

# TP de chimie : les piles

## I Objectifs du TP

- Montrer qu'une transformation spontanée impliquant un transfert d'électrons peut avoir lieu soit en mélangeant les espèces chimiques des deux couples oxydant/réducteur mis en jeu, soit en les séparant.
- Application à la réalisation de piles et étude de leur fonctionnement.

## II Matériel et produits

Tubes à essais ; Bêchers ; Eprouvette graduée de 20 mL ; Multimètre ; Fils de jonction ; Résistances ; Agitateur magnétique ; fiole jaugée de 100 mL, sabot de pesée ; balances.

Lames de zinc , de cuivre, de plomb ; Fil d'argent

Solutions de sulfate de cuivre , de sulfate de zinc de concentration  $C = 1,0 \cdot 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$

Sulfate de cuivre pentahydraté en poudre

Solutions de nitrate de plomb et de nitrate d'argent de concentration  $C = 1,0 \cdot 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$

Ponts salins : bandes de papier filtre imbibé d'une solution de nitrate de potassium si tubes en verre non disponibles.

## III Transfert spontané d'électrons entre espèces chimiques mélangées

On introduit dans un bécher 20 mL de solution de sulfate de cuivre à  $0,10 \text{ mol.L}^{-1}$  et 20 mL de solution de sulfate de zinc à  $0,10 \text{ mol.L}^{-1}$  ainsi qu'une lame de zinc (10 g) et une lame de cuivre (10 g).

(\* ) 1) Quels sont les couples oxydant/réducteur introduits dans le bécher ? Quelle réaction est susceptible de se dérouler ? Ecrire son équation en plaçant  $\text{Cu}^{2+}$  à gauche.

(\* ) 2) La constante d'équilibre de la réaction avec l'équation écrite précédemment vaut  $K = 2 \cdot 10^{37}$ . En appliquant le critère d'évolution spontanée, prévoir le sens d'évolution du système. Où va se faire la réaction ?

3) L'expérience est faite au bureau. Son observation correspond-t-elle à la prévision de la question précédente ?

4) Ecrire alors les demi-équations électroniques de manière à ce que la réaction corresponde à leurs sens directs. Le transfert d'électron, macroscopiquement, se fait dans quel sens physiquement ?

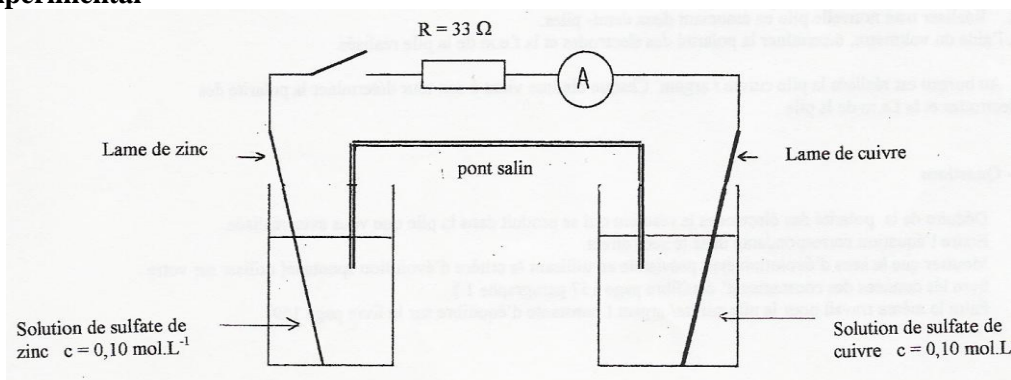
## IV Transfert spontané d'électrons entre espèces chimiques séparées

*Le transfert d'électrons est-il possible lorsque les deux couples oxydant/réducteur mis en jeu ne sont pas mélangés ?*

### 0 Préparation d'une solution

(\* ) On veut préparer 100,0 mL de solution de sulfate de cuivre de concentration  $C = 1,0 \cdot 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$ . Déterminer la masse de sulfate de cuivre pentahydraté ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{ H}_2\text{O}$ ) à peser pour réaliser cette solution. Réaliser cette solution.

### 1 Dispositif expérimental



Mettre en place le circuit suivant. Un des membres du binôme positionne les bornes de l'ampèremètre comme il le souhaite tandis que l'autre oriente le courant  $i$  dans le circuit comme il le souhaite. Avant de fermer le circuit, noter sur le schéma les bornes COM et mA ainsi que  $i$  et son orientation. Que mesure alors votre ampèremètre ?  $i$  ou  $-i$  ?

### 2 Etude du fonctionnement en circuit fermé

la masse de sulfate de cuivre pentahydraté ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{ H}_2\text{O}$ ) à peser pour réaliser cette solution. Réaliser cette solution.

(\* ) 1) Quel couple oxydant/réducteur a-t-on introduit dans chaque bécher ?

2) Fermer l'interrupteur. L'ampèremètre met en évidence l'existence d'un courant électrique traversant le conducteur ohmique. Noter sur le schéma le sens réel du courant au moyen d'une flèche verte à l'extérieur des fils en justifiant. En déduire le sens du transfert d'électrons correspondant.

3) D'où proviennent ces électrons (utiliser le sens de transfert de la question 2) ? En déduire l'équation de la réaction ayant lieu au niveau de la plaque de zinc.

4) Qu'advient-il des électrons qui arrivent à la plaque de cuivre ? En déduire l'équation de la réaction ayant lieu au niveau de la plaque de cuivre.

5) Quelle est l'équation de la réaction associée à la transformation ayant lieu dans le système ?

6) Par quel intermédiaire s'est fait le transfert d'électrons ?

7) Le sens d'évolution observé du système satisfait-il au critère d'évolution spontanée utilisé dans le paragraphe précédent ? Vous calculerez, pour répondre à cette question, la nouvelle valeur (éventuelle) du quotient de réaction à l'état initial.

8) Retirer le pont salin. Que constate-t-on ? Interprétez. Le rôle du pont salin et les phénomènes qui s'y passent seront vus en classe ultérieurement.

## V Force électromotrice et polarités des électrodes de la pile réalisée.

Le dispositif réalisé dans notre expérience génère un courant électrique : c'est une **pile ( pile zinc / cuivre )**. On appelle **demi- pile** chaque compartiment contenant les deux espèces chimiques d'un couple oxydant/ réducteur . Une pile est constituée par deux demi- piles reliées par un pont salin. Les deux lames sont appelées électrodes.

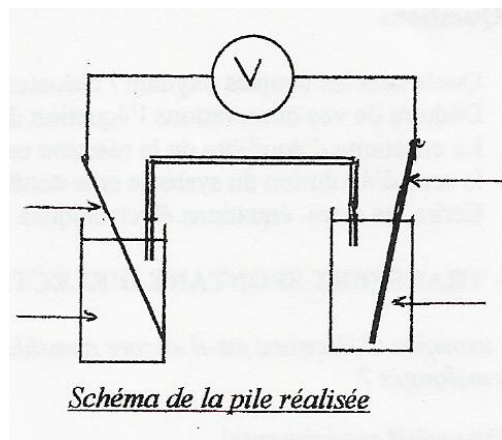
### 1 Polarité des électrodes et fem de la pile Daniel.

1) On rappelle que le pôle noté « + » d'un générateur comme une pile correspond au pôle par lequel sort le courant positif. Quelle est l'électrode correspondant au pôle positif de la pile ? **Reproduire** le schéma ci-contre sur votre compte-rendu et le compléter.

2) La force électromotrice (fem) d'une pile, notée E, est égale à la différence de potentiel  $V^+ - V^-$  de ces pôles positif et négatif, mesurée en circuit ouvert lorsque la pile ne débite pas (cette différence est sinon un peu plus faible lorsque la pile alimente un circuit électrique). Indiquer E sur le schéma grâce à une flèche de tension. Quel est toujours le signe d'une fem ?

3) Indiquer sur le schéma les bornes COM et V du voltmètre permettant d'indiquer la valeur de E.

4) Réaliser le circuit, vérifier que E est bien positif. Noter sa valeur. Elle correspond à la fem de la pile « Daniel ».

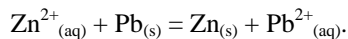


*Schéma de la pile réalisée*

### 2 Réalisation d'une autre pile, pour les plus rapides

Nous avons utilisé le critère d'évolution spontanée pour retrouver le sens réel du courant dans un circuit alimenté par une pile Daniel, trouver ses pôles positif et négatif ainsi que la fem associée. Il est possible de faire le raisonnement inverse : partir d'une nouvelle pile, mesurer la tension entre les électrodes en circuit ouvert, en déduire la polarité des électrodes, le sens réel du courant dans un éventuel circuit qu'elle alimenterait, le sens des électrons correspondant, les demi-réactions rédox ayant effectivement lieu aux deux électrodes et la transformation ayant lieu dans la pile. On peut alors vérifier si cette transformation correspond au critère d'évolution spontanée.

1) Faites ce travail en utilisant une demi-pile  $Pb^{2+}/Pb$  et en étudiant la nouvelle pile plomb/zinc. Réaliser un circuit dans lequel cette pile est reliée à un voltmètre. Reproduire le schéma correspondant et complétez-le au fur et à mesure (bornes COM et V, tension mesurée, polarités déduites, sens réel puis sens des électrons déduits etc). On choisit d'écrire l'équation de la réaction sous cette forme :



2) D'après votre étude, dans quel sens s'effectue la transformation dans la pile ?

3) Calculer le quotient de réaction initial. Le comparer à la constante de l'équation qui vaut  $K = 4 \cdot 10^{-22}$ . Conclure.