

Thème 1 : Constitution et transformation de la matière

Partie 3A. Evolution spontanée d'un système chimique

CHAP 7B-ACT EXP/COURS Les piles

Objectifs :

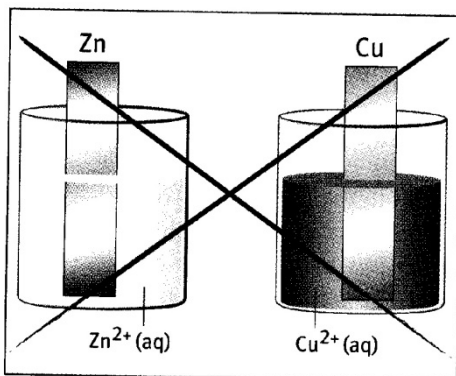
- Illustrer un transfert spontané d'électrons par contact entre réactifs et par l'intermédiaire d'un circuit extérieur.
- Justifier la stratégie de séparation des réactifs dans 2 demi-piles et l'utilisation d'un pont salin
- Réaliser une pile, déterminer sa tension à vide et la polarité des électrodes, identifier la transformation mise en jeu, illustrer le rôle du pont salin
- Modéliser et schématiser le fonctionnement d'une pile
- Déterminer la capacité d'une pile à partir de sa constitution initiale

1. CONSTITUTION D'UNE PILE

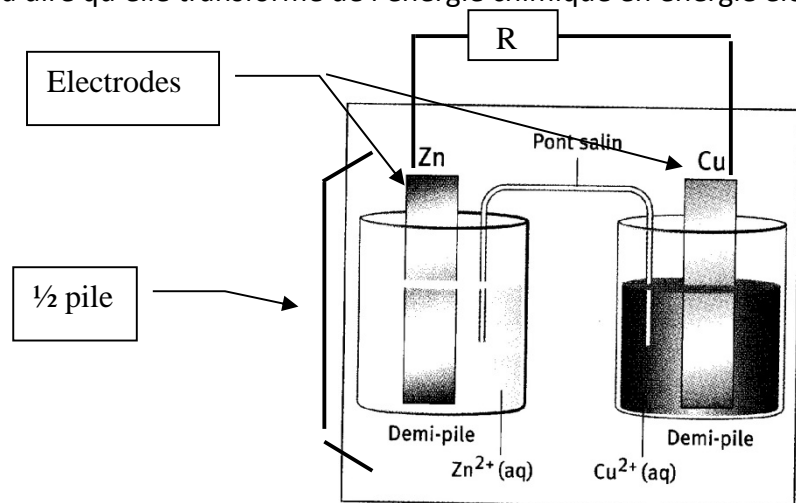
1.1. Transfert spontané d'électrons entre des espèces chimiques séparées

- Une pile est un dispositif mettant en jeu un transfert **spontané** d'électrons du réducteur d'un couple vers l'oxydant d'un autre couple.
- C'est un dispositif électrochimique, c'est à dire qu'elle transforme de l'énergie chimique en énergie électrique.

1.2. Constitution d'une pile



Doc. 10. Deux demi-piles non reliées par une jonction électrochimique ne forment pas une pile.



Doc. 11. Schéma d'une pile Daniell.

- Une pile est constituée de 2 compartiments séparés appelés $\frac{1}{2}$ piles, qui comporte chacune une électrode et un pont salin (jonction électrochimique reliant les deux $\frac{1}{2}$ piles)

Rq : Une $\frac{1}{2}$ pile est généralement constituée d'un oxydant et d'un réducteur qui appartiennent au même couple

1.3. Mouvement des porteurs de charge

a) Expérience

Réalisons une pile Daniell (pile Cu-Zn) :

- Dans un bécher de 100 mL, verser 50 mL (mesurée à l'éprouvette graduée) de solution aqueuse de sulfate de zinc (II) de concentration $0,1 \text{ mol.L}^{-1}$, et y plonger une lame de zinc.
- Dans un autre bécher de 100 mL, verser 50 mL (mesurée à l'éprouvette graduée) de solution aqueuse de sulfate de cuivre (II), de concentration $0,1 \text{ mol.L}^{-1}$, et y plonger une lame de cuivre.
- Relier les deux lames par deux fils électriques (utiliser des pinces crocodile), une résistance de 1000Ω et un ampèremètre en série (voir schéma ci-dessus : doc 11).

REMARQUES :

- L'ampèremètre se branche en série dans un circuit
- On rappelle que si un ampèremètre numérique affiche la valeur positive de l'intensité, alors le courant électrique y entre par la borne «mA» et en sort par la borne «COM».
- Le signe de l'ampèremètre indique :
 - Le sens du courant donc les pôles de la pile (Si le signe du courant est positif, il va du + vers le -)
 - Le sens de circulation des électrons (sens opposé au courant)
- Lire l'indication de l'ampèremètre, remplir le cadre **OBSERVATIONS** (ci-dessous)
- Plonger chaque extrémité du pont salin dans les béchers.

Un pont salin est un tube en U rempli d'un gel au sein duquel des ions potassium $K^+_{(aq)}$ et chlorure $Cl^-_{(aq)}$ peuvent migrer.

- Lire l'indication de l'ampèremètre et relever le signe du courant puis remplir le cadre **OBSERVATIONS** (ci-dessous)

OBSERVATIONS

- Pour que la pile débite, il faut mettre obligatoirement le

Quand on a mis le pont salin,

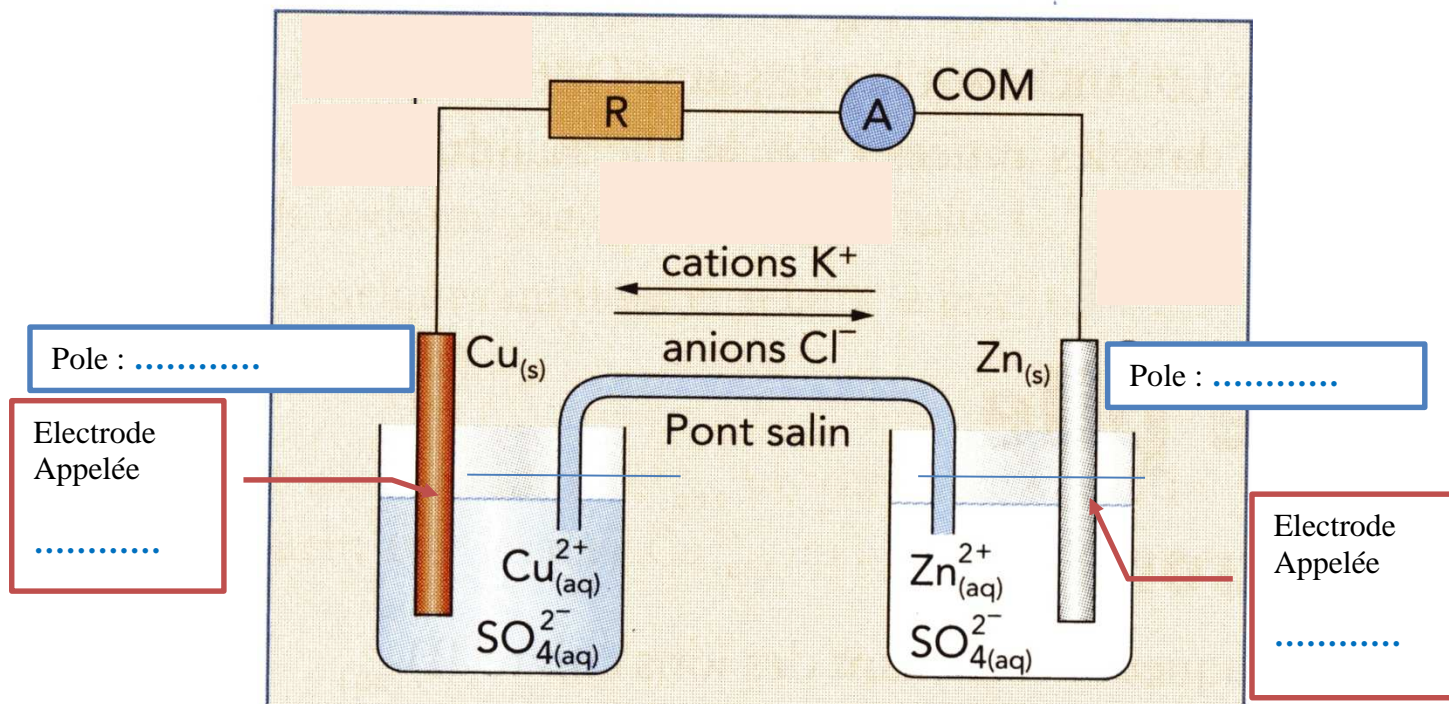
- Le courant électrique I va du pole vers le pole, donc ici de l'électrode de vers l'électrode de
- Les électrons circulent du pole vers le pole, donc ici de l'électrode de vers l'électrode de
- Le pole positif de la pile c'est donc l'électrode de
- Le pole négatif de la pile c'est l'électrode de

b) Mouvement des électrons

- Dans les électrodes (lame de Zn et de Cu) et dans le circuit extérieur, les porteurs de charge sont des électrons.
- Les électrons vont de l'électrode de vers l'électrode de donc
- L'électrode de Zinc des électrons, elle
- L'électrode de cuivre des électrons, elle se
- L'électrode qui est le siège d'une **OXYDATION**, donc ici l'électrode de est appelée
- L'électrode qui est le siège d'une **REDUCTION** donc ici l'électrode de est appelée

Compléter le schéma ci-dessous

- Indiquer en rouge le sens du courant et en vert le sens de déplacement des électrons



c) Mouvement des ions et rôle du pont salin

- A l'intérieur de la pile, les **CATIONS** se déplacent vers la et les **ANIONS** vers
- Le pont salin permet de relier les $\frac{1}{2}$ piles, il assure la circulation des ions à l'intérieur de la pile ainsi que la neutralité ionique dans la solution.

2. REACTION DE PILE

Les réactions aux électrodes sont combinées pour obtenir la réaction qui représente le fonctionnement de la pile

CATHODE : REDUCTION : + = **Cu(s)**

ANODE : OXYDATION: = + 2e⁻

Réaction de la pile : =

Couples : $\text{Cu}^{2+}_{(\text{aq})} / \text{Cu}_{(\text{s})}$ et $\text{Zn}^{2+}_{(\text{aq})} / \text{Zn}_{(\text{s})}$

3. CARACTERISTIQUES D'UNE PILE

3.1. Pôles

A la **CATHODE** il y a **REDUCTION**, c'est le pôle + de la pile

A **L'ANODE** il y a **OXYDATION**, c'est le pôle - de la pile

3.2. force électromotrice (fem)

Elle est notée E et s'exprime en volts V.

Elle se mesure en branchant un voltmètre aux bornes de la pile.

Rq : La mesure de la fem permet aussi de déterminer la polarité de la pile

3.3. Quantité d'électricité fournie

a) 1^{ère} formule

$$Q = n_e \cdot F$$

Q : La quantité d'électricité en Coulomb

n_e : Le nombre de moles d'électrons ECHANGES (en moles)

F : La constante de Faraday qui vaut 96500 C.mol⁻¹

b) 2^{ème} formule

$$Q = I \cdot \Delta t$$

Q : La quantité d'électricité en Coulomb

I : L'intensité qui traverse le circuit (en ampères)

Δt : La durée de fonctionnement de la pile (en secondes)

Rem :

- Si Δt est exprimée en heures alors Q aura comme unité les Ampère heures Ah

- Relation entre la constante de Faraday, le nombre d'Avogadro et la Charge électrique élémentaire

$$F = N_A \cdot e$$

Nombre d'Avogadro : $N_A = 6,0 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$.

Charge électrique élémentaire : $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$.

3.4. Schématisation d'une pile

On peut symboliser une pile par la chaîne conductrice qui la constitue.

Un trait oblique / symbolise l'interface entre l'électrode solide conductrice et la solution électrolytique dans une demi-pile ; deux traits obliques // symbolisent la jonction électrochimique entre les demi-piles.

Le pôle + de la pile (cathode) est toujours placé à droite, et le pôle -(anode) à gauche.

Exemple : on schématise la pile Daniell de la façon suivante :



Ainsi, la simple lecture du symbole de la pile fournit un certain nombre d'indications : nature des couples oxydant/réducteur mis en jeu, pôles de la pile, nature de la cathode et de l'anode, sens de déplacement des porteurs de charges.