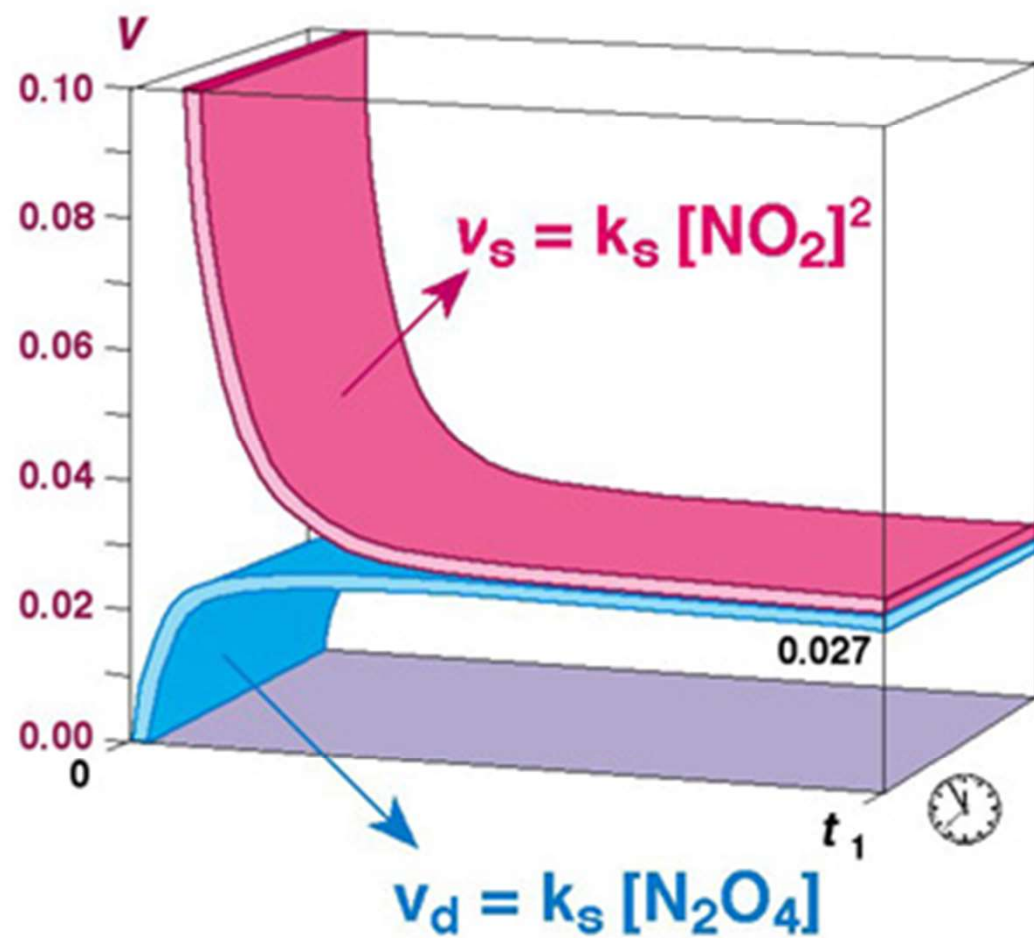
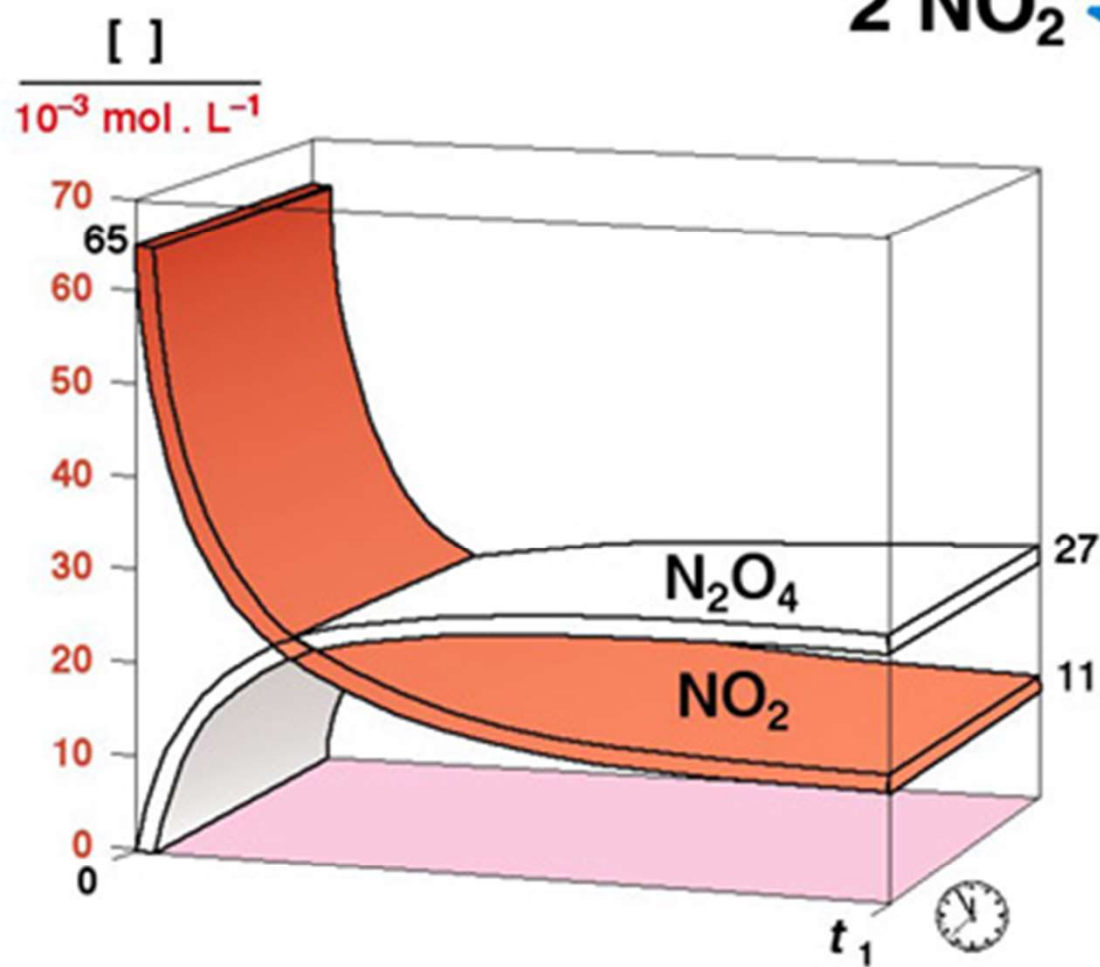
Les réactions chimiques sont limitées à un équilibre !



## II. Installation d'un équilibre chimique

### Cas de la dimérisation du dioxyde d'azote





# L'équilibre chimique est dynamique

- A l'équilibre, les réactions (**directe**  $\rightarrow$  et **inverse**  $\leftarrow$ ) se passent à vitesses égales

$\Rightarrow$  les concentrations en réactifs et en produits sont constantes (pas de changement macroscopique)

$\Rightarrow$  les réactions  $\rightarrow$  et  $\leftarrow$  se passent en continu (changement microscopique)



| EXP | $\frac{2 [\text{N}_2\text{O}_4]_e}{[\text{NO}_2]_i}$ | $\frac{[\text{N}_2\text{O}_4]_e}{[\text{NO}_2]_e}$ | $\frac{[\text{N}_2\text{O}_4]_e}{[\text{NO}_2]_i + [\text{N}_2\text{O}_4]_e}$ | $\frac{[\text{N}_2\text{O}_4]_e}{[\text{NO}_2]_e + [\text{N}_2\text{O}_4]_e}$ | $\frac{[\text{N}_2\text{O}_4]_e}{[\text{NO}_2]_e \cdot [\text{N}_2\text{O}_4]_e}$ |
|-----|------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| A   | 0.831                                                | 2.45                                               | 0.29                                                                          | 0.71                                                                          | 90.9                                                                              |
| B   | 0.834                                                | 2.52                                               | 0.29                                                                          | 0.72                                                                          | 86.2                                                                              |
| C   | 0.840                                                | 2.63                                               | 0.30                                                                          | 0.72                                                                          | 83.3                                                                              |
| D   | 0.620                                                | 0.82                                               | 0.24                                                                          | 0.45                                                                          | 263.2                                                                             |
| E   | 0.510                                                | 0.54                                               | 0.21                                                                          | 0.35                                                                          | 416.7                                                                             |

E08

Quantification: loi d'équilibre ?

| EXP | $\frac{[\text{NO}_2]_i}{\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}}$ | $\frac{[\text{N}_2\text{O}_4]_i}{\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}}$ | $\frac{[\text{NO}_2]_e}{\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}}$ | $\frac{[\text{N}_2\text{O}_4]_e}{\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}}$ | $\alpha$ | $\frac{[\text{N}_2\text{O}_4]_e}{[\text{NO}_2]_e \cdot [\text{NO}_2]_e}$ |
|-----|----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|----------|--------------------------------------------------------------------------|
| A   | 0.0650                                                   | 0.000                                                             | 0.0110                                                   | 0.0270                                                            | 0.831    | 223                                                                      |
| B   | 0.0700                                                   | 0.000                                                             | 0.0116                                                   | 0.0292                                                            | 0.834    | 217                                                                      |
| C   | 0.0750                                                   | 0.000                                                             | 0.0120                                                   | 0.0315                                                            | 0.840    | 219                                                                      |
| D   | 0.0100                                                   | 0.000                                                             | 0.0038                                                   | 0.0031                                                            | 0.620    | 215                                                                      |
| E   | 0.0050                                                   | 0.000                                                             | 0.0024                                                   | 0.0013                                                            | 0.520    | 226                                                                      |

$\approx \text{cste}$

E06 E07

# Loi d'équilibre

### III. Quantification de l'équilibre

- Loi d'action des masses (Guldberg et Waage)

Soit la réaction générale  $a A + b B \rightleftharpoons c C + d D$

On définit la **constante d'équilibre**

$$K_c = \frac{[C]_{\text{éq}}^c [D]_{\text{éq}}^d}{[A]_{\text{éq}}^a [B]_{\text{éq}}^b}$$

- Valeurs extrêmes de  $K_c$  (dépend de la nature de la réaction et de T)
  - $K \gg 1$  : réaction en faveur des produits
  - $K \ll 1$  : réaction en faveur des réactifs
  - $K \sim 1$  : [réactifs]  $\sim$  [produits]

# Remarques

- L'unité de  $K_c$  est variable:  
Elle dépend des coefficients stœchiométriques (exposants  $a, b, c, d$ )
- $K_c$  = cste à une température donnée
- $K_c$  est fonction du sens et de la manière (coeff.) dont la réaction est envisagée, il faut le spécifier !!!
- Les réactifs et produits solides (ex:  $\text{CaO}_{(s)}$ ) n'influencent pas  $K_c$  (concentrations égales à 1)

# Détermination de $K_c$

1. A  $250^\circ\text{C}$ , le pentachlorure de phosphore se décompose partiellement en dichlore et en trichlorure de phosphore. Le nombre de mole avant réaction et à l'équilibre de pentachlorure de phosphore est respectivement de 0,25 et de 0,19 mole pour un volume total de 0,5 litre. Déterminer la valeur de  $K_c$ .

## Détermination de la composition du système à l'équilibre

2. L'hydrogénosulfure d'ammonium solide se décompose à 25°C en ammoniac gazeux et en sulfure d'hydrogène gazeux.  $K_C = 1,81 \cdot 10^{-4}$  (unités ?) à 25°C. Si on place de l'hydrogénosulfure d'ammonium solide dans une enceinte réactionnelle de 0,5l, dans laquelle on a fait le vide, quelles seront les concentrations à l'équilibre dans cette enceinte, à 25°C ?

## Détermination de la composition du système à l'équilibre

3. A 460°C, le dihydrogène et le diiode réagissent partiellement pour former l'iodure d'hydrogène selon l'équilibre suivant:  $\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{HI}(\text{g})$ .

Les nombres de moles initiaux et à l'équilibre de diiode sont respectivement de 1 mol et 0,22 mol dans un volume total d'un litre.

Sachant que la constante d'équilibre de cette réaction vaut 50 :

- a. Calculer la valeur du nombre de mol de dihydrogène de départ ?
- b. Calculer les concentrations à l'équilibre.

# Exercices des notes page 113-114

- Dans l'ordre:
  - 1) Calcul  $K_c$ : 1-3-4-7
  - 2) Calcul composition à l'équilibre: 2-5-6