

EXERCICE II – Pile « zinc-air » (5 points)

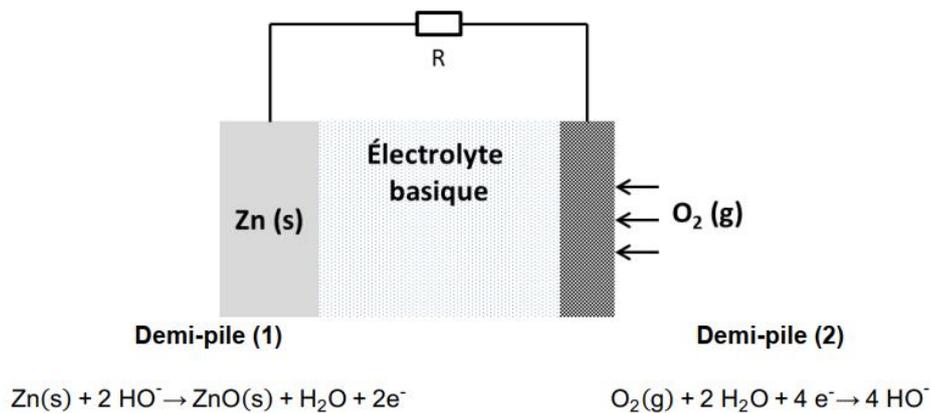
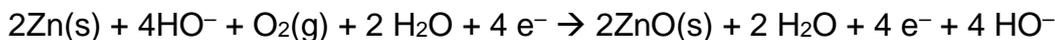


Figure 1. Schématisation du fonctionnement d'une pile « zinc-air ».

1. On additionne les deux demi-équations, en multipliant par 2 celle qui se produit à la demi-pile (1) afin qu'autant d'électrons soient produits que consommés.



En simplifiant, on obtient : $2 \text{Zn(s)} + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{ZnO(s)}$

2. À la demi-pile (1), il se produit une oxydation qui libère des électrons. **Zn est le réducteur** qui fournit les électrons.

À la demi-pile (2), il se produit une réduction qui consomme des électrons. **O₂ est l'oxydant** qui consomme les électrons.

3. L'électrode de zinc Zn libère des **électrons** qui sont les porteurs de charges se déplaçant dans les fils électriques vers l'autre électrode. L'électrode de **zinc est le pôle négatif** de la pile. L'autre électrode est le pôle positif.

Au sein de la pile, les porteurs de charge sont les anions **hydroxyde HO⁻** qui se déplacent de l'électrode de la demi-pile (2) vers l'électrode de zinc de la demi-pile (1).

4. Identifier, parmi les 3 propositions ci-dessous, celle qui donne une définition correcte de la capacité électrique d'une pile, puis vérifier la validité de la valeur indiquée grâce à une estimation effectuée à partir des résultats expérimentaux.

Proposition 1	La capacité électrique d'une pile correspond à la charge électrique totale qu'elle peut fournir lors de sa décharge. Dans le cas de la pile « zinc-air » étudiée expérimentalement on peut estimer sa valeur à $Q = 2,0 \times 10^3 \text{ C}$.
Proposition 2	La capacité électrique d'une pile correspond à la tension qu'elle peut fournir pendant la décharge. Dans le cas de la pile « zinc-air » étudiée expérimentalement on peut estimer sa valeur à $U = 0,43 \text{ V}$.
Proposition 3	La capacité électrique d'une pile correspond à l'énergie électrique qu'elle peut fournir au cours de sa décharge. Dans le cas de la pile « zinc-air » étudiée expérimentalement on peut estimer sa valeur à $W_{el} = 8,6 \times 10^2 \text{ J}$.

La **proposition 1** est correcte.

On vérifie la validité de la valeur de la capacité $Q = 2,0 \times 10^3 \text{ C}$ à l'aide de la figure 2.

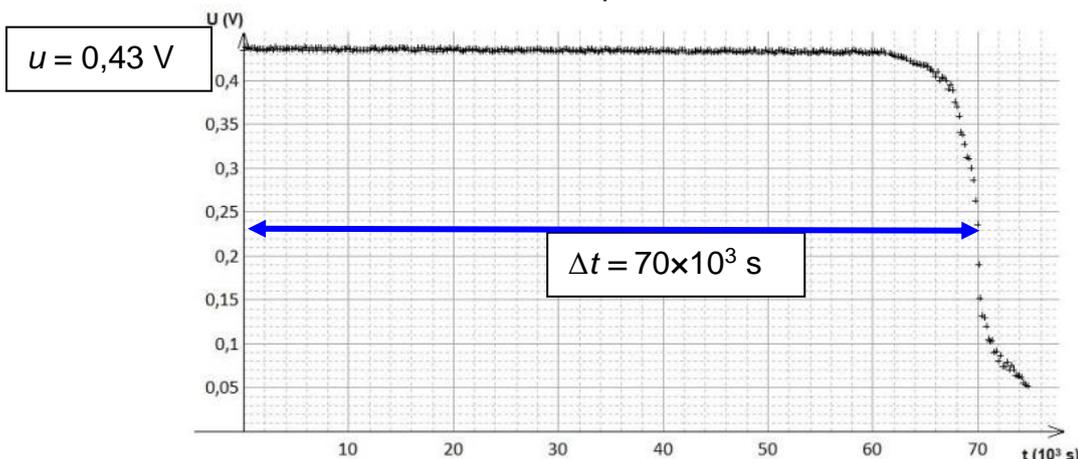


Figure 2. Évolution temporelle de la tension aux bornes de la pile ou de la résistance $R = 15 \Omega$.

$$Q = I \cdot \Delta t$$

Et d'après la loi d'Ohm $U = R \cdot I$ donc $I = \frac{U}{R}$. $I = \frac{0,43}{15} = 0,15 \text{ A}$

Ainsi $Q = \frac{U}{R} \cdot \Delta t$.

$$Q = \frac{0,43}{15} \times 70 \times 10^3 = 2,0 \times 10^3 \text{ C}$$

5. $Q = I \cdot \Delta t$ donc $\Delta t = \frac{Q}{I}$

$$\Delta t = \frac{2,0 \times 10^3}{8 \times 10^{-3}} = 2,5 \times 10^5 \text{ s} = 70 \text{ h}$$

$\frac{0.43}{15} * 70E3$	$2.006666667E3$
Rep/8E-3	$2.508333333E5$
Rep/3600	$6.967592593E1$

Cela correspond à une autonomie approximative de 3 jours.

Cette durée semble plutôt courte, mais les piles ne sont sûrement pas utilisées lors du sommeil. Ainsi cela doit correspondre à environ une semaine d'utilisation.

6. La pile peut être utilisée comme capteur de dioxygène dans le domaine où les points expérimentaux forment une droite, soit pour une intensité comprise entre 10 et environ 50 mA. Dans l'air le pourcentage de dioxygène est d'environ 20%. Un être humain expire un air appauvri en dioxygène donc avec un pourcentage inférieur à 20%. Cela correspond bien à la partie où la courbe de l'intensité forme une droite.

7. On conserve un seul chiffre significatif sur l'incertitude-type associée au pourcentage de dioxygène, $u(x_{O_2}) = 0,4$.

L'incertitude porte sur les dixièmes, alors on donne le résultat de la mesure en l'arrondissant également aux dixièmes.

$$x_{O_2} = 16,8.$$

On peut présenter la mesure sous la forme d'un intervalle de confiance : $x_{O_2} = 16,8 \pm 0,4$

L'incertitude relative $\frac{u(x_{O_2})}{x_{O_2}} = \frac{0,4}{16,8} = 2 \%$ est faible, le capteur semble précis.

8. Le capteur de référence donne 16,2% alors que le capteur de Tanaka et Koga donne $16,8 \pm 0,4$.

La valeur de référence n'est pas comprise dans l'intervalle de confiance du capteur de Tanaka et Koga.

On doit calculer le zscore : $z = \frac{|x_{mesuré} - x_{référence}|}{u(x)} = \frac{|16,8 - 16,2|}{0,4} = \frac{0,6}{0,4} = 1,5$ soit environ 2.

Le résultat est inférieur à 2, on peut valider les mesures réalisées par le capteur de Tanaka et Koga.