



Piles à combustibles

Parties du programme *Les piles électrochimiques*

Une pile à combustible à méthanol direct (technologie DFMC) permet la conversion d'énergie chimique en énergie électrique.

Un réservoir de méthanol, appelé cartouche, fournit le combustible à la pile et la réaction du méthanol avec le dioxygène de l'air génère la circulation du courant électrique.

Cet exercice propose d'étudier les transformations chimiques ayant lieu dans la pile

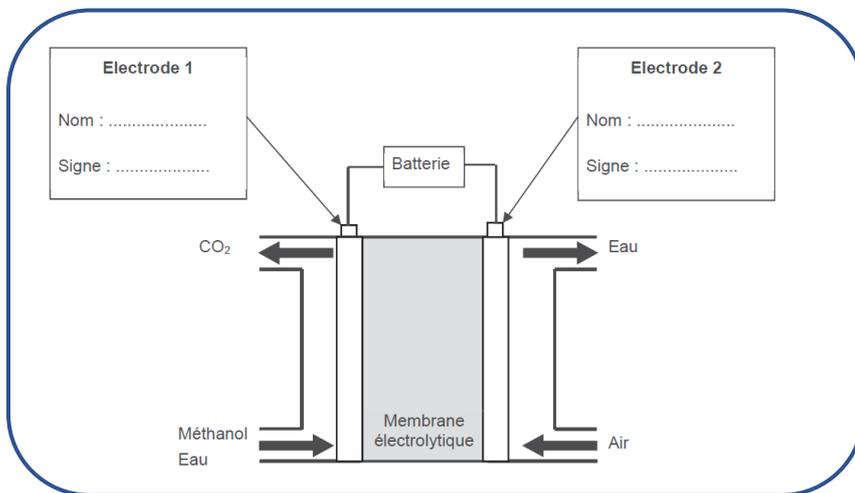
Données :

- volume de méthanol contenu dans une cartouche : $V = 5,0 \text{ L}$;
- masse volumique du méthanol : $\rho_{\text{méthanol}} = 790 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$;
- masse molaire moléculaire du méthanol : $M = 32,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$;
- constante de Faraday : $F = 9,65 \times 10^4 \text{ C}\cdot\text{mol}^{-1}$.

PARTIE A – Fonctionnement de la pile à combustible à méthanol direct

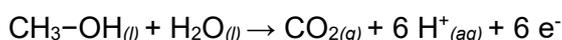
Les réactifs de la pile à combustible sont le méthanol et le dioxygène O_2 de l'air.

Un schéma de cette pile est fourni ci-dessous



La circulation d'ions H^+ dans la membrane électrolytique permet notamment le maintien de l'électroneutralité à chaque électrode.

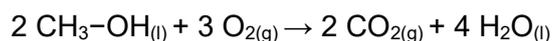
À l'électrode 1 se déroule l'oxydation du méthanol modélisée par la demi-équation électrochimique :



A.1. Justifier que le méthanol est un réducteur et écrire le couple redox concerné.

A.2. Écrire la demi-équation électrochimique modélisant la transformation chimique qui se déroule à l'électrode 2 et fait intervenir le couple $\text{O}_{2(g)} / \text{H}_2\text{O}_{(l)}$.

A.3. À partir des deux demi-équations électrochimiques, montrer que le fonctionnement de la pile à combustible est modélisé par l'équation de réaction :



A.4. Identifier, en justifiant la réponse, l'anode et la cathode et préciser leur polarité. Justifier les réponses.

A.5. Indiquer les sens de circulation des électrons et du courant électrique. Justifier les réponses.

A.6. Indiquer le sens de circulation des ions H^+ dans la membrane.

PARTIE B – Autonomie de la pile à combustible

B.1. Montrer que la quantité de matière de méthanol contenue dans une cartouche est environ égale à $n_{\text{méthanol}} = 1,2 \times 10^2 \text{ mol}$.

B.2. En s'appuyant sur l'équation de demi-réaction électrochimique se déroulant à l'électrode 1, montrer que, lorsque la totalité du méthanol est consommée, la quantité de matière d'électrons échangée dans la pile est environ égale à $n_{e^-} = 7,2 \times 10^2 \text{ mol}$.

B.3. Déduire la quantité d'électricité Q que peut fournir la consommation de la totalité de la cartouche de méthanol.

B.4. Il est envisagé d'utiliser la quantité d'électricité de la pile à combustible pour recharger la batterie d'un bateau. Cette batterie, de tension nominale 12 V, est capable de débiter un courant électrique d'intensité supposée constante $I = 4,2 \text{ A}$ pendant la durée d'utilisation.

- Déterminer la valeur de la durée maximale pendant laquelle la batterie du bateau pourrait fonctionner après recharge. Expliquer en quoi la valeur obtenue est vraisemblablement surestimée.