

TP 15 : Électrochimie - Étude d'une pile Daniell

1. Introduction

La pile Daniell (1836) fut le premier générateur électrochimique rechargeable. L'objectif de ces TP est de déterminer les caractéristiques électriques d'une pile Daniell.

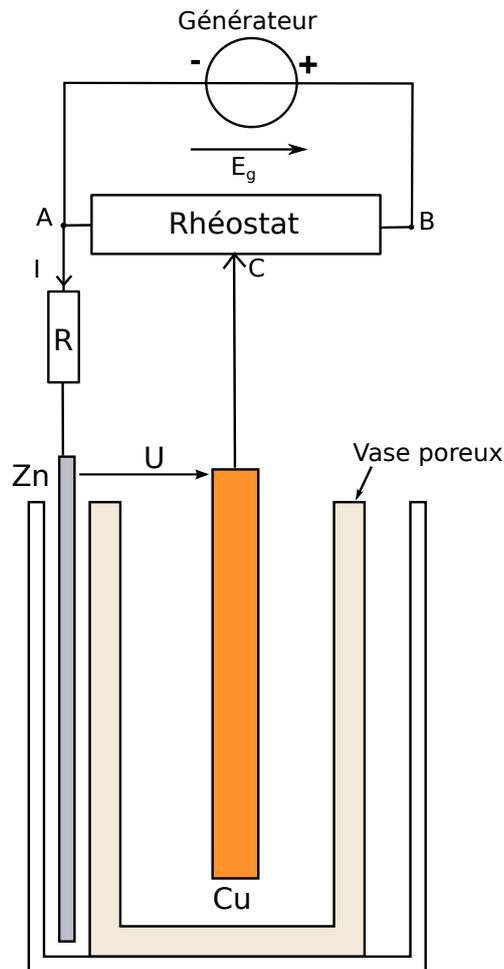
Matériel :

- ▷ Vase poreux et bécher de 500 mL.
- ▷ Électrode de zinc et électrode de cuivre.
- ▷ Solution de sulfate de cuivre à $0,5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.
- ▷ Solution de sulfate de zinc à $0,5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.
- ▷ Rhéostat 23Ω .
- ▷ Boîte AOIP 10Ω .
- ▷ Alimentation stabilisée.
- ▷ Multimètre de laboratoire et multimètre portable.

2. Montage expérimental

La pile comporte un vase contenant une solution de sulfate de cuivre dans laquelle est plongée une électrode de cuivre. Le vase repose dans un bécher contenant une solution de sulfate de zinc et une électrode de zinc de forme cylindrique, entourant le vase. Le vase laisse migrer lentement les ions des solutions de manière à assurer le passage du courant électrique entre les deux demi-piles.

Soit I l'intensité du courant entrant dans la pile par l'électrode de zinc et U la différence de potentiel entre l'électrode de cuivre (borne +) et l'électrode de zinc (borne -). L'expérience consiste à déterminer la relation entre I et U aussi bien en fonctionnement de décharge qu'en recharge.



La tension U est mesurée au moyen du multimètre de laboratoire. L'intensité du courant est obtenue par la tension aux bornes de la résistance $R = 1 \Omega$, mesurée avec un multimètre portable.

Le rhéostat est constitué d'un fil métallique enroulé dont les extrémités sont les bornes A et B , de résistance totale $R_t = 23 \Omega$. Le curseur (borne C) est un contact qui se déplace le long du fil au moyen de la manivelle. On peut ainsi faire varier la résistance R_1 entre les points A et C d'une valeur presque nulle à 23Ω . La résistance entre C et B est $R_2 = R_t - R_1$.

La source de tension E_g est réalisée avec une alimentation stabilisée en tension. Dans un premier temps, on procède avec $E_g > 0$, ce qui permet d'étudier la pile en décharge et en recharge. Dans un second temps, il faudra changer le signe de E_g afin d'obtenir le fonctionnement en décharge avec une tension U proche de zéro (court-circuit). En effet, si $E_g < 0$, l'alimentation peut fournir le courant de court-circuit même si la résistance R_1 n'est pas assez faible.

[1] Dans le cas où $E_g < 0$, représenter le schéma équivalent du circuit complet, la pile étant modélisée par un générateur de Thevenin de f.é.m. e et de résistance interne R_i . Montrer que la condition $U = 0$ est réalisée lorsque $E_g = -R_2 I_{cc}$, où I_{cc} est l'intensité du courant de court-circuit de la pile.

3. Protocole expérimental

[2]  Mesurer précisément la résistance R (environ 1Ω).

[3] On utilise la sortie OUTPUT 1 de l'alimentation. Pour régler cette sortie, appuyer sur le bouton *Preset* puis sélectionner *V/C*. Régler le courant à 700 mA et la tension à 2 V. Tant que le courant est inférieur à 700 mA, le générateur délivrera une tension égale à 2 V (stabilisation en tension). Sélectionner *OVP/OCP* (Overcurrent protection et Overvoltage protection). Les valeurs qui s'affichent ne peuvent être dépassées (valeurs de protection). Il faut donc vérifier qu'elles sont supérieures aux valeurs voulues (2 V et 700 mA).

[4]  Réaliser la pile avec un remplissage presque complet du vase. La hauteur de liquide autour du vase doit être la même que dans le vase. Mesurer sa force électromotrice e .

[5] Le curseur du rhéostat est placé au milieu. Réaliser le montage avec $E_g = 2,0 \text{ V}$. Conseil : réaliser d'abord le circuit électrique puis connecter les deux appareils de mesure.

[6]  Déplacer le curseur du rhéostat afin d'obtenir un courant nul dans la pile. Noter la valeur de U . À quoi correspond cette valeur ?

[7]  Obtenir les valeurs de I et U pour une vingtaine de positions du curseur réparties sur toute la plage de déplacement.

[8]  Quelle est la tension U la plus petite ? Pourquoi n'obtient-on pas un court-circuit ?

[9]  Afin d'obtenir des points de fonctionnement proches du court-circuit, inverser le branchement de l'alimentation. Rechercher la position du curseur qui permet d'obtenir $U = 0$ puis mesurer U et I pour des points de fonctionnement en décharge proche du court-circuit.

4. Caractéristique courant-tension

Pour la présentation des résultats, créer un dossier à votre nom dans `partage/TP15 Pile Daniell`, puis dans ce dossier, un notebook intitulé `pileDaniell`.

[10]  Tracer la caractéristique courant-tension (I en abscisse, U en ordonnée). Faire l'ajustement d'une fonction affine au moyen de la fonction `numpy.polyfit`. Les points expérimentaux doivent être marqués et non reliés. Le résultat de l'ajustement affine doit apparaître sous la forme d'une droite. Légender le graphique.

[11]  Reporter sur le graphique les réactions électrochimiques se produisant sur les électrodes. Identifier le domaine de la décharge et celui de la recharge.

[12]  D'après ces résultats, le modèle de Thévenin est-il pertinent pour cette pile ?

[13]  Déduire de cette expérience la force électromotrice et la résistance interne de la pile.

[14]  D'après la question [9], comment faire rapidement une mesure du courant de court-circuit de la pile ? Comment en déduit-on la résistance interne ?

[15]  Vider la pile à moitié (les solutions sont remises dans les bidons). Mesurer la force électromotrice et le courant de court-circuit. En déduire la nouvelle résistance interne et conclure.