

# Thème 1 : Constitution et transformation de la matière

## Partie 3A. Evolution spontanée d'un système chimique

### CHAP 7C-ACT EXP/COURS Les piles

#### Objectifs :

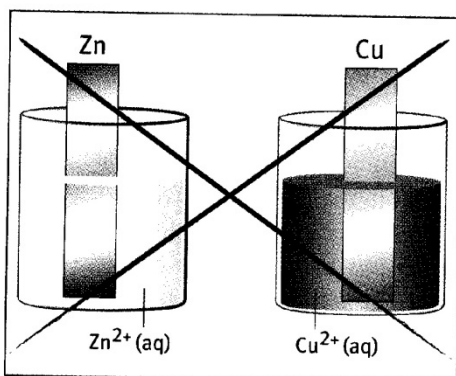
- Illustrer un transfert spontané d'électrons par contact entre réactifs et par l'intermédiaire d'un circuit extérieur.
- Justifier la stratégie de séparation des réactifs dans 2 demi-piles et l'utilisation d'un pont salin
- Réaliser une pile, déterminer sa tension à vide et la polarité des électrodes, 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

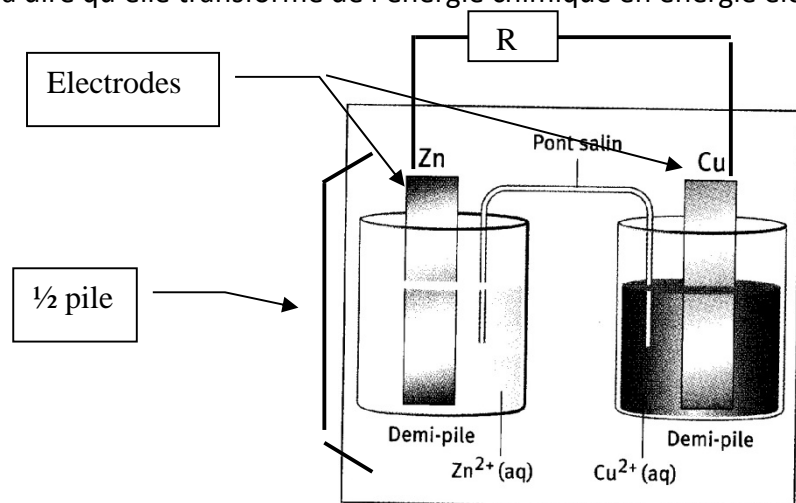
### 1.1. Transfert spontané d'électrons entre des espèces chimiques séparés

- 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  $1000 \Omega$  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 **Pont Salin**

#### Quand on a mit le pont salin,

- Le courant électrique I va du pôle + vers le pôle -, donc ici de l'électrode de **cuivre** vers l'électrode de **zinc**
- Les électrons circulent du pôle - vers le pôle +, donc ici de l'électrode de **zinc** vers l'électrode de **cuivre**
  - Le pôle positif de la pile c'est donc l'électrode de **Cuivre**
  - Le pôle négatif de la pile c'est l'électrode de **zinc**

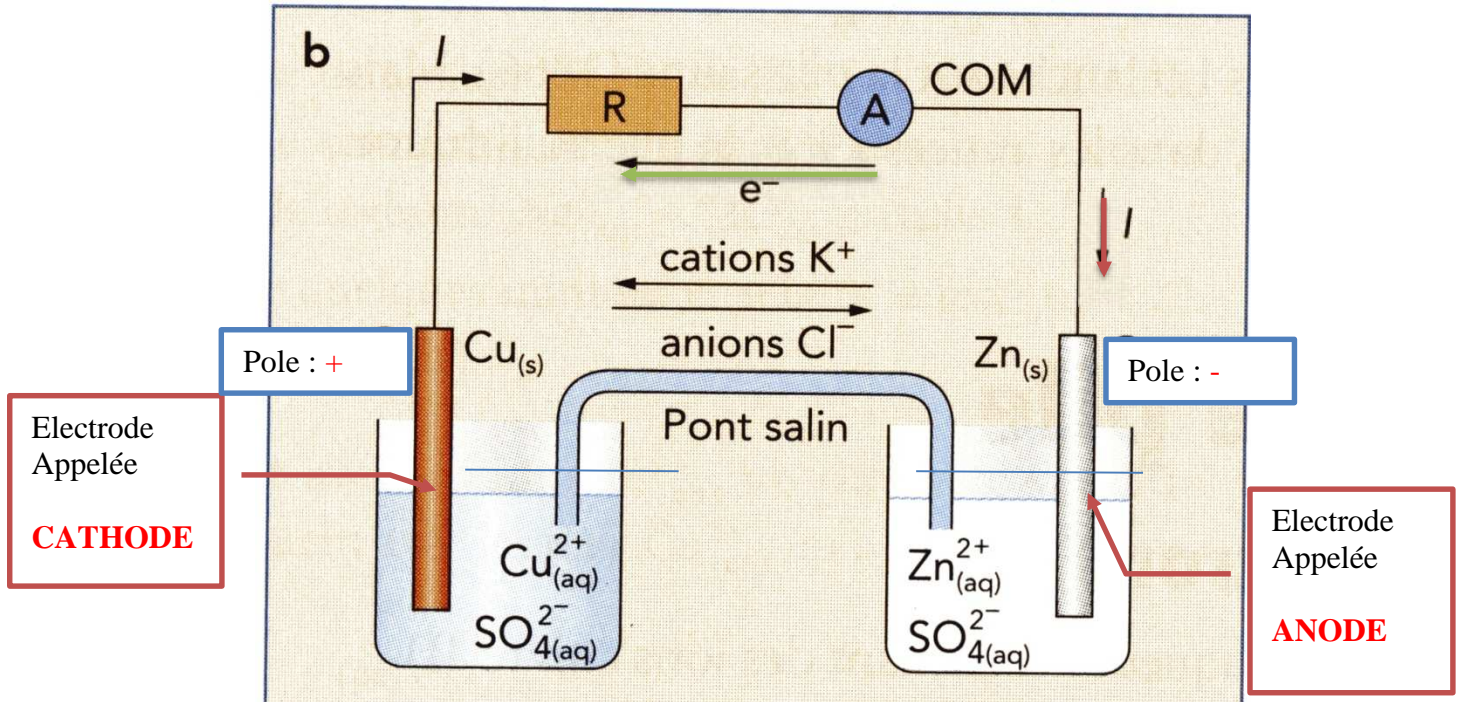
### b) Mouvement des électrons

- 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 **Zn** vers l'électrode de **Cu** donc
- L'électrode de Zinc **perd** des électrons, elle **S'OXYDE**
- L'électrode de cuivre **gagne** des électrons, elle se **REDUIT**
- L'électrode qui est le siège d'une **OXYDATION**, donc ici l'électrode de **Zinc** est appelée **ANODE**
- L'électrode qui est le siège d'une **REDUCTION** donc ici l'électrode de **Cuivre** est appelée

**CATHODE**

## 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 **CATHODE** et les **ANIONS** vers **L'ANODE**

- 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



### 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<sup>ère</sup> 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  $96500 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}$

##### b) 2<sup>ème</sup> formule

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

**Q :** La quantité d'électricité en Coulomb

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

**$\Delta t$  :** La durée de fonctionnement de la pile (en secondes)

**Rq :**

- Si  $\Delta t$  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. Nomenclature

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.