



## Vélo électrique à hydrogène

MEDJEBOUR Rafik  
 Ingénieur de soutien à la recherche  
 Division Hydrogène Energies Renouvelables - CDER  
 E-mail: r.medjebour@cder.dz

À u cours de ces dernières années, l'utilisation des piles à combustibles à membrane échangeuse de proton ou PEMFC (Proton Exchanger Membrane Fuel Cell) dans le domaine des transports a suscité un grand intérêt dans le monde entier. Ceci est dû aux nombreux avantages offerts par cette dernière, tels que l'impact environnemental positif, l'efficacité élevée, la faible température de fonctionnement, la haute densité de puissance, la rapidité au démarrage et à la réponse aux changements de charge, la simplicité, la longue durée de vie, etc. (1)

Les vélos électriques offrent un mode de transport moins cher et efficace. Ils sont devenus de plus en plus populaires dans le monde. Typiquement, les vélos électriques utilisent une source d'énergie de faible puissance pour tourner un petit moteur fixé au moyeu de la roue. Les piles de type PEMFC ont été considérées comme une source d'alimentation directe dans les moteurs électriques ou bien, comme générateur de charge d'une batterie qui à son tour entraîne le moteur électrique.

Notre projet consiste à réaliser un vélo électrique alimenté par une pile à combustible de type PEMFC, qui peut atteindre une vitesse de 20 km/h sur pente à 2%.

### Description de la pile à combustible PEMFC

Comme le montre la figure 1, une cellule de pile à combustible est constituée de deux électrodes (anode et cathode) formées d'une zone réactionnelle et d'une couche de diffusion, séparées par un électrolyte, l'ensemble est entouré de deux plaques bipolaires qui distribuent les réactifs.

Les systèmes piles PEMFC convertissent directement une énergie chimique en énergies électrique et thermique. Cela se fait par dissociation à l'anode de l'hydrogène en protons par oxydation tandis que l'eau est produite à la cathode par réduction de l'oxygène selon les équations de bilan (1):

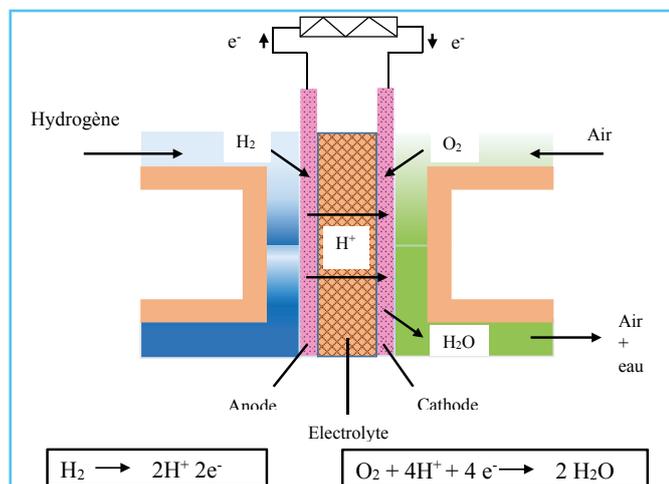
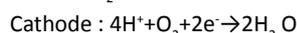
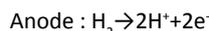


Figure 1: Schéma synoptique d'une cellule de pile à combustible PEMFC



La réaction globale est donc :  $\text{H}_2 + 1/2 \text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O}$

### Dimensionnement du vélo électrique

Il s'agit de modéliser le déplacement en vélo à partir des paramètres du mouvement afin d'identifier les besoins en couple et en puissance appliquée au moyeu du vélo.

On s'intéresse au déplacement d'un cycliste sur une pente d'angle  $\alpha$  représenté de façon simplifiée sur le schéma de la figure 2.

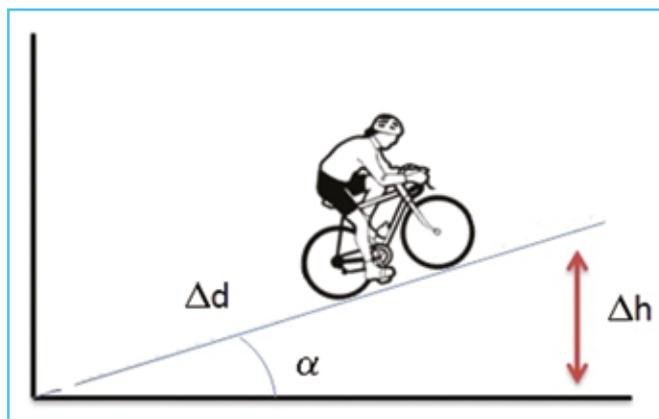


Figure 2: Représentation des forces appliquées pour un cycliste (3)

Afin de déterminer la puissance  $P_m$  nécessaire au déplacement du cycliste, une étude dynamique et aérodynamique a été menée sur le système [Vélo + cycliste].

Cette étude nous a permis de tracer l'abaque des puissances nécessaires pour une vitesse donnée, paramétrées en fonction de la pente. Les résultats sont reportés en figure 3.

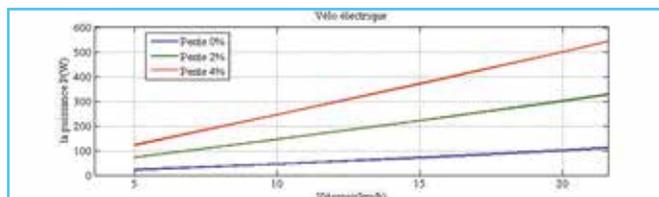


Figure 3: Puissance en Watt à appliquer à la roue arrière en fonction de l'inclinaison de la route et de la vitesse.

La figure 3 montre que la puissance requise par la machine électrique du vélo pour atteindre une vitesse de 20 km/h sur une pente de 2% est de l'ordre de 300 watts.

Les spécifications de la pile à combustible utilisée dans le vélo (Fabriquée par Horizon Fuel Cell Technologies) sont répertoriées dans le tableau 1. La pile comprend 60 cellules avec une puissance de 300W.



Tableau 1 : Caractéristiques techniques de la pile à combustible

Paramètres	Valeurs
Nombre de cellule	60
Puissance maximale (W)	300
Voltage Nominale (V)	36
Courant nominale (A)	8.3
Pression d'alimentation (bar)	0.65
Débit d'alimentation en hydrogène (l/min)	3.9

La pile non seulement alimente le moteur électrique, mais est aussi nécessaire pour le fonctionnement d'autres sous-systèmes (2). Comme le montre la figure 4, les composants du système étudié comprennent une pile à combustible, une bouteille d'hydrogène de type hydrure métallique, un moteur électrique et un microcontrôleur.

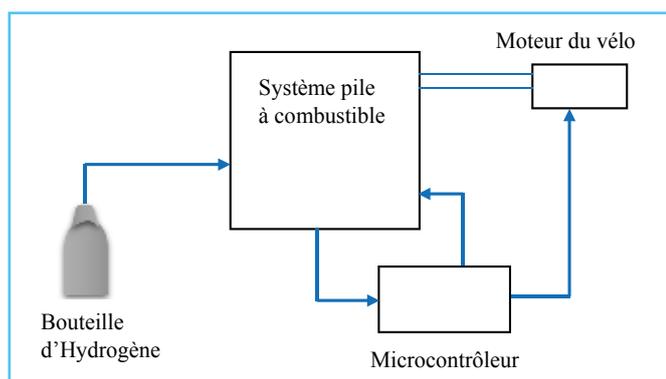


Figure 4: Schéma synoptique du système utilisé à la réalisation du vélo électrique

## Conclusion

Ce projet a été réalisé dans le cadre du programme d'engineering de la division hydrogène, le vélo électrique alimenté par une pile à combustible de type PEM a été dimensionné avec succès. L'information acquise avec cette expérience permettra la maîtrise technologique et sera utile dans notre laboratoire pour de plus amples développements sur cette technologie.

En perspective, le dispositif est aussi mené dans l'intention de dissémination de la technologie de l'utilisation de l'hydrogène en tant que carburant et de l'accélération de son acceptation et de son adoption par le public.

## Références

1. S.M. SharifiAsl, S. Rowshanzamir, M.H. Eikani.2010: Modelling and simulation of the steady-state and dynamic behaviour of a PEM fuel cell, International Journal of Energy, vol.35; p. 1633-1646.
2. J.J. Hwang, D.Y. Wang, N.C. Shih, D.Y. Lai, C.K. Chen.2004 : Development of fuel-cell-powered electric bicycle, Journal of Power Sources, vol.133 ; p. 223-228.
3. <http://le-triple-effort.fr/la-dure-loi-de-la-pesanteur>

**La Division Hydrogène Energies Renouvelables  
du Centre de Développement des Energies Renouvelables  
Organisera le 27-28 Mars 2016  
Un symposium sur l'hydrogène durable  
(International Symposium on Sustainable Hydrogen « ISSH2 »)**



International Symposium on Sustainable Hydrogen  
Algiers, 27-28 March 2016