

Nom:..... Prénom:..... Classe:..... Date:

Étude d'une pile

✔ Objectifs

- Transformation spontanée modélisée par une réaction d'oxydoréduction.
- Fonctionnement d'une pile; réactions électrochimiques aux électrodes. Usure d'une pile, capacité électrique d'une pile.
- Pile, demi-piles, pont salin ou membrane, tension à vide.
- Illustrer un transfert spontané d'électrons par contact entre réactifs et par l'intermédiaire d'un circuit extérieur.
- 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.

👤 Classe

Terminale Spé

🕒 Durée

2 h

✂ Sur la paillasse

- Un feutre de tableau noir,
- 3 béchers de 50 mL,
- Un fil de connexion rouge et un noir;
- Deux pinces crocodiles;
- Un multimètre;
- Un pont salin rempli d'un gel de chlorure de potassium (KCl);
- Une lame de zinc, une de cuivre et une de fer;
- Un flacon de 100 mL contenant une solution de sulfate de cuivre (II) de concentration $C = 0,10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,
- Un flacon de 100 mL contenant une solution de sulfate de zinc de concentration $C = 0,10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,
- Un flacon de 100 mL contenant une solution de sulfate de fer (II) de concentration $C = 0,10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,
- Lunettes de protection.

L'objectif de ce TP est de vérifier le sens d'évolution spontanée pour des transformations d'oxydoréduction puis de les mettre en œuvre afin de réaliser une pile.

📄 Document 1: Tension aux bornes d'une pile et pôles.

La tension à vide d'une pile (c'est-à-dire la tension d'une pile qui ne délivre aucun courant) est appelée force électromotrice. On la mesure avec un voltmètre branché comme sur le schéma.

Si elle est **positive** alors le **pôle +** de la pile est du côté de la **borne V** et le **pôle -** du côté de la **borne COM** ce qui signifie que les électrons circulent de la lame branchée sur la borne **COM** vers la lame branchée sur la borne **V**. Le couple ayant le plus fort potentiel est alors du côté de la borne **V** et correspond à la borne positive de la pile. Si la tension est **négative**, tout est **inversé**.

📄 Document 2: Intensité débitée par une pile et sens du courant.

On rappelle qu'un ampèremètre se branche **en série** et qu'il affiche une valeur **positive** si le courant entre par la borne **A** ou **mA** et sort par la borne **COM**.

1 Sens d'évolution spontanée

Pour les deux premières expériences, on donne la valeur de la constante d'équilibre K pour la transformation suivante: $\text{Zn}_{(s)} + \text{Cu}^{2+}_{(aq)} \rightleftharpoons \text{Zn}^{2+}_{(aq)} + \text{Cu}_{(s)}$. On a $K = 4,6 \times 10^{36}$.

1.1 Expérience 1



Protocole expérimental

- Placer dans un bécher contenant une solution contenant des ions cuivre $\text{Cu}^{2+}_{(\text{aq})}$, une lame de zinc.
- Noter vos observations même si il n'y a rien de visible (c'est sûrement qu'il n'y a pas de transformation) et en déduire si il y a réaction.
- Calculer le quotient de réaction dans l'état initial (toutes les solutions ont une concentration de $0,1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$) et vérifier que le sens d'évolution prévisible est compatible avec vos observations.

1. Réaliser le protocole ci-dessus et noter vos calculs, observations et conclusions ci-dessous.

.....

.....

.....

.....

.....

1.2 Expérience 2



Protocole expérimental

- Placer dans un bécher contenant une solution contenant des ions zinc $\text{Zn}^{2+}_{(\text{aq})}$, une lame de cuivre.
- Noter vos observations même si il n'y a rien de visible (c'est sûrement qu'il n'y a pas de transformation) et en déduire si il y a réaction.
- Calculer le quotient de réaction dans l'état initial (toutes les solutions ont une concentration de $0,1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$) et vérifier que le sens d'évolution prévisible est compatible avec vos observations.

2. Réaliser le protocole ci-dessus et noter vos calculs, observations et conclusions ci-dessous.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

1.3 Expérience 3

Pour la troisième expérience, on donne la valeur de la constante d'équilibre K pour la transformation suivante : $\text{Cu}_{(\text{s})} + \text{Fe}^{2+}_{(\text{aq})} \rightleftharpoons \text{Cu}^{2+}_{(\text{aq})} + \text{Fe}_{(\text{s})}$. On a $K = 1,0 \times 10^{-26}$.



Protocole expérimental

- ⚠ On ne veut réaliser que l'expérience qui va donner une transformation spontanée entre les deux couples $\text{Fe}^{2+}_{(\text{aq})}/\text{Fe}_{(\text{s})}$ et $\text{Cu}^{2+}_{(\text{aq})}/\text{Cu}_{(\text{s})}$. L'expérience sera du même type que celles des expériences précédentes une lame métallique dans une solution contenant les ions métalliques

- « autres ».
- Calculer le quotient de réaction dans l'état initial (toutes les solutions ont une concentration de $0,1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$) et vérifier que le sens d'évolution prévisible est compatible avec vos observations.
 - Réaliser l'expérience et vérifier que les observations sont bien compatibles avec vos observations.

3. Réaliser le protocole ci-dessus et noter vos calculs, observations et conclusions ci-dessous.

.....

.....

.....

.....

.....

2 Réalisation d'une pile et fonctionnement

2.1 Réalisation de la pile

Une pile est l'association de 2 demi-piles relié par un pont ionique. Une demi-pile est constituée d'un métal plongé dans une solution contenant l'ion métallique correspondant comme le montre le schéma de la page suivante.

On va travailler ici avec les couples $\text{Fe}^{2+}_{(\text{aq})}/\text{Fe}_{(\text{s})}$ et $\text{Cu}^{2+}_{(\text{aq})}/\text{Cu}_{(\text{s})}$.

On verse 40 mL de solution de chaque ion dans les deux béchers.

On branchera un voltmètre aux bornes de la pile à l'aide de pinces crocodiles.

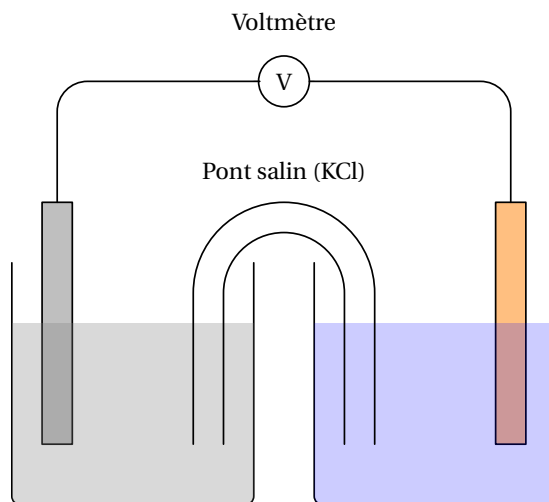


Figure 1: Schéma à compléter de la pile étudiée.

4. Compléter le schéma suivant en précisant l'emplacement de : la solution de $\text{Fe}^{2+}_{(\text{aq})}$, la lame de $\text{Fe}_{(\text{s})}$, la solution de $\text{Cu}^{2+}_{(\text{aq})}$, et la lame de $\text{Cu}_{(\text{s})}$.

2.2 Exploitation de la mesure de la tension

5. À partir de la mesure de la tension à vide, notée E , déterminer la polarité de la pile (pôles + et -), le sens de passage du courant et de circulation des électrons.

.....

.....

.....

.....

6. En déduire les réactions (demi-équations) se produisant à chaque électrode (lame métallique) et enfin l'équation de la transformation qui a lieu dans la pile.

.....

7. Est-ce compatible avec le sens d'évolution spontanée ? (il faudra calculer le quotient de réaction initial)

.....

8. Indiquer sur la figure 1 le sens du courant et le sens de déplacement du courant, ainsi que l'anode et la cathode.

9. Que se passe-t-il si on retire le pont salin ? Pourquoi ?

.....

2.3 Mesure de l'intensité débitée dans un circuit

10. À la place du voltmètre, on place, cette fois, un ampèremètre en série avec une résistance. Retrouver le

sens du courant et la polarité de la pile.

.....

11. Qu'est-ce qui pourrait amener la pile à ne plus débiter de courant ?

.....

12. Déterminer la durée de fonctionnement de la pile dans ce cas, sachant qu'on fera l'hypothèse que le réactif limitant se situe dans une des deux solutions. On rappelle que:

- la constante d'Avogadro: $N_A = 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$;
- la charge élémentaire: $e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$;
- les masses molaires se situent dans le tableau périodique des éléments.

.....

