

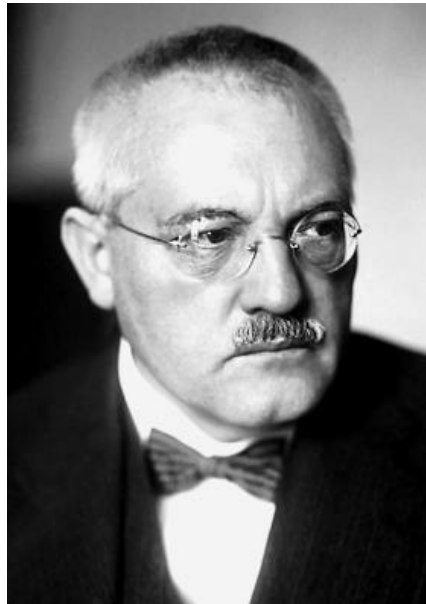
LC24 : Optimisation d'un procédé chimique

Mathieu Markovitch

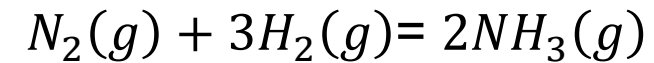
Procédé Haber – Bosch



Fritz Haber (1868-1934)
Prix Nobel de Chimie
1918 pour la synthèse de
l'ammoniac



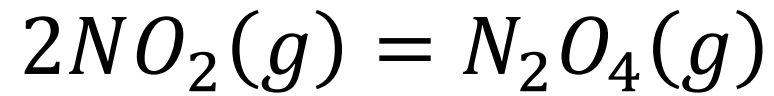
Carl Bosch (1874-1940)
Prix Nobel de Chimie
1931 pour les procédés
haute pression



Conditions :

Température	350 – 500 °C
Pression	8 – 30 MPa
Catalyse	Fer solide

Equilibre entre deux gaz

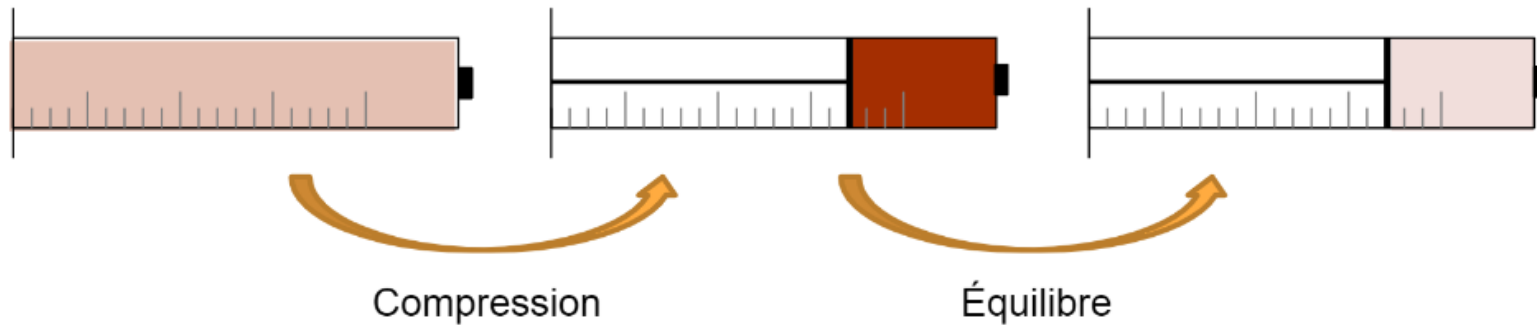


Roux

Incolore

$$K^\circ = \frac{x^g_{N_2O_4} p^\circ}{(x^g_{NO_2})^2 p}$$

$$Q_r = \frac{x^g_{N_2O_4} \cdot p^\circ}{(x^g_{NO_2})^2 \cdot p'} < K^\circ$$



Cas de l'ammoniac

$$Q_r = \frac{p_{NH_3}^2 \times p^{\circ 2}}{p_{N_2} \times p_{H_2}^3} = \left(\frac{x_{NH_3}^2}{x_{N_2} \times x_{H_2}^3} \right) \times \frac{P^{\circ 2}}{P_{tot}^2}$$

Pression	8 – 30 MPa
----------	------------

Température et solubilité

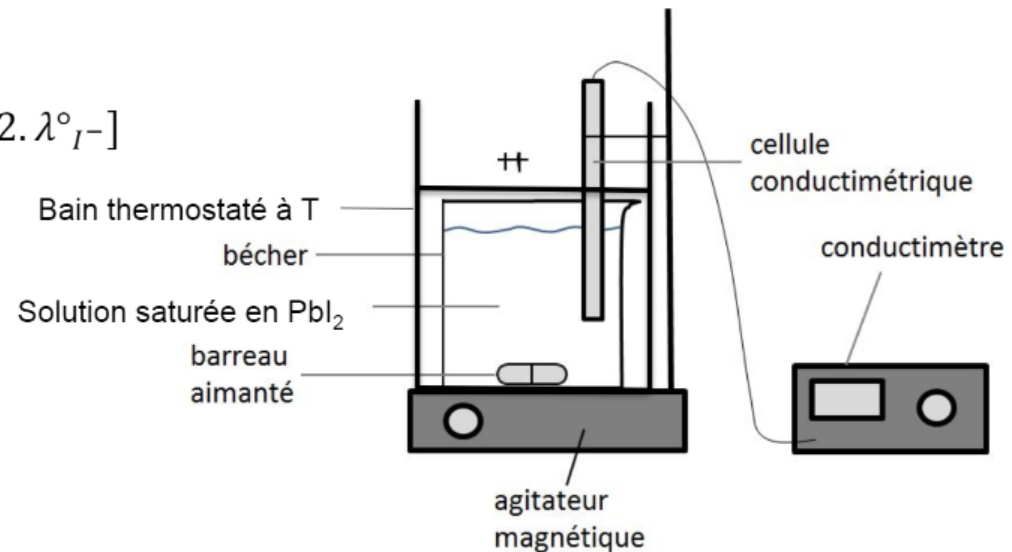
	$PbI_{2(s)}$	=	$Pb_{(aq)}^{2+}$	$2 I_{(aq)}^-$
Etat initial	Excès		0	0
Etat final (équilibre)	Excès		s	2s

$[Pb^{2+}]$ et $[I^-]$ tel que $K_s = [Pb^{2+}] \cdot [I^-]^2 = s \cdot (2s)^2 = 4s^3$

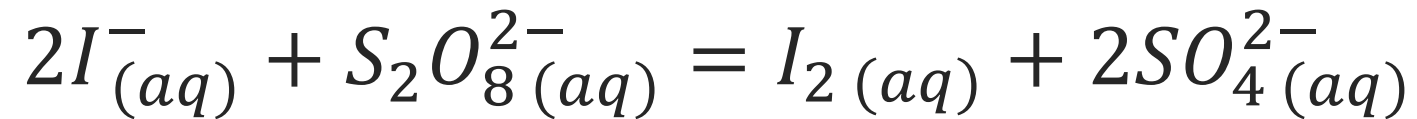
Loi de Kohlrausch :

$$\sigma = [\lambda_{Pb^{2+}}^\circ \cdot s + \lambda_{I^-}^\circ \cdot (2s)] = s[\lambda_{Pb^{2+}}^\circ + 2 \cdot \lambda_{I^-}^\circ]$$

$$K_s(T) = 4s^3 = 4 \times \left[\frac{\sigma(T)}{(\lambda_{Pb^{2+}}^\circ(T) + 2 \cdot \lambda_{I^-}^\circ(T))} \right]^3$$



La température : un facteur cinétique



<https://youtu.be/9GEmhPIL76U?t=72>

La catalyse

Type de catalyse	Homogène	Hétérogène	Enzymatique
Avantages	<ul style="list-style-type: none">- Pratique et efficace.	<ul style="list-style-type: none">- Catalyseur facilement réutilisable (écologique).	<ul style="list-style-type: none">- Peu polluante.- Peu coûteuse.- Sélective.
Inconvénients	<ul style="list-style-type: none">- Catalyseur difficile à récupérer.	<ul style="list-style-type: none">- Seule la surface du catalyseur est utile.- Coûteuse en général.	<ul style="list-style-type: none">- Efficacité fortement dépendante du milieu.- Sélective...

Conclusion

