

EXERCICE 2 : PILE À COMBUSTIBLE

Airbus a testé avec succès des piles à combustible en vol. Pour la première fois sur un avion commercial, les systèmes de secours des générations électrique et hydraulique étaient commandés par cette source d'énergie innovante. L'essai, s'inscrit dans les objectifs d'Airbus visant à développer une industrie aéronautique éco-efficace. Il contribue à la recherche actuelle, dans le domaine de l'aviation civile, visant à évaluer l'utilisation potentielle et les bénéfices environnementaux qu'offrent la technologie des piles à combustible et la génération d'énergie "zéro émission".



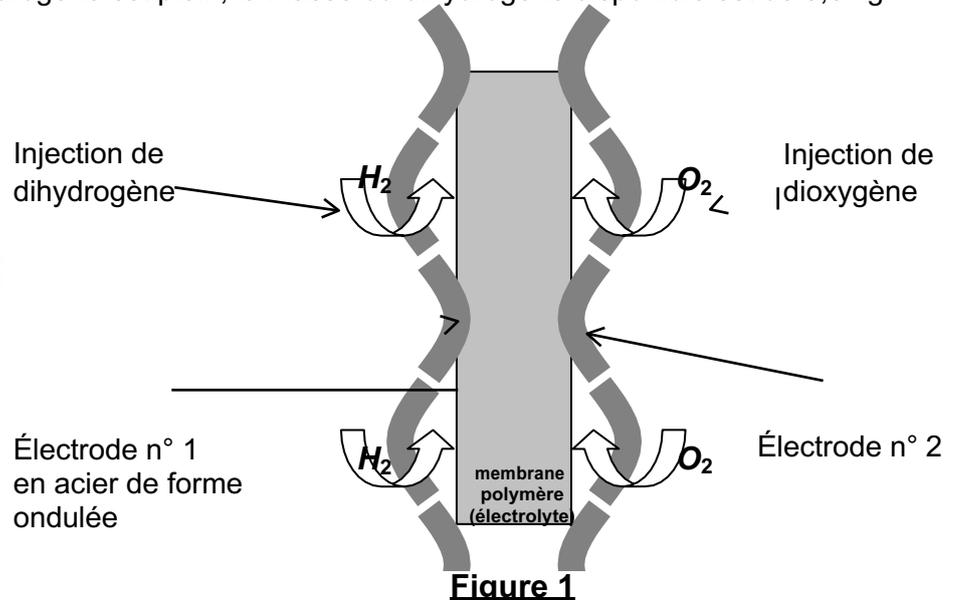
Le principe de la pile à combustible est le suivant : une réaction électrochimique contrôlée, entre du dihydrogène et le dioxygène de l'air, produit simultanément de l'électricité, de l'eau et de la chaleur. Cette réaction s'opère au sein d'une cellule composée de deux électrodes, de forme ondulée, séparées par un électrolyte (**figure 1**).

L'électrolyte est constitué d'une membrane polymère échangeuse de protons H^+ .

Lorsque le réservoir de dihydrogène est plein, la masse du dihydrogène disponible est de 3,0 kg.



Pile à H_2



Données :

- masse molaire atomique : $M(H) = 1,0 \text{ g.mol}^{-1}$;
- constante d'Avogadro : $N_A = 6,0 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$;
- charge électrique élémentaire : $e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$;
- couples d'oxydo-réduction mis en jeu dans la réaction : $H^+_{(aq)} / H_{2(g)}$ et $O_{2(g)} / H_2O_{(l)}$.

1 - Principe de fonctionnement d'une cellule

1.1 - Réactions dans la cellule

1.1.1 - Écrire les demi-équations électroniques des réactions à chaque électrode quand la pile débite.

1.1.2 - Préciser pour chaque demi-équation s'il s'agit d'une oxydation ou d'une réduction.

1.1.3 - Montrer que l'équation de la réaction chimique mise en jeu dans le fonctionnement de la pile est : $2 H_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2 H_2O_{(l)}$.

1.2 - Mouvement des porteurs de charge

Sur la figure 2 du document réponse n°1 page 6, indiquer :

- le sens de circulation et la nature des porteurs de charges circulant à l'extérieur de la pile ;
- le sens conventionnel de circulation du courant électrique ;
- la polarité de chaque électrode ;
- le sens de circulation des protons H^+ dans la membrane polymère (électrolyte).

2 - Durée d'autonomie de la pile à combustible

Dans certaines conditions d'utilisation, on peut considérer que le courant circulant dans une cellule est constant, d'intensité $I = 120 \text{ A}$.

2.1 - Quantité de matière de dihydrogène

En utilisant la masse de dihydrogène disponible dans le réservoir plein, calculer la quantité de matière de dihydrogène n_{H_2} correspondante.

2.2 - Quantité d'électricité

On note Δt la durée de fonctionnement d'une cellule.

2.2.1 - Donner l'expression de la quantité d'électricité Q échangée par la pile à hydrogène pendant une durée Δt .

2.2.2 - On note n_{e^-} la quantité de matière d'électrons échangés pendant cette durée Δt . Donner l'expression de Q en fonction de n_{e^-} , N_A et e .

2.2.3 - Donner la relation entre la quantité de matière d'électrons échangés n_{e^-} et la quantité de matière n_{H_2} . Justifier.

2.3 - Durée d'autonomie de la pile à combustible

Par construction, la durée d'autonomie de la pile est égale à la durée de fonctionnement Δt d'une cellule élémentaire.

Montrer que :

$$\Delta t = \frac{2 \cdot n \cdot N; e}{I}$$

Calculer la durée théorique Δt en secondes, de fonctionnement de la pile à hydrogène.

BTS AÉRONAUTIQUE		Session 2014
Nom de l'épreuve : Sciences physiques et chimiques appliquées	Code : AE3SCPC	Page : 5/7

DOCUMENT RÉPONSE N° 1
(À rendre avec la copie)

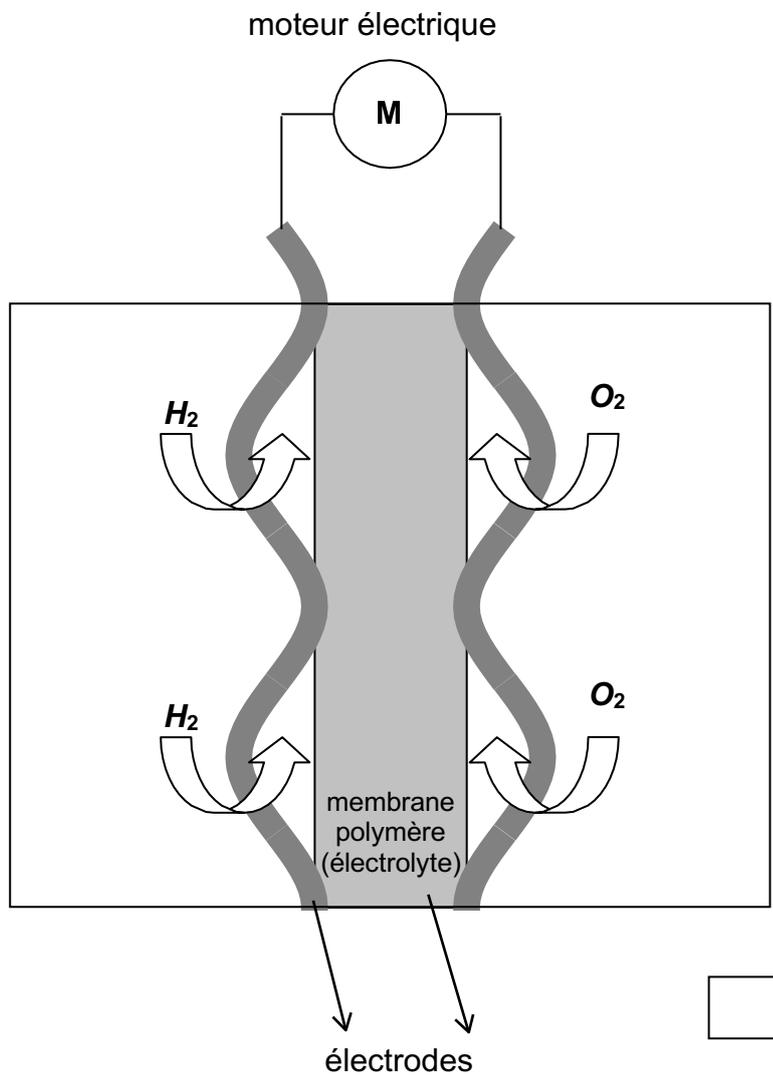


Figure 2

