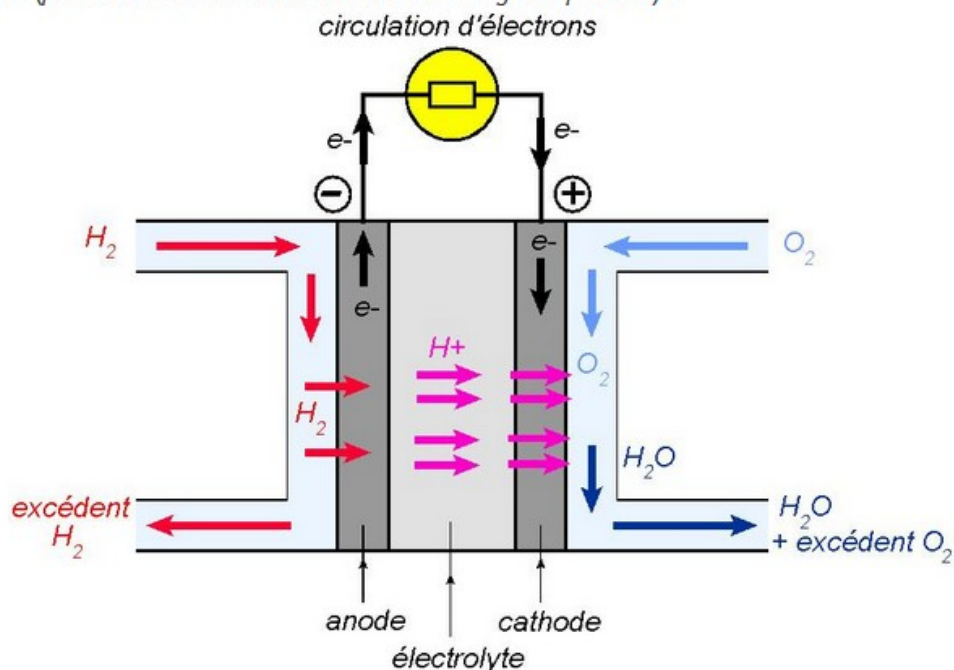
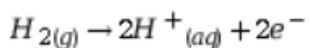


A savoir:

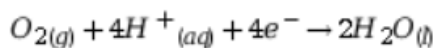
Une pile à combustible se compose d'un assemblage de plusieurs **éléments**, d'où le terme de **pile**. On a représenté ci-dessous un élément de pile à combustible utilisant le dihydrogène H_2 comme combustible (*pile à combustible à membrane d'échange de protons*) :



Au niveau de l'**anode**, le **dihydrogène est oxydé** selon la demi-équation :



Les électrons sont collectés et envoyés dans le circuit électrique. Les ions H^+ (protons) vont se déplacer dans l'électrolyte afin de rejoindre la **cathode**. Au niveau de cette électrode, le **dioxygène** qui y est injecté est **réduit** :



La réaction globale a le même aspect que la combustion du dihydrogène dans le dioxygène :



L'eau produite par la pile à combustible ne constitue bien entendu aucune source de pollution, ce qui fait de la pile une **source d'énergie propre**.

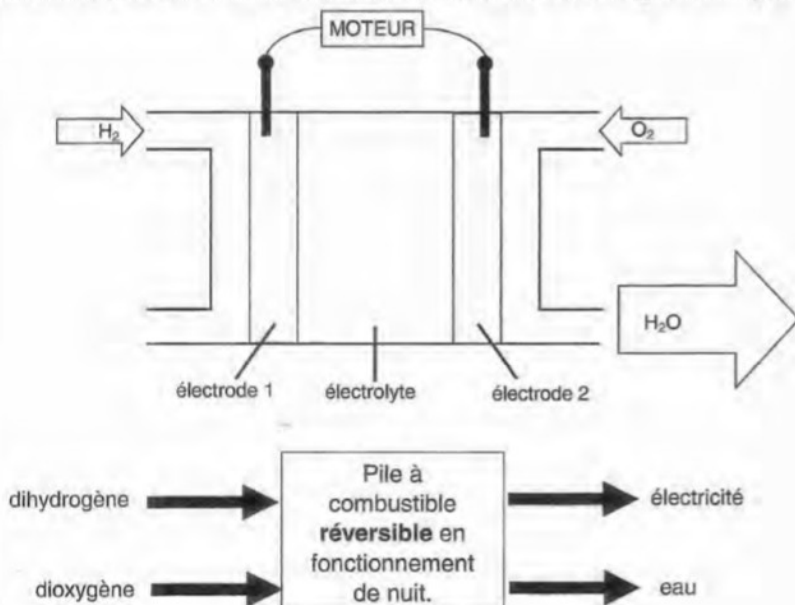
le projet Stratobus

Stratobus, étonnant engin à mi-chemin entre le drone et le satellite, permettra de remplir de nombreuses missions: observation, sécurité, télécommunication, navigation... avec une durée de vie de 5 ans.

Le stratobus possède deux moteurs électriques à hélices alimentés par une pile à combustible qui lui permettront de maintenir sa position, même lorsqu'il est soumis à des vents soufflant jusqu'à 90 km/h.

L'énergie électrique fournie par les panneaux solaires pourra être stockée grâce à une grosse pile à combustible **réversible**. Ainsi, le dirigeable devrait pouvoir opérer même la nuit, durant plusieurs mois.

La pile à dihydrogène est une pile à combustible utilisant le dihydrogène et le dioxygène. Il s'agit d'une réaction d'oxydo-réduction contrôlée de dihydrogène et de dioxygène, avec production simultanée d'électricité, d'eau et d'énergie thermique.



Réaction à l'électrode 1 : $\text{H}_{2(\text{g})} = 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$

Réaction à l'électrode 2 : $\text{O}_{2(\text{g})} + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^- = 2\text{H}_2\text{O}_{(\text{l})}$

B.2.1. Quelle électrode (1 ou 2) fournit les électrons au moteur ? Quelle est l'équation qui correspond à une oxydation ? Pourquoi ?

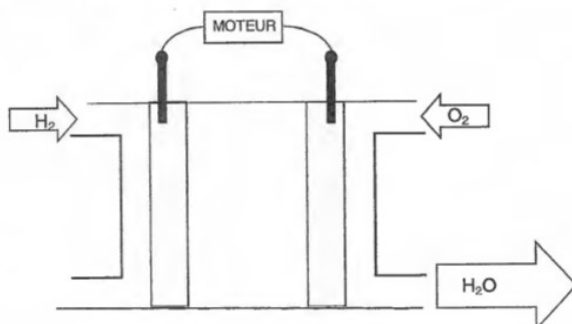
B.2.2. Flécher sur le **document réponse DR3**

le sens des électrons (notés e⁻) et celui du courant I.

B.2.3. Indiquer sur le **document réponse DR3**

le sens de circulation des protons H⁺ dans l'électrolyte.

DR3 (Questions B.2.2. et B.2.3.) :



B.2.4. Écrire l'équation globale de la réaction qui régit la pile à dihydrogène lorsqu'elle débite du courant.

B.2.5. Quel intérêt environnemental possède la pile à combustible par rapport aux énergies fossiles ?

B.2.6. Conversion : $1 \text{ A.h} = 3600 \text{ C}$

Supposons que la pile à dihydrogène débite un courant d'intensité $I = 100 \text{ A}$ pendant 8,00 heures.

B.2.6.1. Calculer la quantité d'électricité Q (en coulomb C) libérée en 8,00 heures.

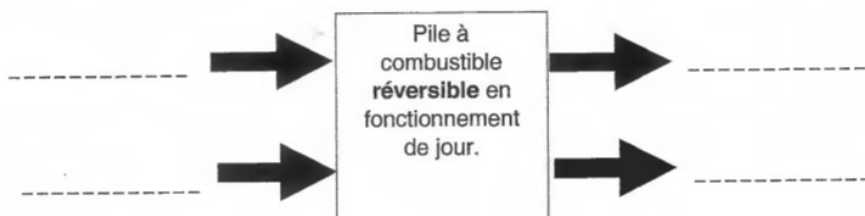
B.2.6.2. Donnée : la quantité d'électricité d'une mole d'électrons est $q = 96500 \text{ C}$.

En déduire le nombre de moles n_e des électrons, ayant circulé dans le circuit, pendant 8,00 heures. Calculer alors le nombre de moles $n_{(\text{H}_2)}$ de dihydrogène consommées en vous aidant de l'équation à l'électrode 1.

B.2.7. La pile à dihydrogène est **réversible**, ce qui permettra de stocker de l'énergie sous forme de dihydrogène le jour pour pouvoir alimenter les moteurs la nuit.

Compléter le **document réponse DR4 page 15** avec les mots « dihydrogène », « dioxygène », « eau » et « électricité » correspondant au fonctionnement le jour, c'est-à-dire lorsque la pile réversible est alimentée par les panneaux photovoltaïques.

DR4 (Questions B.2.7.):



B.2.8. En fonctionnement de jour, la pile réversible fonctionne-t-elle en générateur ou en récepteur électrique. L'énergie produite sera-t-elle stockée à l'intérieur ou à l'extérieur de la pile réversible ?

B.2.9. Le stockage du dihydrogène à l'état gazeux demande un grand volume de stockage. Quel changement d'état proposez-vous pour gagner en volume ? Comment s'appelle cette transformation ?

Fiche N°2-6-1 Piles et Batteries

Pile à combustible

C.1. Le stockage du dihydrogène

Le dihydrogène, substance inflammable et explosive, sera stocké dans les locaux du bâtiment. Pour des raisons d'encombrement, il sera comprimé sous une pression très élevée dans des réservoirs adaptés.

C.1.1. Quel instrument de mesure permettra de contrôler la pression du dihydrogène dans les réservoirs de stockage ?

C.1.2. Quels pictogrammes devront être apposés sur ces réservoirs ?

Pictogramme 1	Pictogramme 2	Pictogramme 3	Pictogramme 4	Pictogramme 5	Pictogramme 6
					

C.2. La pile à combustible

Lorsque le bâtiment aura besoin d'électricité, il fera fonctionner sa pile à combustible, alimentée par le dihydrogène stocké.

En utilisant le document C1, répondre au questionnaire à choix multiple figurant sur l'annexe 2 à rendre avec la copie en cochant la bonne réponse.

Annexe 2 – Questionnaire à choix multiple : à propos du fonctionnement d'une pile à combustible

Pour chaque affirmation ci-dessous, cocher la bonne réponse.

Les porteurs de charge qui se déplacent dans l'électrolyte de la pile sont :

- ☐ Des photons
- ☐ Des électrons
- ☐ Des ions

L'équation de la réaction qui a lieu à la cathode s'écrit :

- ☐ $O_2 (g) + 4 H^+ (aq) = 2 H_2O (l) + 4 e^-$
- ☐ $2 H_2O (l) = O_2 (g) + 4 H^+ (aq) + 4 e^-$
- ☐ $O_2 (g) + 4 H^+ (aq) + 4 e^- = 2 H_2O (l)$

Le couple oxydant / réducteur mis en jeu à l'anode s'écrit :

- ☐ $H_2 (g) / H^+ (aq)$
- ☐ $H^+ (aq) / H_2 (g)$
- ☐ $H_2 (g) / H_2O (l)$

Pour la réaction de fonctionnement de la pile à hydrogène, le réducteur est :

- ☐ Le dioxygène
- ☐ Le dihydrogène
- ☐ L'eau

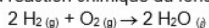
La réaction qui a lieu à l'anode est :

- ☐ Une combustion
- ☐ Une réduction
- ☐ Une oxydation

Document C1 – Le fonctionnement de la pile à hydrogène

Une pile à combustible est un générateur électrochimique d'énergie permettant de transformer l'énergie chimique d'un combustible (hydrogène, hydrocarbures, alcools,...) en énergie électrique. La pile à hydrogène est une pile à combustible utilisant le dihydrogène et le dioxygène.

La réaction chimique du fonctionnement d'une pile à hydrogène s'écrit :



- À la cathode, le couple oxydant / réducteur en jeu est : $O_2 (g) / H_2O (l)$
- À l'anode, le gaz utilisé est le dihydrogène H_2 .

