



Piles à Combustibles

B. Hahmah

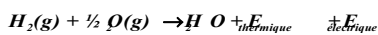
email: mah2bouziane@yahoo.fr

Durant les dernières décennies des études technico-économiques visant à l'amélioration des systèmes énergétiques ont démontré l'intérêt des énergies renouvelables dans le développement durable. Leur développement à une échelle significative sera possible avec l'intégration de l'hydrogène, qui est présenté de plus en plus comme le vecteur énergétique de l'avenir. Non polluant et très abondant, il peut constituer la solution à terme aux problèmes d'épuisement des ressources fossiles et de pollution par l'émission des gaz à effet de serre.

Les différentes qualités de l'hydrogène le font choisir comme vecteur énergétique d'avenir, en plus un candidat potentiel pour l'approvisionnement des sites, des réseaux isolés dans les régions du Sud ou dans les zones rurales, pour ces nombreuses applications dans les différents secteurs (transports, habitat, industrie, etc.). L'une de ces applications les plus intéressantes est la pile à combustible, qui présente des rendements bien meilleurs que les moteurs thermiques classiques, puisqu'elle n'est pas limitée par le cycle de Carnot. Elle connaît depuis quelques années un regain d'intérêt de la part des laboratoires de recherche et d'un nombre croissant d'industriels.

PILES A COMBUSTIBLE

La pile à combustible (PAC) est un générateur d'électricité qui convertit directement l'énergie interne d'un combustible en énergie électrique, par une réaction d'oxydoréduction. La pile à combustible fonctionne selon le mode inverse de l'électrolyse de l'eau.



Dans sa structure et fonctionnement, la pile à combustible est simple ; une pile

est un empilement de plusieurs dizaines de cellules de très faible épaisseur dont chacune est constituée de deux électrodes et un électrolyte liquide ou un polymère. Les piles à combustibles se différencient des autres piles électrochimiques à fonctionnement classique par le fait que les réactifs sont renouvelés, les produits sont évacués en permanence, et les matériaux constituant les électrodes ne sont pas consommables avec le temps ou en fonction de l'usage, la structure (électrodes, électrolyte et sites réactifs) ne réagit pas, et reste invariante dans le temps, pas de déchets, et n'utilisant pas de substances toxiques. Ce qui donne aux piles à combustibles une durée de vie importante, plus de 40000 heures, une autonomie de fonctionnement plus fiable, un temps d'approvisionnement plus long, et aussi un temps de recharges beaucoup plus court que les batteries rechargeables.

Dans la pratique une cellule élémentaire de pile à combustible produit une tension assez faible (entre 0,6 et 1 V), les piles sont constituées de ces cellules élémentaires mises en parallèle ou en série pour obtenir la puissance voulue.

Il existe trois familles de technologies de piles à combustible :

A basse Température : comme la PEMFC à Membrane échangeuse de protons, et la DMFC au Méthanol direct,

A moyenne Température : comme la AFC Alcalines, et la PAFC Acide phosphorique,

A haute Température : comme la MCFC à Carbonate fondu, et la SOFC à Oxyde solide.

Mais les piles à basses ou à moyennes températures sont les plus avancées, et ont atteint le stade pré-commercial et

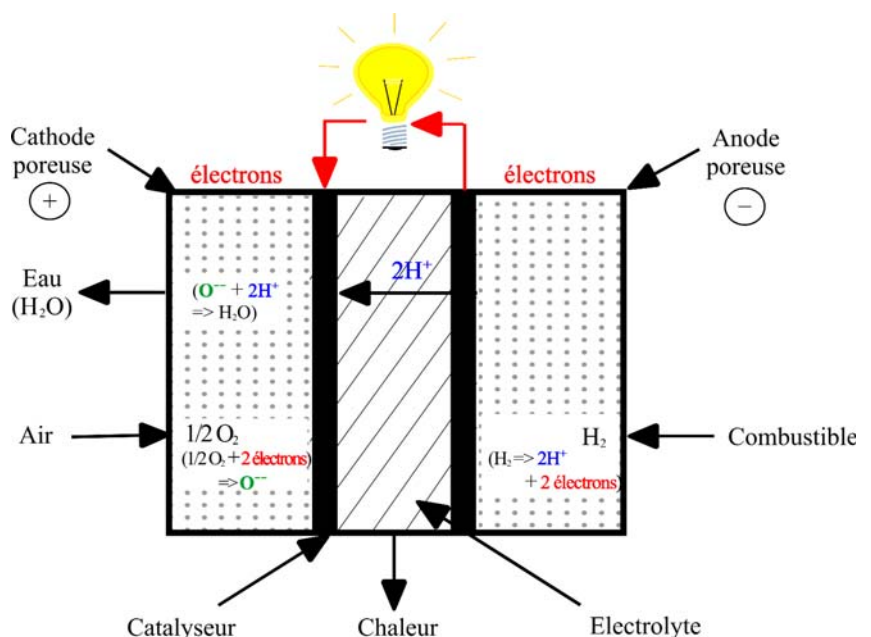


Figure 1 : Schéma de principe d'une cellule élémentaire d'une pile à combustible

commercial. Les piles alcalines (AFC) ont été les plus utilisées dans l'espace, mais aujourd'hui on leur préfère les piles à membranes échangeuses de protons (PEMFC) plus adaptées à un marché de masse (portable, transport, stationnaire,...), et d'une gamme de puissance allant de 1 W à 10 MW.

Les qualités intrinsèques des piles à combustibles, production de l'électricité à un rythme uniforme à diverses températures de fonctionnement, silencieuses, hauts rendements énergétiques, zéro émissions polluantes (en utilisant de l'hydrogène), uniquement de la vapeur d'eau comme rejet, offrent un potentiel d'application important dans les transports en particulier en milieu urbain, ainsi que pour la production d'électricité décentralisée.

Dans les sites isolés l'utilisation conjointe d'un générateur photovol-

taïque et d'une pile à combustible semble tout à fait séduisante dans les systèmes utilisant l'énergie solaire pour la production électrique, dès lors que le couplage est réalisé à travers un électrolyseur qui absorbe l'énergie solaire en excès afin de produire le combustible pour la pile à combustible.

De nombreuses questions restent encore au cœur des travaux de recherches, avant de pouvoir offrir des systèmes fiables à un prix avantageux, puisque le coût d'achat d'une pile à combustible reste encore très élevé (de 750 €/kW à 4500 € par kW installé) six fois plus que celui des autres sources d'énergie :

- Les nouveaux matériaux pour l'électrolytes, anode, cathode, et les plaques bipolaires,

- Les réactions catalytiques aux électrodes, et la réduction de la quantité de catalyseur,

- L'humidification des membranes d'électrolytes, et la gestion des produits,

- L'optimisation du système, les techniques de modélisation et de dimensionnement.

Ces progrès techniques attendus et la baisse des coûts par une production de masse devraient permettre aux piles à combustibles de pénétrer le marché d'une manière significative à moyen terme.

suite de la page 13

certaines espèces d'algues et ce avant que ne se manifeste l'effet inhibiteur de l'oxygène.

Actuellement on commence à entrevoir la fin du pétrole bon marché ainsi que l'épuisement de nos richesses pour les années à venir.

Aussi, la prise de conscience collective en faveur de la lutte contre l'effet de serre a entraîné les chercheurs en particulier l'équipe biohydrogène de la division Bioénergie et Environnement du Centre de Développement des Energies Renouvelables dans de nouvelles voies de recherches parmi celles-ci l'utilisation de la biomasse algale comme source d'énergie. Cette dernière se développe à la surface de la terre réalisant simultanément le captage et le stockage de l'énergie que l'on peut restituer sous forme de carburants ou de combustibles en particulier l'hydrogène, inépuisable et non polluant annoncé comme le vecteur d'énergie propre des prochaines décennies qui transformera notre vie.

USAGES

L'hydrogène sert à gonfler les ballons sondes, il est remplacé cependant dans

les aérostats par l'hélium, non explosif. Ces propriétés thermiques le font choisir comme fluide de refroidissement des machines électriques rotatives à grande vitesse et à grande puissance, tels les turboalternateurs. Il sert à alimenter les chalumeaux pour soudure autogène, il sert à réaliser de nombreuses synthèses industrielles comme celle de l'acide chlorhydrique, de l'ammoniaque, de l'alcool méthylique, des combustibles liquides. Il peut servir à réduire certains oxydes

en métal. En outre, il réagit avec de nombreux oxydants en libérant une grande énergie. C'est pour cela qu'il est le meilleur carburant actuel. D'ailleurs, les deux étages supérieurs de Saturne V fonctionnaient grâce à ce combustible, le moteur HM7B du 3ème étage d'Ariane IV contenait 10.6 tonnes d'hydrogène. Enfin, c'est le carburant de choix de la pile à combustible.



ARIANE IV