

- Capacités :
- Citer les caractéristiques des piles et leurs évolutions technologiques
 - Identifier l'oxydant et le réducteur mis en jeu dans une pile à partir de la polarité de la pile ou des couples redox
 - Ecrire les équations des réactions aux électrodes
 - Expliquer le fonctionnement d'une pile, d'une pile à combustible
 - Utiliser le modèle de la réaction pour prévoir la quantité d'électricité totale disponible dans une pile

1 Etude de la pile à hydrogène

Voici plusieurs documents traitant de la pile à hydrogène appelée aussi pile à combustible (ou PAC).

Document 1 Moteur alimenté par une pile à hydrogène

Aujourd'hui, les constructeurs automobiles, dans leur course pour créer la voiture qui ne pollue pas, s'intéressent très sérieusement à une technologie : la pile à combustible. En effet, les moteurs fonctionnant avec cette pile n'ont besoin pour leur fonctionnement que d'hydrogène et d'oxygène et leur seul rejet est de l'eau sous forme gazeuse !

D'après <http://bobmarleyponge.free.fr/h2r.htm>

« Une Opel Zafira équipée d'une pile à combustible a effectué un marathon de 10 000 km à travers l'Europe

(son autonomie étant d'environ 400 km avec un seul plein). »

Document 2 Principe de la pile à hydrogène

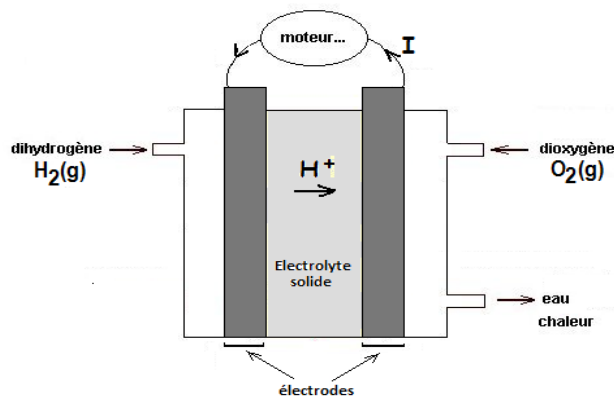
La pile à hydrogène est une pile à combustible utilisant comme combustible le dihydrogène et comme comburant le dioxygène.

Il s'agit d'une combustion électrochimique, avec production simultanée d'électricité, d'eau et de chaleur. Pour mettre en œuvre cette réaction, on dispose de deux électrodes (l'anode et la cathode) séparées par un électrolyte (milieu bloquant le passage des électrons mais laissant circuler les ions).

Couples mis en jeu : $H^+_{(aq)} / H_{2(g)}$ et $O_{2(g)} / H_2O_{(l)}$

D'après <http://www.cea.fr>

Schéma simplifié d'une pile à hydrogène

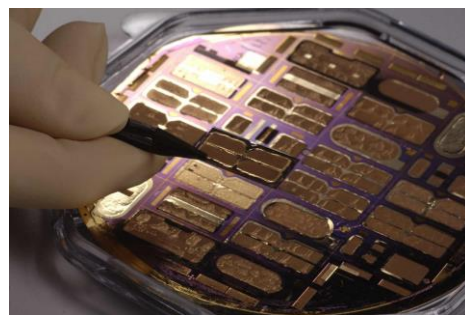


Document 3 Les applications de la pile à combustible

Le CEA étudie l'ensemble des mécanismes déterminant les performances, le vieillissement et les dégradations des piles à combustible, ainsi que leur prix. Ce savoir-faire sur les piles à combustible permet de répondre à des marchés de niche, comme ceux des drones militaires, du matériel agricole, des bateaux de tourisme, des chariots élévateurs, des centrales de secours et des systèmes de climatisation...

D'après <http://www.cea.fr/jeunes/medias/phototheque/energies-renouvelables/les-piles-a-combustibles/micros-piles-a-combustible>

Micro-PAC pour une application en téléphonie



L'inventeur du stylo bille Bic se lance officiellement dans la pile à combustible. Les chargeurs seront alimentés par des cartouches à hydrogène mises au point par Bic. Ces petits boîtiers permettront de recharger les batteries d'ordinateurs, de GPS ou de tablettes et de les alimenter directement en électricité. Une telle innovation, si la société réussit à la commercialiser à un prix très faible, pourrait devenir incontournable auprès des populations nomades et dans les pays en développement.

D'après <http://www.lefigaro.fr> du 30/11/2011

Répondre aux questions suivantes l'aide des documents précédents et de la vidéo animée ci-dessous :

- 1. Quelle conversion d'énergie se produit dans une pile à combustible ?
- 2. La pile à combustible nécessite une alimentation en O_2 et H_2 .
 - D'où provient le dioxygène ? D'où provient le dihydrogène dans l'exemple d'application du doc. 3 ?
 - Pourquoi entend-on souvent dire que la pile à combustible est non polluante ?
- 3. Repasser le sens du courant électrique dans le circuit électrique du schéma du doc.2. En déduire la polarité des électrodes puis le sens de déplacement des électrons dans le circuit.
- 4. En déduire la nature des réactions aux électrodes. On écrira les deux demi-réactions qui se produisent dans la pile à hydrogène.
- 5. Donner alors l'équation de la réaction de fonctionnement de la pile à hydrogène.

la vidéo :



<http://bit.ly/PACanimvideo>

- ☞ Mettre en marche, à l'aide du professeur, la mini-pile à hydrogène disponible au labo. Les réservoirs de H_2 et O_2 sont pleins (volume de chaque réservoir $V = \dots\dots\dots$)
 - Noter l'heure exacte où la pile commence à se décharger dans la résistance de $1\ \Omega$: $\dots\dots\dots$
 - Noter l'intensité du courant supposé constant qui circule dans le circuit : $I \approx \dots\dots\dots$
 - Lorsqu'un des réservoirs est vide, la pile est usée. Noter l'heure exacte de fin de décharge : $\dots\dots\dots$
- 6. Calculer la quantité d'électricité maximale délivrée par la pile à hydrogène (appelée aussi capacité) q_e .
- 7. Déterminer, à partir du volume de gaz consommé, la quantité de matière d'électrons n_e qui a circulé pendant la décharge. Retrouver alors la capacité de la pile q_e .

Données : capacité (charge en coulomb C) : $q_e = I \times \Delta t$ avec l'intensité I du courant en A et Δt la durée de décharge en s ; constante de Faraday = $96,5\text{ kC.mol}^{-1}$; volume molaire $V_m = 24\text{ L.mol}^{-1}$.

2 Etude expérimentale des piles fer-cuivre et zinc-cuivre

- ☞ Dans un petit bécher, introduire 20 mL d'une solution de sulfate de cuivre (II) à $0,10\text{ mol.L}^{-1}$ et une plaque de cuivre préalablement décapée et munie d'une pince crocodile.
- ☞ Dans un autre petit bécher, introduire (en fonction de votre groupe) :
 - soit 20 mL de solution de sulfate de fer (II) à $0,10\text{ mol.L}^{-1}$ et une plaque de fer préalablement décapée.
 - soit 20 mL de solution de sulfate de zinc (II) à $0,10\text{ mol.L}^{-1}$ et une plaque de zinc préalablement décapée.
- ☞ Plier en 2 une bande de papier-filtre de largeur 2 cm et de longueur 10 cm puis la plonger complètement dans une solution de nitrate d'ammonium à 1 mol.L^{-1} . La récupérer pour la suite à l'aide d'une pince à épiler.
- ☞ Introduire une des extrémités de cette bande de papier-filtre dans chacun des béchers préparés ci-dessus : elle servira de pont salin.
- ☞ Brancher, entre les deux plaques métalliques, une résistance de $22\ \Omega$ en série avec un milliampèremètre (le sens de branchement de l'ampèremètre retenu sera celui qui permet d'observer un courant positif).
- 8. Schématiser la pile en s'aidant du schéma de l'activité sur les piles. Préciser les bornes « Com » et « I » de l'ampèremètre et le sens du courant dans le circuit réalisé.
- 9. Comment peut-on mesurer la tension aux bornes de ce générateur ?
 - ☞ Expliquer et réaliser la mesure en précisant le sens de branchement du voltmètre.
- 10. En déduire la polarité des électrodes. Ce résultat est-il en accord avec le sens du courant ? Noter les polarités sur le schéma.
- 11. À partir sens du courant, déduire celui des porteurs de charge dans les fils métalliques et les électrodes.
- 12. À partir des réponses précédentes et de l'observation de l'état des électrodes au bout de 10 minutes, écrire les demi-équations d'oxydoréduction aux électrodes et l'équation décrivant le fonctionnement de la pile.
- 13. Identifier l'anode et la cathode sachant qu'il y a toujours oxydation à l'anode et réduction à la cathode.
- 14. Comment évoluent les concentrations des ions en solution dans chaque compartiment de la pile ?
- 15. En déduire le sens de déplacement des porteurs de charge dans le pont salin. Quel est son rôle ?

3 Comparaison des 3 piles

- 16. Qu'ont en commun les 3 piles étudiées ? Quelles sont leurs principales différences ?