

A Évolution peu avancée



K très faible, $Q_{r,i}$ proche de K

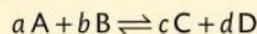


➤ Après avoir plongé un clou en fer Fe(s) dans une solution contenant des ions zinc Zn²⁺(aq), aucune évolution n'est observée.

1 La transformation forcée

a. Évolution peu avancée d'un système

On considère une transformation modélisée par deux réactions opposées. L'équation s'écrit :



Dans le cas où la constante d'équilibre K est petite, en présence uniquement des réactifs, le système évolue très faiblement dans le sens direct (x_f faible). La transformation est limitée.

Exemple : Un clou en fer Fe (s) est plongé dans une solution contenant des ions zinc Zn²⁺ (aq) (photographie A). Une transformation très limitée a lieu. On peut écrire l'équation :



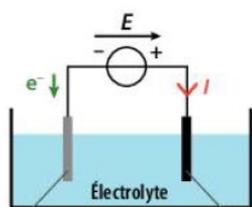
La constante d'équilibre à 25 °C est $K = 1,5 \times 10^{-11}$.

Le quotient de réaction à l'état initial est :

$$Q_{r,i} = \frac{[\text{Fe}^{2+}]}{[\text{Zn}^{2+}]} = 0 \text{ car initialement } [\text{Fe}^{2+}] = 0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}, \text{ donc } Q_{r,i} < K.$$

Le système évolue spontanément dans le sens direct, mais la faible valeur de K permet de prévoir que la quantité de produits formés est très faible.

B Schéma d'un électrolyseur



Réduction :

les électrons sont consommés sur cette électrode appelée **cathode**

Oxydation :

les électrons sont produits à cette électrode appelée **anode**

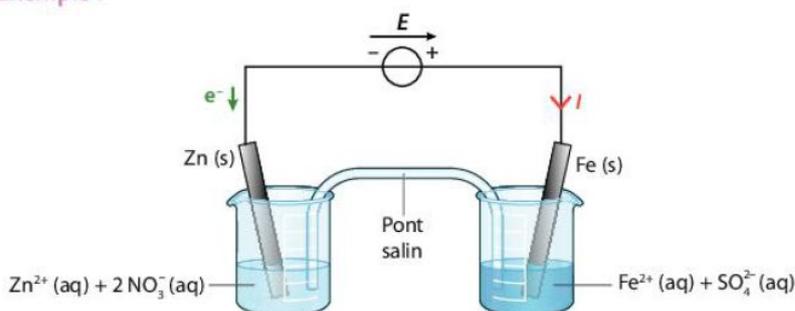
➤ L'électrolyte, solution aqueuse contenant des ions, assure la conduction. Aucun électron libre n'existe dans la solution.

b. Électrolyse : transformation forcée

Grâce à l'apport d'énergie d'un générateur, les transformations limitées peuvent tout de même se produire par électrolyse, jusqu'à épuisement du réactif limitant. La transformation est appelée **transformation forcée**. Elle est réalisée dans un électrolyseur branché aux bornes d'un générateur (doc. B).

Un **électrolyseur** est un récepteur électrique constitué de deux tiges conductrices appelées **électrodes** plongeant dans une solution appelée **électrolyte**. Un générateur impose un transfert d'électrons forçant une transformation limitée à poursuivre son évolution.

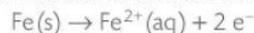
Exemple :



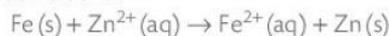
Le générateur alimente en électrons l'électrode de zinc :



Dans le même temps, l'électrode de fer cède des électrons au circuit :



L'équation de la réaction s'écrit :



On arrête l'électrolyse lorsque la quantité de zinc formée est suffisante.

• La **borne positive** du générateur est reliée à l'électrode où se produit l'oxydation. Cette électrode est appelée **anode** (doc. B).

• La **borne négative** du générateur est reliée à l'électrode où se produit la réduction. Cette électrode est appelée **cathode** (doc. B).

INFO

Le pont salin n'est pas un élément indispensable à l'électrolyseur car il réduit le rendement de l'électrolyse. Sa présence permet cependant dans certains cas d'éviter d'éventuelles réactions secondaires.

INFO

Les termes anode et cathode peuvent s'employer aussi pour une pile. L'anode désigne toujours l'électrode où a lieu l'oxydation et la cathode celle où a lieu la réduction.

Électrolyse
VIDÉO DE COURS

ATTENTION !

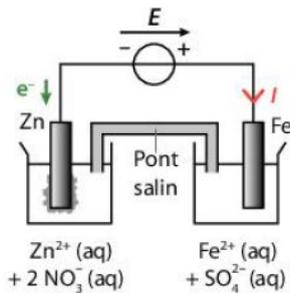
Il ne faut pas confondre la quantité d'électricité Q et le quotient de réaction Q_r .

INFO

La constante de Faraday représente la valeur absolue de la charge d'une mole d'électrons :

$$1 F = |N_A \times (-e)| = 6,0221 \times 10^{23} \times 1,6022 \times 10^{-19} = 96\,485 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1} \approx 96\,500 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}$$

C Évolution du système chimique



➤ Au cours de l'électrolyse, un dépôt de zinc se forme sur l'électrode de zinc.

INFO

En réalité, dans un accumulateur une partie de l'énergie est dissipée sous forme de transfert thermique diminuant ainsi le rendement lors de la conversion d'énergie.

D La centrale MYRTE en Corse



➤ Les panneaux solaires photovoltaïques de la centrale MYRTE associés à des électrolyseurs permettent la production et le stockage d'énergie chimique sous forme de dihydrogène $\text{H}_2(\text{g})$.

2 Le fonctionnement d'un électrolyseur

L'intensité I du courant qui circule dans l'électrolyseur pendant une durée Δt est :

$$I \text{ en A} \rightarrow I = \frac{Q}{\Delta t} \left\{ \begin{array}{l} Q \text{ en C} \\ \Delta t \text{ en s} \end{array} \right.$$

Q est la quantité d'électricité mise en jeu au cours de l'électrolyse pendant la durée Δt :

$$Q \text{ en C} \rightarrow Q = n(e^-) \times F \left\{ \begin{array}{l} n(e^-) \text{ en mol} \\ \text{Constante de Faraday} \\ F = 96\,500 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1} \end{array} \right.$$

$n(e^-)$: quantité d'électrons échangés entre les deux électrodes pendant une durée Δt .

Exemple : Dans l'exemple précédent, l'électrolyseur est alimenté par un courant d'intensité $I = 400 \text{ mA}$ pendant 30 minutes. La masse de l'électrode de zinc augmente (doc. C).

La quantité d'électrons échangés pendant 30 minutes est donc :

$$n(e^-) = \frac{Q}{F} = \frac{I \times \Delta t}{F} = \frac{0,400 \times 30 \times 60}{96\,500} = 7,5 \times 10^{-3} \text{ mol.}$$

D'après l'équation de la réaction électrochimique se produisant à l'électrode de zinc :



La quantité de zinc formé est donc :

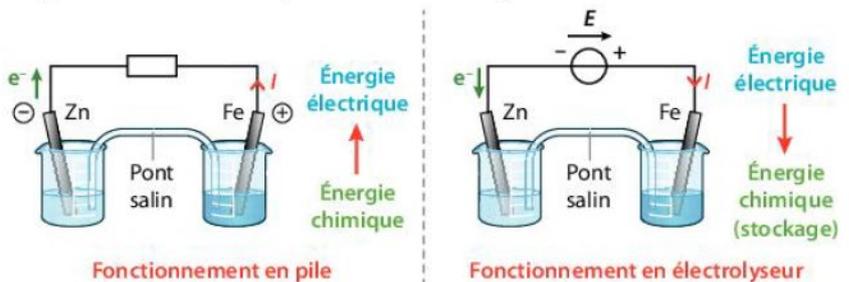
$$n(\text{Zn})_{\text{formé}} = \frac{n(e^-)}{2} = \frac{7,5 \times 10^{-3}}{2} = 3,7 \times 10^{-3} \text{ mol.}$$

3 La conversion et le stockage d'énergie

Un convertisseur d'énergie assure la conversion d'une forme d'énergie en une ou plusieurs autres formes.

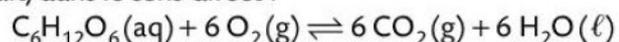
Le **stockage** d'énergie permet de créer une réserve d'énergie facilement utilisable.

• Un **accumulateur** électrique est un convertisseur d'énergie pouvant se comporter comme une pile ou un électrolyseur :



Ces accumulateurs, associés à des systèmes qui utilisent une énergie durable comme les panneaux solaires, ont l'avantage de pouvoir se substituer aux énergies dites fossiles (doc. D). La réaction qui se produit dans une pile est la réaction opposée à celle qui a lieu dans un électrolyseur.

• Le système chimique des **organismes chlorophylliens** constitué de glucose, de dioxygène, de dioxyde de carbone et d'eau évolue spontanément, la nuit, dans le sens direct :



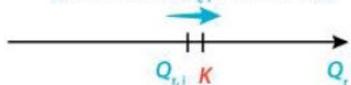
L'énergie apportée par la lumière du jour le force à évoluer dans le sens opposé de l'équation réalisant ainsi la photosynthèse.



1 La transformation forcée

Évolution peu avancée d'un système

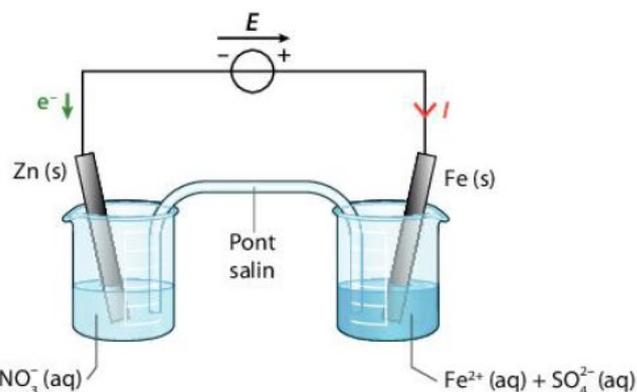
K très faible, $Q_{e,i}$ proche de K



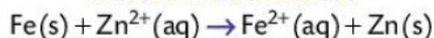
Transformation limitée



Évolution forcée d'un système

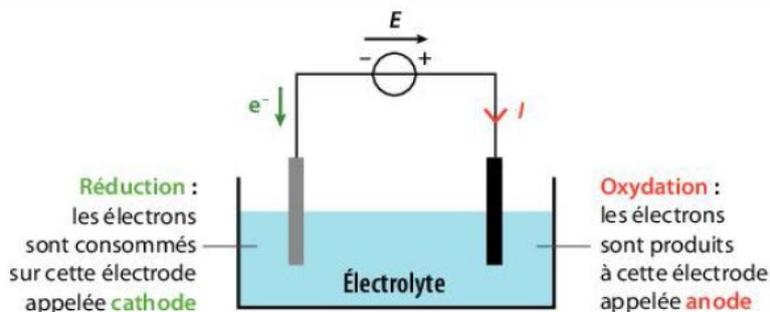


Transformation forcée



2 Le fonctionnement d'un électrolyseur

Électrolyseur



Courant circulant dans l'électrolyseur

$$I \text{ en A} \rightarrow I = \frac{Q}{\Delta t} \left\{ \begin{array}{l} Q \text{ en C} \\ \Delta t \text{ en s} \end{array} \right.$$

Quantité d'électricité mise en jeu

$$Q \text{ en C} \rightarrow Q = n(e^-) \times F \left\{ \begin{array}{l} n(e^-) \text{ en mol} \\ \text{Constante de Faraday} \\ F = 96\,500 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1} \end{array} \right.$$

3 La conversion et le stockage d'énergie

Conversion et stockage de l'énergie

