

## Réalisation et étude de piles

- Matériel**
- Solutions aqueuses : sulfate de cuivre (II) ( $0,1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ), sulfate de zinc (II) ( $0,1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ), nitrate d'argent (I) ( $0,1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ), nitrate de plomb (II) ( $0,1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ), sulfate de fer (II) ( $0,1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ), sulfate de cuivre (II) ( $1 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ), sulfate de zinc (II) ( $1 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ), hydroxyde de sodium ( $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ).
  - Poudre de zinc, plaques de fer, de zinc et de cuivre bien découpées.
  - Tubes à essai, pipette simple, béchers de 100 mL, éprouvette graduée de 50 mL, dispositif de filtration simple, spatule.
  - Pont salin au KCl, électrodes de fer, de cuivre, de zinc, d'argent, de plomb.
  - Pincès crocodiles, fils de connexion, multimètre, résistance de  $1\,000 \Omega$ .

**Sécurité** La manipulation d'une solution de soude concentrée impose le port de lunettes de protection et de gants dans la manipulation 1. Lire la fiche 1.

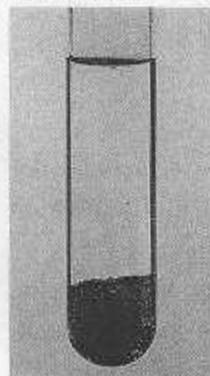
### 1.1. Transferts d'électrons directs ou indirects

Les réactions d'oxydoréduction étudiées jusqu'ici étaient des transferts d'électrons directs entre un oxydant et un réducteur en contact. Dans cette partie, nous allons mettre en évidence des transferts d'électrons indirects entre espèces chimiques séparées au sein d'une pile.

#### Manipulation 1

**OBJECTIF :** réaliser une transformation modélisée par un transfert direct d'électrons.

- Dans deux tubes à essai, verser environ 5 mL de solution aqueuse de sulfate de cuivre (II), de concentration  $0,1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ . Ajouter de la poudre de zinc dans le second tube. Agiter et observer. Les transformations susceptibles de se produire sont lentes.
- Filtrer sur papier filtre le mélange réactionnel contenu dans le second tube. Ajouter au filtrat quelques millilitres de solution concentrée de soude. Observer.



Doc. 1. Le mélange réactionnel du tube 2 après transformation. ►

#### Questions

1. Décrire les phénomènes observés.
2. Indiquer la signification du test proposé.
3. Écrire les demi-équations associées aux couples oxydant/réducteur impliqués dans la première réaction. En déduire l'équation de la réaction.
4. Dans cette réaction, le transfert d'électrons entre espèces chimiques est-il direct ou indirect ?
5. Peut-on maîtriser ce transfert pendant son déroulement ?

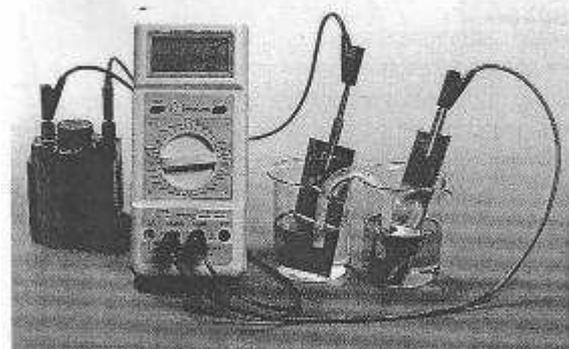
#### Manipulation 2

**OBJECTIF :** réaliser une pile cuivre-zinc.

- Dans un bécher, verser 50 mL de solution aqueuse de sulfate de zinc (II), de concentration  $0,1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , et y plonger une lame de zinc. Dans un autre bécher, verser 50 mL de solution aqueuse de sulfate de cuivre (II), de concentration  $0,1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , et y plonger une lame de cuivre. Approcher les deux béchers. Observer s'il y a évolution du système.
- Relier les deux lames par deux fils électriques, une résistance de  $1\,000 \Omega$  et un ampèremètre en série. On pourra, s'il le faut, utiliser des pincès crocodile. Observer s'il y a évolution du système et lire l'indication de l'ampèremètre, en changeant éventuellement son calibre (► fiche 7).

- Un pont salin est un tube en U rempli d'un gel au sein duquel des ions potassium  $K^+$  et chlorure  $Cl^-$  peuvent migrer. Plonger chaque extrémité du pont salin dans les béciers. Observer s'il y a évolution du système et lire l'indication de l'ampèremètre en changeant éventuellement son calibre (→ doc. 2).

- On rappelle que si un ampèremètre numérique affiche une valeur positive de l'intensité, alors le courant électrique y entre par la borne «A» et en sort par la borne «com».



Doc. 2. Le montage avec pont salin et ampèremètre.

- Sans modifier le montage, utiliser maintenant le multimètre en voltmètre. Lire l'indication en choisissant le bon calibre.

### Questions

6. Dans quel cas l'ampèremètre indique-t-il une intensité de courant non nulle? Quelle est l'utilité du pont salin?
7. Quels sont les porteurs de charge dans le pont salin? dans les fils de connexion?
8. Rappeler le lien entre le sens du courant et le sens de parcours des électrons dans un circuit électrique. Faire un schéma de la pile et indiquer le sens du courant et le sens de parcours des électrons dans le dipôle constitué par les fils, l'ampèremètre et la résistance.

9. Repérer le pôle + et le pôle - de la pile.

10. La résistance d'un multimètre utilisé en voltmètre est égale à  $10\text{ M}\Omega$ . Que peut-on dire de l'intensité du courant débité par la pile quand le multimètre est utilisé en voltmètre? En déduire la fém de la pile, qui est un générateur électrique.

### Exploitation

**OBJECTIF : modéliser la transformation ayant lieu dans la pile.**

- Les électrons circulant dans le dipôle constitué par les fils, la résistance et l'ampèremètre sont fournis par le processus d'oxydation du réducteur d'un couple oxydant/réducteur. Ils sont récupérés par le processus de réduction de l'oxydant d'un autre couple. Chacun de ces processus s'effectue à la surface d'une des deux lames métalliques.

### Questions

11. Identifier la lame métallique dont la surface est le siège d'une oxydation et celle dont la surface est le siège d'une réduction. Donner les couples oxydant/réducteur en jeu et écrire les équations des réactions qui ont lieu au niveau de chacune des lames.
12. En déduire l'équation de la réaction chimique globale qui a lieu dans la pile. Comparer avec la réaction de la manipulation 1.
13. Y a-t-il oxydation ou réduction au pôle + de la pile? au pôle -?
14. Calculer le quotient de réaction initial  $Q_r$  en utilisant les concentrations de  $Cu^{2+}$  (aq) et  $Zn^{2+}$  (aq) dans chaque bécier.
15. La réaction chimique globale de la pile possède une constante d'équilibre égale à  $1 \cdot 10^{36}$ . La transformation globale de la pile suit-elle le critère d'évolution d'un système chimique?

## 1.2. Facteurs influant sur la fém d'une pile

Dans la manipulation 2, nous avons réalisé une pile électrochimique. Les deux lames métalliques plongeant dans la solution sont appelées électrodes de la pile. La cathode est l'électrode siège d'une réduction. L'anode est l'électrode siège d'une oxydation.

La pile est constituée de deux compartiments appelés demi-piles, reliés par une jonction électrochimique (le pont salin), qui permet le passage du courant par migration d'ions.

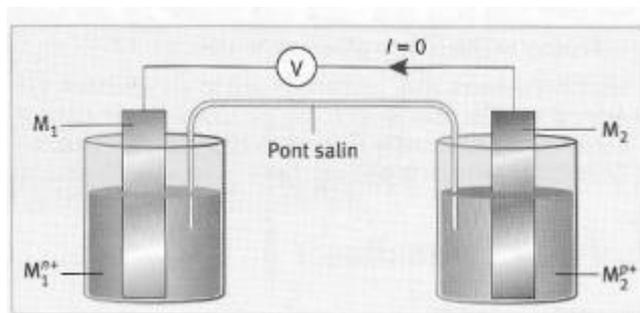
La pile étudiée dans la manipulation peut être schématisée de la manière suivante:  $Zn(s) / Zn^{2+}(aq) // Cu^{2+}(aq) / Cu(s)$ . Le symbole / indique l'interface entre l'électrode et la solution. Le symbole // schématise la jonction électrochimique.

### Manipulation 3

**OBJECTIF : mesurer et comparer les fém de plusieurs piles.**

Les différentes piles à réaliser sont indiquées dans le tableau du doc. 4. Elles sont schématisées de la façon suivante:  $M_1(s) / M_1^{n+}(aq) // M_2^{m+}(aq) / M_2(s)$ .

- Pour chaque pile, préparer le montage du doc. 3. Ne pas oublier pas la jonction électrochimique par pont salin. Dans chaque cas, mesurer la fém de la pile et compléter le tableau du doc. 4.



**Doc n°3**

Pile (schéma)	$Q_{r,i}$	$[M_1^{n+}]$ (mol.L <sup>-1</sup> )	$[M_2^{n+}]$ (mol.L <sup>-1</sup> )	fém (V) à vérifier	fém (V) expérimentale	Pôle + cathode	Pôle - anode
$Fe_{(s)} / Fe^{2+}_{(aq)} // Cu^{2+}_{(aq)} / Cu_{(s)}$		$1.0 \cdot 10^{-1}$	$1.0 \cdot 10^{-1}$	0,78			
$Fe_{(s)} / Fe^{2+}_{(aq)} // Pb^{2+}_{(aq)} / Pb_{(s)}$		$1.0 \cdot 10^{-1}$	$1.0 \cdot 10^{-1}$	0,31			
$Zn_{(s)} / Zn^{2+}_{(aq)} // Ag^{+}_{(aq)} / Ag_{(s)}$		$1.0 \cdot 10^{-1}$	$1.0 \cdot 10^{-1}$	1,53			
$Zn_{(s)} / Zn^{2+}_{(aq)} // Pb^{2+}_{(aq)} / Pb_{(s)}$		$1.0 \cdot 10^{-1}$	$1.0 \cdot 10^{-1}$	0,64			
$Pb_{(s)} / Pb^{2+}_{(aq)} // Cu^{2+}_{(aq)} / Cu_{(s)}$		$1.0 \cdot 10^{-1}$	$1.0 \cdot 10^{-1}$	0,47			
$Zn_{(s)} / Zn^{2+}_{(aq)} // Cu^{2+}_{(aq)} / Cu_{(s)}$		$1,0 \cdot 10^{-3}$	$1.0 \cdot 10^{-1}$	1,13			
$Zn_{(s)} / Zn^{2+}_{(aq)} // Cu^{2+}_{(aq)} / Cu_{(s)}$		$1.0 \cdot 10^{-1}$	$1,0 \cdot 10^{-3}$	0,95			

**Doc n°4**

- 16) Identifiez l'anode et la cathode dans chaque pile.
- 17) Ecrire les équations des réactions globales qui ont lieu dans chaque pile.
- 18) Déterminez le quotient de réaction dans l'état initial pour chaque pile.
- 19) En déduire le sens spontané d'évolution de ces transformations.
- 20) De quels facteurs peut dépendre la fém d'une pile électrochimique ?