EXERCICE 2. Recharge des voitures électriques (5 points)

Dans cet exercice, on s'intéresse à une pile à combustible au bioéthanol. Elle permet d'alimenter des bornes de recharge de voitures électriques. Ce modèle de pile à combustible est dit à oxydes solides (ou SOFC selon l'acronyme anglais de *solid oxide fuel cells*).

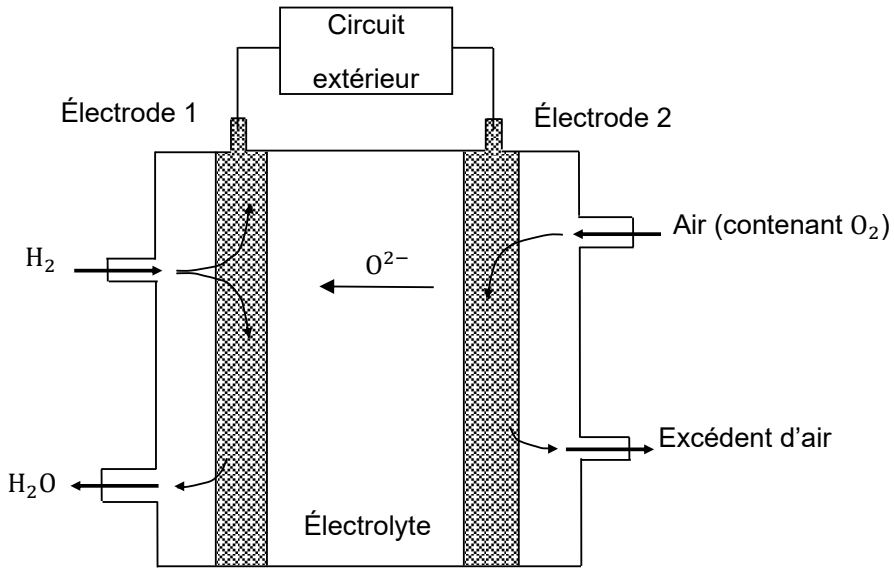


Figure 1. Schéma de fonctionnement de la pile étudiée

Comme le montre la figure 1, au niveau de l'électrode 2, le dioxygène présent dans l'air est transformé en ion oxyde (O^{2-}). Les ions diffusent dans l'électrolyte et réagissent avec le dihydrogène, obtenu par vaporeformage d'éthanol, au niveau de l'électrode 1. Au niveau de l'électrode 1, la transformation est modélisée par une réaction électrochimique d'équation suivante :

$$H_2 + O^{2-} \rightarrow H_2O + 2\,e^-$$

Données :

- masses molaires atomiques : $M(C) = 12{,}0\ g{\cdot}mol^{-1}$; $M(H) = 1{,}0\ g{\cdot}mol^{-1}$; $M(O) = 16{,}0\ g{\cdot}mol^{-1}$;
- constante d'Avogadro : $N_A = 6{,}02 \times 10^{23}\ mol^{-1}$;
- charge électrique élémentaire : $e = 1{,}60 \times 10^{-19}\ C$;
- constante de Faraday : $\mathcal{F} = 9{,}65 \times 10^{4}\ C{\cdot}mol^{-1}$;
- énergie stockée dans une pile (en joule) : $E = Q \cdot U$ où Q est la capacité électrique de la pile en coulomb (C) et U la tension à vide en volt (V) à ses bornes ;
- $1\ W{\cdot}h = 3600\ J$;
- tension à vide de la pile à combustible étudiée : $U = 1{,}0\ V$;
- densité de l'éthanol : $d_{éthanol} = 0{,}789$ à 25 °C ;
- masse volumique de l'eau : $\rho = 1{,}00\ g{\cdot}cm^{-3}$ à 25 °C.

Le vaporeformage de l'éthanol consiste à transformer de l'eau et de l'éthanol en dihydrogène et en dioxyde de carbone en présence d'un catalyseur. Cette transformation est modélisée par une réaction dont l'équation est écrite ci-dessous.

$$C_2H_5OH\ (\ell) + 3\ H_2O\ (g) \rightarrow 6\ H_2\ (g) + 2\ CO_2\ (g)$$

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 1 / 3
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

Cependant, de nombreuses autres transformations sont possibles d'où la nécessité d'avoir un catalyseur très actif et extrêmement sélectif pour ne produire que du dihydrogène et du dioxyde de carbone à partir de l'éthanol. Dans la suite, on suppose que la conversion d'éthanol en dihydrogène est totale.

Q1. Rappeler la définition d'un catalyseur.

Q2. Montrer que dans un volume de $1{,}0\ \mathrm{L}$, la valeur de la quantité d'éthanol présente est voisine de $17\ \mathrm{moles}$.

Q3. En déduire la valeur de la quantité de dihydrogène obtenue lors du vaporeformage d'un litre d'éthanol, la vapeur d'eau étant en excès.

Q4. Établir l'équation de la réaction électrochimique modélisant la transformation prenant place au niveau de l'électrode 2.

Q5. En déduire que l'équation de la réaction modélisant le fonctionnement de la pile est :

$$2\ \mathrm{H_2\ (g)} + \mathrm{O_2\ (g)} \rightarrow 2\ \mathrm{H_2O\ (g)}$$

Q6. Indiquer, en justifiant, la polarité des deux électrodes de cette pile et les nommer.

Q7. Sur **le document-réponse 1 de L'ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE**, indiquer cette polarité ainsi que le nom et le sens de circulation des porteurs de charge à l'extérieur de la pile.

Q8. Montrer que la valeur maximale de la capacité électrique de la pile étudiée utilisant 1,0 L d'éthanol est $Q_{\mathrm{max}} = 2{,}0 \times 10^7\ \mathrm{C}$.

Le rendement de la pile à combustible SOFC est voisin de 70 %.

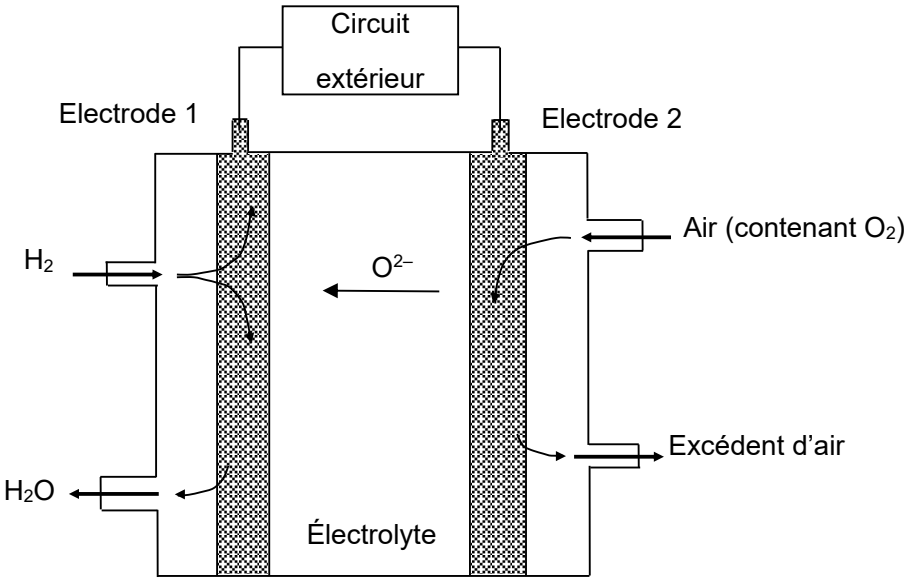
Q9. Estimer le nombre de véhicules électriques équipés de batteries de $40\ \mathrm{kW{\cdot}h}$ que l'on peut recharger à partir d'un volume de $30\ \mathrm{m^3}$ d'éthanol.

Le candidat est invité à prendre des initiatives et à présenter la démarche suivie, même si elle n'a pas abouti. La démarche est évaluée et nécessite d'être correctement présentée.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 2 / 3
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé
scanner ou cliquer

ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE

Document-réponse 1 (exercice 2, question Q7)



Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 3 / 3
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé
scanner ou cliquer