

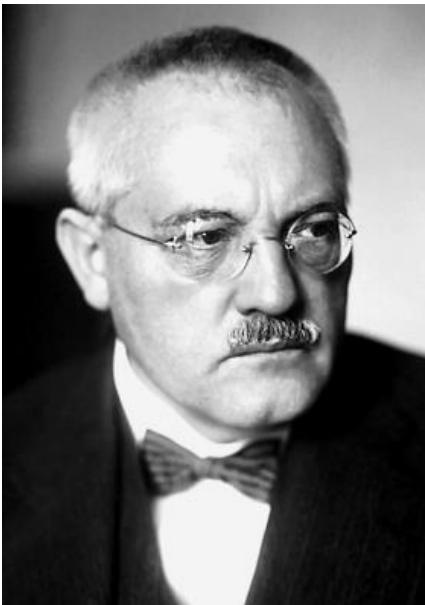
LC24 : Optimisation d'un procédé chimique

Mathieu Markovitch

Procédé Haber – Bosch



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



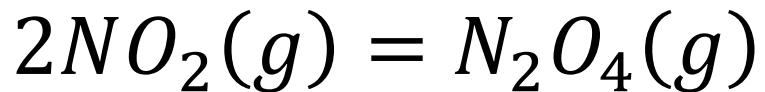
Carl Bosch (1874-1940)
Prix Nobel de Chimie
1931 pour les procédés
haute pression



Conditions :

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

Équilibre entre deux gaz

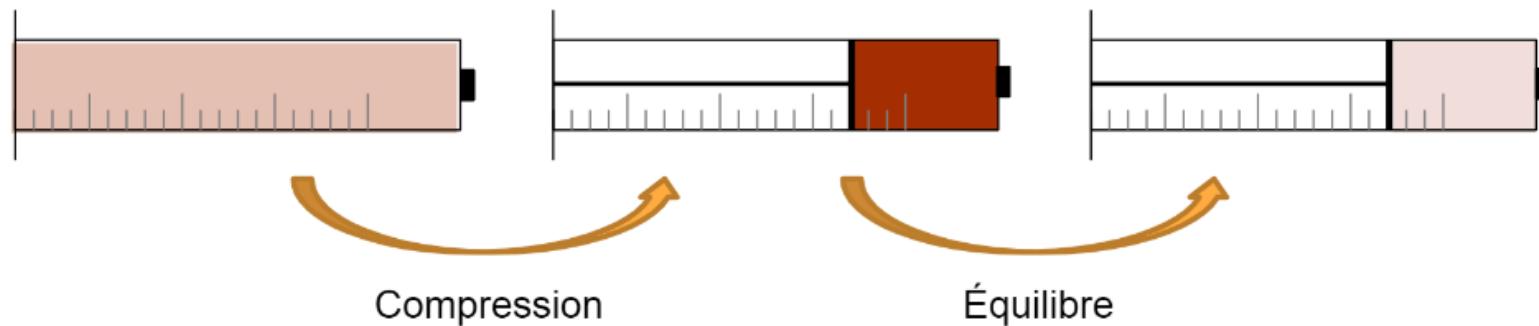


Roux

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

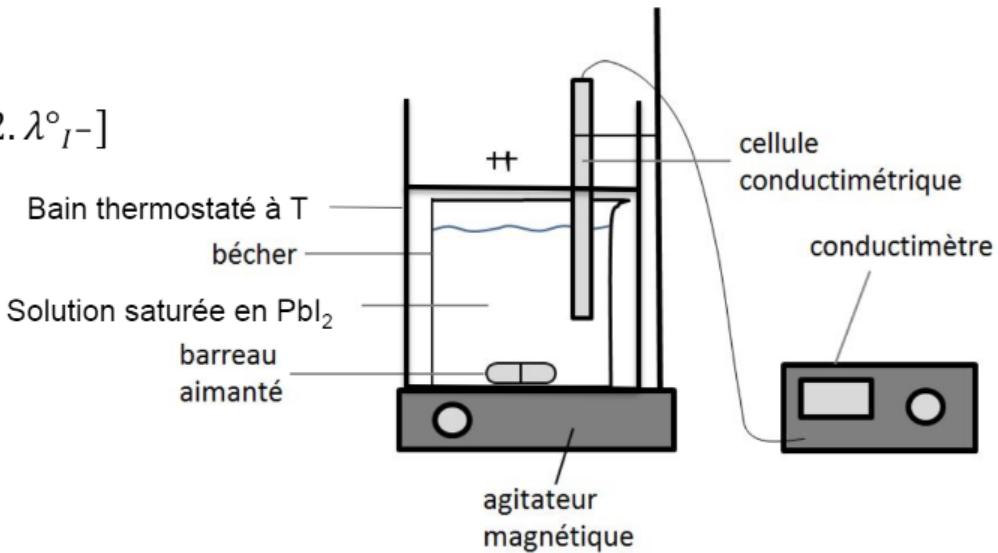
	$PbI_{2(s)}$	=	$Pb^{2+}_{(aq)}$	$2 I^-_{(aq)}$
Etat initial	Excès		0	0
Etat final (équilibre)	Excès		s	2s

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

Loi de Kohlrausch :

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

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



La température : un facteur cinétique



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

La catalyse

Type de catalyse	Homogène	Hétérogène	Enzymatique
Avantages	- Pratique et efficace.	- Catalyseur facilement réutilisable (écologique).	- Peu polluante. - Peu coûteuse. - Sélective.
Inconvénients	- Catalyseur difficile à récupérer.	- Seule la surface du catalyseur est utile. - Coûteuse en général.	- Efficacité fortement dépendante du milieu. - Sélective...

Conclusion

