

LES PILES

I Réalisation d'une pile

1) Les transports d'électrons



Il y a échange d'électron entre les couples Cu^{2+}/Cu et Zn^{2+}/Zn (car $Q_{ri} < K$)

Les échanges d'électrons peuvent s'effectuer à l'intérieur du mélange (les réactifs sont mélangés). Ou bien par l'intermédiaire d'un circuit électrique (les réactifs sont séparés).

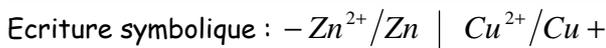
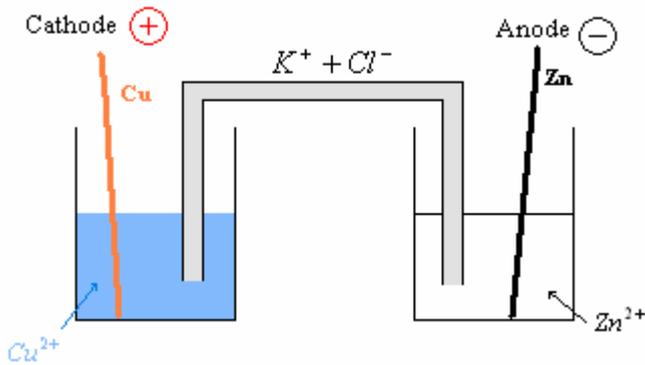
2) La demi pile

La demi pile est constituée de l'oxydant et du réducteur d'un couple mis en jeu dans la réalisation de la pile. Elle est donc constituée de deux demi piles reliées par un pont salin.

II Fonctionnement d'une pile

1) Circulation des porteurs de charge

Pile Daniell :



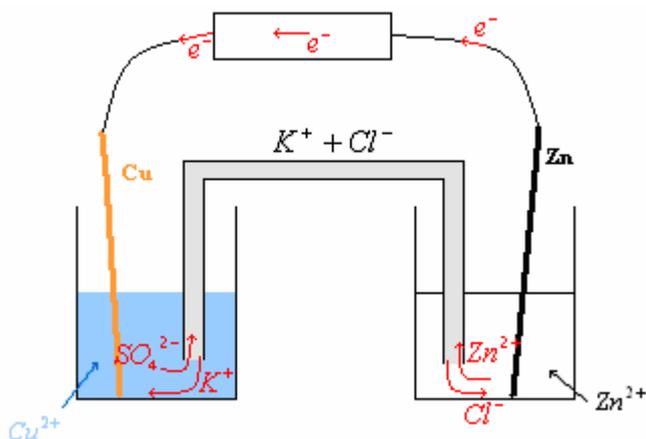
Fonctionnement :

→ Circuit ouvert : pas de fonctionnement, les échanges d'électrons sont impossibles.

→ Circuit fermé : circulation d'électrons

Électrode négative : $\text{Zn}_{(s)} = \text{Zn}^{2+}_{(aq)} + 2e^-$: oxydation à l'anode

Electrode positive : $\text{Cu}^{2+}_{(aq)} + 2e^- = \text{Cu}_{(s)}$: réduction à la cathode



Dans chaque demi pile, les ions Cu^{2+} qui disparaissent sont remplacés par les ions K^+ du pont salin et les ions Zn^{2+} qui disparaissent sont cause d'un mouvement des ions Cl^- . La neutralité électrique de chaque demi pile est assurée par le pont salin qui assure la circulation des ions.

→ Au cours du fonctionnement :

$[\text{Cu}^{2+}]$ diminue ; M_{Cu} augmente

$[\text{Zn}^{2+}]$ augmente ; M_{Zn} diminue

2) Force électromotrice d'une pile

La force électromotrice d'une pile est la tension électrique entre ses bornes lorsqu'elle ne débite aucun courant (circuit ouvert).

3) Evolution spontanée d'une pile

Equation : $Cu^{2+}_{(aq)} + Zn_{(s)} = Zn^{2+}_{(aq)} + Cu_{(s)}$

$$Q_{ri} = \frac{[Zn^{2+}]i}{[Cu^{2+}]i}$$

Si $[Zn^{2+}]i = [Cu^{2+}]i$, $Q_{ri} = 1.0$

On a $Q_{ri} < K$

Evolution spontanée dans le sens direct.

$\frac{[Zn^{2+}](croit)}{[Cu^{2+}](decroit)}$ (croit) Evolution jusqu'à $Q_r = K$

→ Une pile en fonctionnement est un système hors équilibre

→ Lorsque l'équilibre est atteint, $Q_r = K$, la pile est usée.

III Quantité d'électricité fournie

1) Charge électrique débitée

Cas de la pile Daniell :

	$Cu^{2+}_{(aq)}$	+	$Zn_{(s)}$	=	$Zn^{2+}_{(aq)}$	+	$Cu_{(s)}$
E.I.	$(n_{Cu^{2+}})i$		$(n_{Zn})i$		$(n_{Zn^{2+}})i$		$(n_{Cu})i$
†	$(n_{Cu^{2+}})i - x$		$(n_{Zn})i - x$		$(n_{Zn^{2+}})i + x$		$(n_{Cu})i + x$
E.F.	$(n_{Cu^{2+}})i - x_f$		$(n_{Zn})i - x_f$		$(n_{Zn^{2+}})i + x_f$		$(n_{Cu})i + x_f$

Dans ce tableau d'avancement, les quantités d'électrons échangés n'apparaissent pas. En écrivant une demi équation d'oxydoréduction :

	$Zn_{(s)}$	=	$Zn^{2+}_{(aq)}$	+	$2e^-$
E.I.	$(n_{Zn})i$		$(n_{Zn^{2+}})i$		0
†	$(n_{Zn})i - x$		$(n_{Zn^{2+}})i + x$		2 x
E.F.	$(n_{Zn})i - x_f$		$(n_{Zn^{2+}})i + x_f$		2 x _f

La quantité d'électrons échangés au cours du fonctionnement de la pile vau^x 2x à une date quelconque.

x Quantité d'électrons : $n_e = 2x$

x Nombre d'électrons échangés : $N_e = 2x.N_A$, $N_A = 6,02.10^{23}$

x Charge électrique de N_e électrons : $|q| = N_e \times e$ soit $|q| = 2x.N_A.e$, $e = 1,6.10^{-19}$ C (charge élémentaire)

Le Faraday (F)

Le Faraday est la charge électrique d'une mole d'électron :

$$1 F = 96500 C$$

Expression de la charge électrique échangée :

$$|q| = 2x.N_A.e$$

$$\text{Soit : } |q| = 2x.F$$

Remarque : Dans le cas général, si il y a z électrons échangés entre l'oxydant et le réducteur, la relation s'écrit :

$$|q| = zx.F$$

2) relation entre charge électrique, intensité et durée de fonctionnement

Une pile échange la quantité d'électricité $|q|$ pendant une durée t en créant un courant d'intensité I supposé constant. Si I = cst : $|q| = I.t$

Remarque : Capacité d'une pile :

La capacité d'une pile est égale à la charge maximale qui peut être fournie :

$$C = |Q_{\max}| = I.t_{\max}$$