

TP N°10 : LES PILES ELECTROCHIMIQUES

Objectifs :

- Montrer qu'une transformation chimique spontanée impliquant un échange d'électrons peut avoir lieu soit en mélangeant les espèces chimiques de deux couples oxydant/réducteur soit en les séparant ; dans ce dernier cas, montrer que la transformation correspondante est utilisable pour récupérer de l'énergie sous forme d'énergie électrique à l'aide d'un dispositif : la pile.
- Montrer qu'une pile délivre un courant en circuit fermé. Utiliser le critère d'évolution spontanée pour justifier le sens du courant observé ou pour le prévoir ^{chap10χ-(2)}.
- Analyser la constitution d'une pile simple (ion métallique/métal) ; étudier son fonctionnement et ses caractéristiques en circuit *ouvert* et en circuit *fermé* ^{chap10χ-(3)}.
- Savoir schématiser une pile ^{chap10χ-(1)}.

Matériel :

Expérience 1 : *professeur*

- Becher de 25 mL (ou récipient approprié)
- Eprouvette de 10 mL
- Dispositif de filtration

Expérience 2 :

- Bêchers de 10 mL (ou tout récipient permettant de limiter les volumes des solutions utilisées).
- Multimètre
- Une résistance de 22 Ω
- Pont salin (tube coudé rempli d'une solution saturée de nitrate de ammonium gélifiée dans l'agar-agar)
- 3 fils électriques (2 rouges, 1 noir)
- 2 pinces crocodiles

Expérience 3 :

- 8 petits béchers
- 2 multimètres
- Burettes graduées (pour préparer rapidement les mélanges)
- Ponts salins

Expérience 4 :

- 4 petits béchers
- 4 pinces crocodiles
- 4 fils électriques (2 rouges, 2 noirs)
- 2 ponts salins
- un multimètre

Produits :

Expérience 1 : *professeur*

- Poudre de zinc
- Poudre de cuivre
- Solution de sulfate de cuivre(II) de concentration molaire $1,0 \cdot 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$
- Solution de sulfate de zinc(II) de concentration molaire $1,0 \cdot 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$

Expérience 2 :

- lame de zinc
- lame de cuivre
- Solution de sulfate de cuivre(II) de concentration molaire $1,0 \cdot 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$
- Solution de sulfate de zinc(II) de concentration molaire $1,0 \cdot 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$

Expérience 3 :

- lame de cuivre
- Fil d'argent
- 4 solutions de nitrate d'argent(I) de concentrations molaires : $1,0 \text{ mol.L}^{-1}$; $1,0 \cdot 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$; $1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$; $1,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$
- 2 solutions de sulfate de cuivre(II) de concentrations molaires : $1,0 \text{ mol.L}^{-1}$ et $0,5 \text{ mol.L}^{-1}$

Expérience 4 :

- lame de cuivre
- lame de zinc
- Fil d'argent
- Solution de nitrate d'argent à $1,0 \cdot 10^{-1} \text{ mol/L}$
- Solution de sulfate de cuivre à $1,0 \cdot 10^{-1} \text{ mol/L}$
- Solution de sulfate de cuivre à $1,0 \text{ mol/L}$
- Solution de sulfate de zinc à $1,0 \cdot 10^{-1} \text{ mol/L}$

I Expérience 1 : Transformation chimique spontanée par transfert direct d'électrons :

Manipulation professeur

- 1) Prélevez 10 mL de la **solution de sulfate de cuivre II** à $1,0 \cdot 10^{-1} \text{ mol/L}$ et 10 mL de la **solution de sulfate de zinc II** à $1,0 \cdot 10^{-1} \text{ mol/L}$ et versez-les dans le bécher.
- 2) Ajoutez **une spatule de poudre de zinc** et une spatule de **poudre de cuivre**.
- 3) **Filtrez** la solution et observez la couleur de la solution.



II Questions 1 :

- 1) Identifiez les **couples oxydant/ réducteur** mis en jeu puis d'après les observations, **écrivez l'équation de la réaction** associée à la transformation chimique du système.
- 2) La constante d'équilibre, K , associée à cette réaction est égale à 10^{37} . **En appliquant le critère d'évolution**, montrez que le sens d'évolution prévu est compatible avec les observations expérimentales.

III Expérience 2 : Séparation des deux couples oxydant/réducteur : transfert spontané des électrons « à distance » :

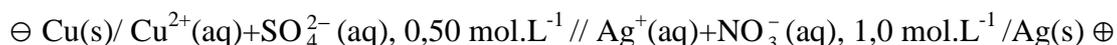
- 1) A l'aide du matériel mis à votre disposition, **réalisez une pile** comme indiquée dans l'intitulé de cette expérience.
- 2) Etudiez son fonctionnement en **circuit fermé** en série avec un ampèremètre et un conducteur ohmique de 22Ω . Répondez aux questions 1), 2), 3) et 4).
- 3) Etudiez son fonctionnement en **circuit ouvert**, reliée à un voltmètre. **Noter la tension obtenue**. Répondez aux questions 5), 6) et 7).

IV Questions 2 :

- 1) Le **sens du courant** observé à l'aide de l'ampèremètre **satisfait-il au critère d'évolution** ? Expliquez. (remarquons que nous avons les mêmes conditions initiales que lors de l'expérience 1).
- 2) **Écrivez l'équation des réactions** ayant lieu aux électrodes ainsi que l'équation de la réaction associée à la transformation ayant lieu dans la pile.
- 3) Précisez le **rôle du pont salin**.
- 4) Une pile en fonctionnement est-elle un système dans **l'état d'équilibre ou hors équilibre** ?
- 5) Que peut-on déduire des indications données par le multimètre branché en mode voltmètre ?
- 6) En utilisant le critère d'évolution, **montrez que la polarité des électrodes était prévisible**.
- 7) **Schématisez la pile** : schéma du montage et écriture symbolique, en précisant les polarités des électrodes.

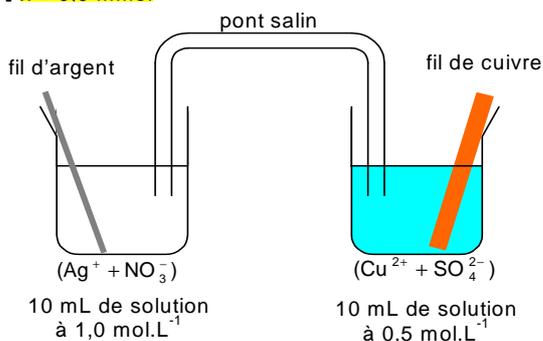
V Expérience 3 (manipulation professeur) : simulation du comportement électrique d'une pile :

Le but est de simuler l'usure d'une pile au cours de sa décharge. On étudie la pile schématisée ci-dessous :

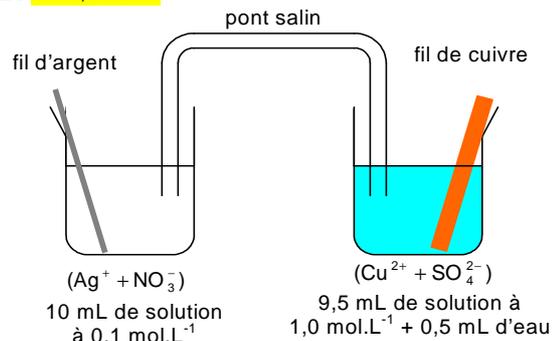


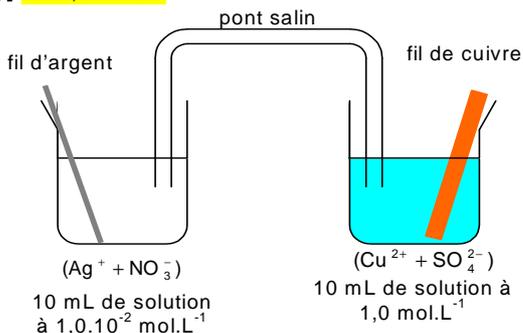
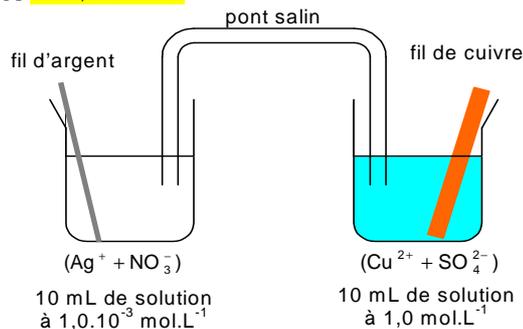
Pour cela on réalise quatre piles différentes à l'aide dans des tubes à essais qui correspondent à différentes valeurs de l'avancement de la réaction mise en jeu dans la pile. On reliera un voltmètre à chaque pile pour lire la fém :

1. $x = 0,0 \text{ mmol}$



2. $x = 4,5 \text{ mmol}$



3. $x = 4,95 \text{ mmol}$

4. $x = 4,995 \text{ mmol}$


- 1) Dressons le tableau d'évolution du système au fur et à mesure que la pile débite (on travaille avec 10 mL de solution dans chaque compartiment) :

Pile n°	Equation de la réaction	$2\text{Ag}^+_{(\text{aq})}$	+	$\text{Cu}_{(\text{s})}$	=	$2\text{Ag}_{(\text{s})}$	+	$\text{Cu}^{2+}_{(\text{aq})}$	U (V)
1	Quantité de matière dans l'état initial (mmol)			excès		excès			
	Quantité de matière au cours de la transformation : avancement x (mmol)			excès		excès			
2	Quantité de matière à l'avancement $x = 4,5$ mmol			excès		excès			
3	Quantité de matière à l'avancement $x = 4,95$ mmol			excès		excès			
4	Quantité de matière à l'avancement $x = 4,995$ mmol			excès		excès			

- 2) Notons les observations et conclusions.

VI Expérience et questions 4 : De quels facteurs dépend la fém d'une pile ?

- 1) Réaliser les deux piles ci-dessous et mesurer la tension à vide à l'aide du voltmètre :



- 2) En déduire quel facteur influence la fém de la pile dans ce cas.

- 3) Réaliser la pile ci-dessous et mesurer sa tension à vide à l'aide du voltmètre :



- 4) En comparant les piles A et C, en déduire quel facteur influence la fém de la pile dans ce cas.