

MASQUELIER Maximilien  
SIMOULIN Kelly  
PESCHARD Antoine  
VERBE Priscille

## T.P.E

Thème : Environnement et progrès

### La pile à combustible



<http://csimg.webmarchand.com/>

Année 2012/2013

# SOMMAIRE

## I. Introduction

## II. La pile à combustible

- 1) *Définition*
- 2) *Historique*
- 3) *Principe de fonctionnement*

## III. Domaines d'utilisations

- 1) *Les différents domaines*
- 2) *L'automobile*

## IV. Développement durable et coût de la pile à combustible

- 1) *Impact sur l'environnement*
- 2) *Coût de la pile à combustible*

## V. Conclusion

## VI. Bibliographie

# I. Introduction

De nos jours, les énergies fossiles se font de plus en plus rares. Donc, pour produire plus d'énergie et en gaspiller le moins possible, nous devons nous tourner vers des énergies renouvelables qui sont très peu nombreuses actuellement (par exemple les énergies éoliennes, solaires, hydrauliques...) Ces types d'énergies ne sont pas assez développés pour le moment et ne produisent pas assez d'énergie comparé à leur prix. Du fait de leur faible production, elles ne peuvent pas répondre à une attente mondiale.

C'est pourquoi il est nécessaire d'inventer de nouvelles technologies de production d'énergie renouvelable afin de pouvoir répondre à cette attente mondiale.

Nous nous sommes donc posé la question ci-dessous :

**La pile à combustible est-elle une source d'énergie compatible avec le développement durable ?  
Est-elle une alternative aux énergies fossiles ?**

Nous avons ainsi choisi de travailler sur une pile à combustible parmi les autres.

Nous allons nous intéresser ici à la pile à hydrogène dans l'automobile.

Il s'agit d'une filière dans laquelle on pourrait se tourner vers le futur. En effet, nous roulons au Diesel qui pollue moins que l'essence, cependant nous avons déjà essayé de rouler avec du gaz pétrole liquéfié qui rejette moins de CO<sub>2</sub> et NO.

## II. La pile à combustible

Dans cette partie, nous définirons la pile à combustible, puis nous vous parlerons de son créateur ainsi que son principe de fonctionnement.

### 1) Définition

Une pile à combustible est un générateur électrochimique d'énergie qui permet de transformer de l'énergie chimique en énergie électrique sans passer par l'énergie thermique.

Un générateur électrochimique est un générateur de tension continue, et rechargeable.

Parmi toutes les piles à combustible, nous avons choisi d'étudier la pile à combustible à hydrogène. Une pile à hydrogène est composée de dihydrogène et de dioxygène. Le dioxygène est une molécule composée de deux atomes d'oxygène, notée O<sub>2</sub>. Et le dihydrogène est une molécule comportant deux atomes d'hydrogène, de formule chimique H<sub>2</sub>.

## 2) Historique

Christian Friedrich Schönbein.



<http://fr.wikipedia.org>

Sir William Grove

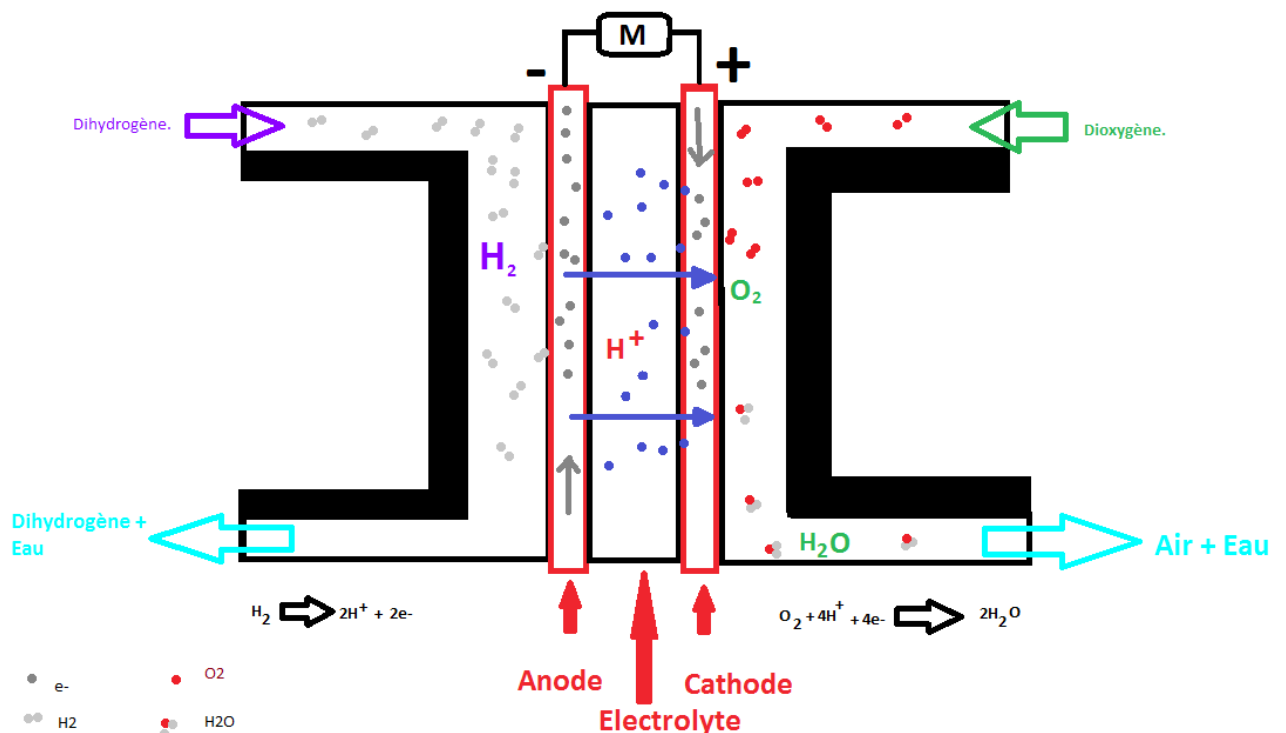


<http://www.google.fr/imgres>

La pile à combustible à hydrogène a été étudiée avant sa fabrication par plusieurs chercheurs. Sir William Grove (né le 11 juillet 1811, mort le 1<sup>er</sup> août 1896) est considéré comme l'inventeur de la pile à combustible en ayant réalisé le premier modèle de cette pile, en 1839, en s'appuyant sur les recherches de Christian Friedrich Schönbein (né le 18 octobre 1799, mort le 29 août 1866), qui, lui, a observé en premier les principes de cette pile en 1838.

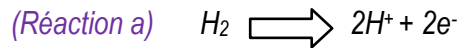
Or, entre l'essai de la pile à combustible, et sa réalisation, il aura fallu attendre un siècle, car les coûts des matériaux utilisés dans cette pile étaient élevés. (Ils le sont d'ailleurs encore aujourd'hui.)

## 3) Principe de fonctionnement

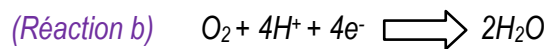


La pile à combustible est constituée de deux électrodes : l'anode, et la cathode. (En rouge sur le schéma précédent). Ces deux électrodes sont séparées par un électrolyte (c'est un matériau qui bloque le passage des électrons).

L'anode est chargée en dihydrogène ( $H_2$ ) provenant d'un réservoir, et la cathode est chargée en dioxygène ( $O_2$ ). Dans l'anode, les molécules de dihydrogène se dissocient pour former des ions hydrogène ( $H^+$ ) et perdent donc un électron ( $e^-$ ) (*réaction a*). Les ions hydrogène se diffusent alors dans l'électrolyte. De plus, les électrons sont contraints de passer dans le moteur dans un sens bien précis (de l'anode vers la cathode), un courant électrique continu est donc créé.



Dans la cathode, les ions d'hydrogène, les électrons et le dioxygène se combinent pour former de l'eau (*réaction b*). Cette réaction produit de la chaleur (qui pourrait être récupérée et utilisée). La pile à combustible continue de fonctionner tant que celle-ci est approvisionnée en dihydrogène et en dioxygène.



### III. Domaines d'utilisation

Aujourd'hui, nous vivons dans un monde où nous avons besoin de beaucoup d'énergies dans plusieurs domaines. Nous allons donc vous donner des exemples de différents domaines dans lesquels la pile à hydrogène est utilisée.

#### 1) Les différents domaines

Tout d'abord, la pile à hydrogène est utilisée dans les tracteurs dont un prototype a été présenté par Loïc Morel.



<http://www.terre-net.fr>

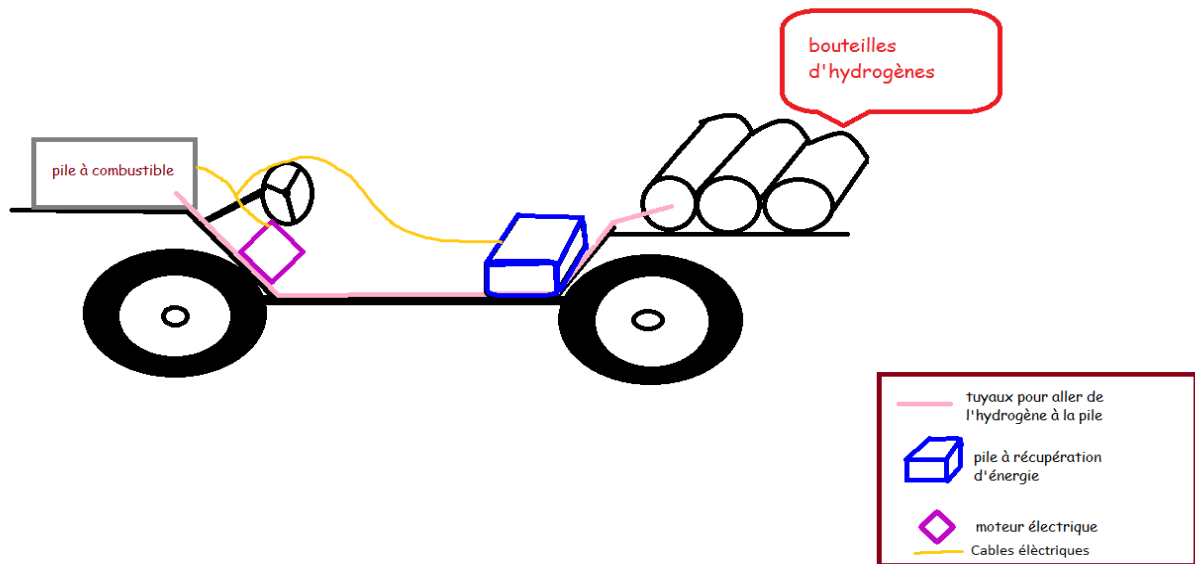
Le système de piles à combustible à hydrogène transforme l'hydrogène en électricité, qui alimente les deux moteurs électriques.

Le tracteur ne produit aucune émission. Seule une faible quantité d'eau, sous forme de vapeur, est produite par les piles à combustible.

Cela a des avantages : c'est silencieux, et il n'y a pas d'émission de  $CO_2$ .

D'autres applications ont vu ou verront le jour d'ici peu. Ainsi, l'Hydrogen Flying Tour est un avion mis au point en 2009. Cet engin est propulsé uniquement par des moteurs alimentés par des piles à hydrogène. Dans le même ordre d'idée, on peut citer les téléphones et/ou les ordinateurs dont la charge de la batterie utilise une technologie similaire.

## 2) L'automobile



L'automobile contenant la pile à combustible à hydrogène roule silencieusement. Les bouteilles d'hydrogènes sont placées dans des bouteilles en fibre de carbone, situées à l'arrière de la voiture. Elles sont reliées par des tuyaux afin d'acheminer l'hydrogène à la pile à combustible, à l'avant de la voiture, qui fabrique de l'électricité. Cela alimente le moteur électrique et la pile à récupération d'énergie. Au contact de l'oxygène, de la vapeur d'eau se forme : celle-ci sera l'émission de la voiture.

L'automobile est donc plus autonome qu'une voiture à batterie. En effet, elle aura une autonomie de 400km. Quant au prix, il sera de 30 euros pour faire environ 400km.

Mais il existe également des véhicules lourds, comme par exemple les bus (cf. image ci-dessous), qui roulent à l'aide d'une pile à combustible. Le premier prototype a été créé en 1997 par Daimler-Benz, et, peu de temps après, cela fut commercialisé. Nous pouvons constater désormais que des villes européennes comme Oslo, Strasbourg ou Las Vegas utilisent ce type de bus. Ils ont de nombreux avantages, comme le silence lorsqu'ils sont en fonctionnement ou encore leur respect pour l'environnement.



<http://www.moteurnature.com/>

## IV. Développement durable et coût de la pile à combustible

### 1) *Impact sur l'environnement*

La pile à combustible fonctionne avec de l'hydrogène pur ou du gaz naturel et de l'eau qui ne rejette ni oxyde de soufre ni particule, c'est donc un rêve écologique. Pour que la pile à combustible s'inscrive dans le développement durable, il faudrait que l'hydrogène soit composé à partir d'énergies renouvelables. L'hydrogène est l'élément chimique qui est le plus présent sur notre planète.

Toutefois, il faut savoir que la production du dihydrogène n'est pas sans conséquence pour l'environnement car il est principalement fabriqué à l'aide de gaz naturel et de ressources fossiles dont la transformation génère du CO<sub>2</sub> qui est un mauvais point pour la lutte contre l'effet de serre. Nous pouvons aussi produire du dihydrogène à partir du nucléaire car les réacteurs rejettent de l'eau riche en dihydrogène et en oxygène. Cette technique est moins coûteuse mais le nucléaire rejette des déchets. Par conséquent, c'est peut-être une technique peu chère, mais qui produit en contre partie des déchets nucléaires.

La pile à combustible est, à l'heure actuelle, le moyen le moins polluant pour faire de l'énergie électrique, contrairement aux piles que l'on utilise tous les jours comme les piles alcalines qui laissent fuir, après quelque temps, de l'hydroxyde de potassium qui cause des irritations respiratoires et cutanées. Mais la pile la plus toxique et dangereuse pour l'environnement est celle au mercure, c'est pour cela qu'il est interdit d'utiliser cette pile.

### 2) *Coût de la pile à combustible*

Nous avons pensé à une pile à combustible car depuis plusieurs années le pétrole ne cesse d'augmenter. En effet, en novembre dernier il était à 109,3 \$ le baril de Brent.

Cependant, sa fabrication est très coûteuse à cause de la quantité non négligeable de platine nécessaire et au coût des membranes échangeuses d'ions. C'est l'un des inconvénients de la pile à combustible.

Il existe aussi d'autres inconvénients. En effet, les piles sont très chères car les catalyseurs sont faits avec des matériaux précieux comme de la platine qui, à l'heure actuelle, coûte 40 euros le gramme. Les matériaux qui composent la pile à combustible, comme les membranes et les catalyseurs de platine coûtent donc relativement chers.

Certes donc, la pile à combustible a ses inconvénients mais elle a aussi ses avantages.

En effet, cette pile est peu bruyante, émet peu de vibrations et ne pollue quasiment pas. Il faudrait donc trouver des matériaux moins coûteux afin de pouvoir produire et de développer cette pile en plus grande quantité.

## V. Conclusion

La pile à combustible à hydrogène semble être la solution aux problèmes liés aux énergies fossiles, qui engendrent la pollution de l'environnement, et le stock des énergies fossiles diminuant, ce serait une source propre pour l'environnement.

La pile à combustible s'inscrit dans plusieurs domaines, ce qui nous montre que nous pourrions supprimer les énergies et les remplacer par la pile à combustible. Néanmoins, il faudrait trouver une solution au coût des systèmes de la pile à combustible car ce coût est très important. Ainsi, il nous faudrait chercher une solution à ce problème afin de pouvoir la développer dans le monde et l'utiliser deux fois plus. Il faudrait aussi résoudre les problèmes de stockage du dihydrogène (qui est très polluant) ainsi que sa production car à l'heure actuelle 90% est utilisé avec des énergies fossiles.

Nous devons encore attendre quelques années pour voir cette pile se développer et s'implanter dans les industries. Toutefois, cela coûtera cher si l'on venait à tout changer pour l'utiliser dans notre vie ainsi que dans le secteur automobile.

Si la pile venait à se développer, elle changerait l'économie et serait la source d'énergie électrique la plus rentable dans quelques années. Cette pile a donc un avenir, même si quelques problèmes se posent. C'est au cours de son développement que l'on résoudra au fur et à mesure ces problèmes.

Cette pile est donc une voie à suivre pour améliorer notre vie.



## IV. Bibliographie

A4 technologies

Sciences et vie (2010)

Sciences & avenir (2004/2010)

C'est pas sorcier en vidéo

<http://www.membres.multimania.fr/>

<http://www.youtube.com/>

<http://www.wikipedia.org/>

<http://www.4p8.com/eric.brasseur/pilcomb.html>

<http://www.techno-sciences.net/>

<http://www.pileacombustible.free.fr/>

<http://www.fr.ekopedia.org/>

<http://www.google-image.fr/>

<http://www.futura-sciences.com/>

<http://www.mediadico.com/>

<http://www.developpementdurable.com/>

<http://www.master-ceder.ens.uvsq.fr>

<http://www.cea.fr/>

<http://www.planete-energies.com/fr>

<http://www.cmrtl.fr/>

<http://www.automobile-propre.com/>

<http://www.tomguide.fr/>

<http://www.terre-net.fr/>