



# Fiche de synthèse n°4

## Piles

### 1. Constitution d'une pile

Une pile correspond à l'association de deux compartiments distincts, deux **demi-piles** reliées par un **pont salin** ou une membrane poreuse imbibée d'une solution ionique.

Chaque **demi-pile** contient l'oxydant et le réducteur d'un même couple. Le plus souvent une demi-pile est formée d'une solution électrolytique contenant un cation métallique  $M^{+}_{(aq)}$  dans laquelle est plongée une plaque métallique  $M_{(s)}$  appelée **électrode**. Le cation  $M^{+}_{(aq)}$  et l'électrode solide appartiennent au couple oxydant/réducteur  $M^{+}_{(aq)} / M_{(s)}$ .

Le pont salin/la membrane assure l'électroneutralité de la pile et permet de fermer le circuit électrique.

Dans une pile, les réactifs (oxydant d'un couple et réducteur d'un autre couple) étant séparés physiquement, les électrons échangés passent par le circuit électrique extérieur, ce qui crée un courant électrique.

**Exemple** : Un bécher contenant une solution aqueuse constituée d'ions  $Cu^{2+}$  ;  $SO_4^{2-}$  et une plaque de cuivre constitue une demi-pile. Le couple oxydant/réducteur associé est le couple  $Cu^{2+}/Cu$ .

**Remarque** : si dans un couple le réducteur n'est pas métallique, pour former la demi-pile il est nécessaire de rajouter une électrode inerte (souvent en platine ou en graphite)

### 2. Fonctionnement d'une pile

A la borne négative de la pile : des électrons sont libérés dans le circuit électrique, c'est donc une oxydation. L'électrode siège d'une oxydation est appelée l'**anode**.

A la borne positive de la pile : des électrons sont gagnés, c'est donc une réduction. L'électrode siège d'une réduction est appelée la **cathode**

Les électrons circulent à l'extérieur de la pile de la borne – de la pile vers la borne + de la pile. Le courant électrique circule dans le sens opposé des électrons : du pôle + au pôle -.

Pour compenser ces déplacements de charge dans le circuit, les ions chargés positivement/négativement se déplacent en solution vers la cathode/anode. Pour assurer un bon fonctionnement de la pile, la solution doit contenir des ions : ceux sont des solutions électrolytiques ou électrolytes.

**Remarque** : il est possible de déterminer expérimentalement quelle est l'anode et quelle est la cathode.

Pour cela, il suffit de mesurer la tension aux bornes de la pile formée :

- si la tension affichée sur le voltmètre est positive, on en déduit que l'électrode pôle + (cathode) est reliée à la borne V du voltmètre
- si la tension affichée sur le voltmètre est négative, on en déduit que l'électrode pôle - (anode) est reliée à la borne V du voltmètre



### 3. Schématisation d'une pile

On schématise une pile comme l'association de deux demi-piles reliées entre elles par un pont salin.

**Exemple :** Ci-après un schéma légendé d'une pile Daniell.

L'électrolyte utilisé dans le pont salin une solution de nitrate d'ammonium ( $\text{NH}_4^+$  ;  $\text{NO}_3^-$ ).

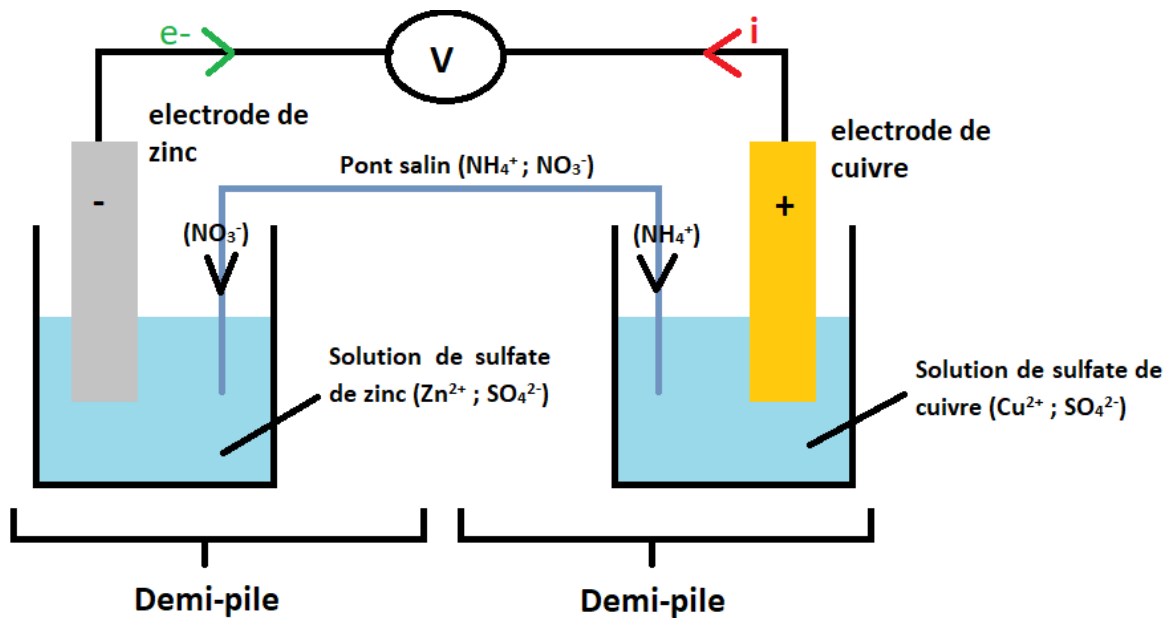
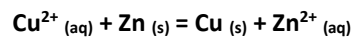
À l'électrode de zinc on observe la dégradation de l'électrode. Il y a oxydation du zinc métallique en ion zinc, c'est l'anode :



À l'électrode de cuivre on observe la formation d'un dépôt métallique orangé. Il y a réduction des ions cuivre en cuivre métallique, c'est la cathode :



L'équation de la réaction modélisant le fonctionnement de la pile s'écrit :



### 4. Quantité d'électricité disponible dans une pile

Une pile est un dispositif stockant de l'énergie sous forme chimique et capable de la convertir en énergie électrique lorsque la pile fonctionne. Cette conversion d'énergie chimique en énergie électrique n'est pas illimitée ! La durée de fonctionnement de la pile dépend de la quantité d'électricité disponible :

Pour déterminer la quantité d'électricité  $Q$  disponible dans une pile, on peut utiliser la formule suivante :

$$Q = n(\text{e}^-) \times F$$

Avec  $Q$  : la quantité d'électricité en coulomb (noté C),

$n(\text{e}^-)$  : la quantité de matière d'électrons (en mol) qui peuvent être échangés

$F$  : constante de Faraday ,  $F = 96500 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}$



La quantité de matière d'électrons qui va être échangée est liée aux quantités de matière initiales des réactifs de la pile (qui vont être consommés !).

Pour déterminer la valeur de  $n(e^-)$ , il faut exploiter les demi-équations d'oxydoréduction mises en jeu dans le fonctionnement de la pile et connaître les quantités de matières initiales des réactifs.

En effet pour une demi-équation du type :  $\alpha A + \beta e^- = B$

$$\frac{n(A)}{\alpha} = \frac{n(e^-)}{\beta}$$

Avec A le réactif limitant,  $n(A)$  le nombre de mol de l'espèce chimique A,  $\alpha$  et  $\beta$  des coefficients stœchiométriques.

La quantité d'électricité Q disponible dans une pile nous permet de déterminer la durée de fonctionnement  $\Delta t$  de celle-ci dans un circuit électrique donné.

Pour cela, on peut utiliser la relation :  **$Q = i \times \Delta t$**

Avec  $i$  : l'intensité du courant électrique débité par la pile en ampères (A)

$\Delta t$  la durée de fonctionnement en secondes (s).