

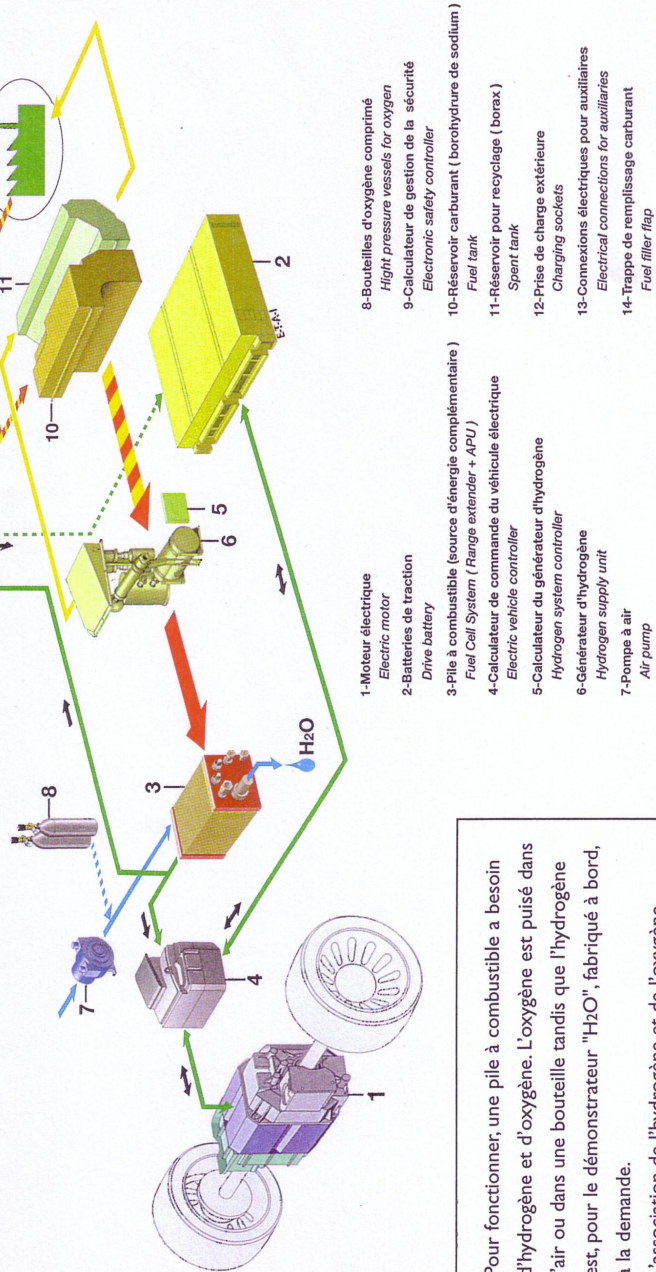




- |   |   |
|---|---|
| <p>1-Moteur électrique<br/>Electric motor<br/>Drive battery</p> <p>2-Batteries de traction<br/>Drive battery</p> <p>3-Pile à combustible (source d'énergie complémentaire)<br/>Fuel Cell System ( Range extender + APU )</p> <p>4-Calculateur de commande du véhicule électrique<br/>Electric vehicle controller</p> <p>5-Calculateur du générateur d'hydrogène<br/>Hydrogen system controller</p> <p>6-Générateur d'hydrogène<br/>Hydrogen supply unit</p> <p>7-Pompe à air<br/>Air pump</p> | <p>8-Bouteilles d'oxygène comprimé<br/>High pressure vessels for oxygen</p> <p>9-Calculateur de gestion de la sécurité<br/>Electronic safety controller</p> <p>10-Réservoir carburant ( borohydrure de sodium )<br/>Fuel tank</p> <p>11-Réservoir pour recyclage ( borax )<br/>Spent tank</p> <p>12-Prise de charge extérieure<br/>Charging sockets</p> <p>13-Connexions électriques pour auxiliaires<br/>Electrical connections for auxiliaries</p> <p>14-Trappe de remplissage carburant<br/>Fuel filler flap</p> |
|---|---|



## Comment marche une pile à combustible ?



- 1-Moteur électrique  
Electric motor  
Drive battery
- 2-Batteries de traction  
Drive battery
- 3-Pile à combustible (source d'énergie complémentaire)  
Fuel Cell System (Range extender + APU)  
Electric vehicle controller
- 4-Calculateur de commande du véhicule électrique  
Electric vehicle controller
- 5-Calculateur du générateur d'hydrogène  
Hydrogen system controller
- 6-Générateur d'hydrogène  
Hydrogen supply unit
- 7-Pompe à air  
Air pump
- 8-Bouteilles d'oxygène comprimé  
High pressure vessels for oxygen
- 9-Calculateur de gestion de la sécurité  
Electronic safety controller
- 10-Réservoir carburant (borohydrure de sodium)  
Fuel tank
- 11-Réservoir pour recyclage (borax)  
Spent tank
- 12-Prise de charge extérieure  
Charging sockets
- 13-Connexions électriques pour auxiliaires  
Electrical connections for auxiliaries
- 14-Trappe de remplissage carburant  
Fuel filler flap

Pour fonctionner, une pile à combustible a besoin d'hydrogène et d'oxygène. L'oxygène est puisé dans l'air ou dans une bouteille tandis que l'hydrogène est, pour le démonstrateur "H<sub>2</sub>O", fabriqué à bord, à la demande.

L'association de l'hydrogène et de l'oxygène entraîne une réaction électrochimique provoquant un déplacement des électrons qui produit simultanément de l'eau, de la chaleur et surtout de l'électricité.



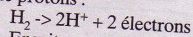
# L'hydrogène tombera-t-il pile ?

Non polluante, la pile à hydrogène a fait ses preuves sur les engins spatiaux. Elle nourrit aujourd'hui de nouvelles ambitions : propulser nos voitures, éclairer et chauffer nos maisons. Mais des difficultés subsistent.

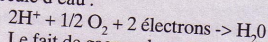
PAR RIADH ELLOUMI ET NICOLAS FORGET

**E**n théorie, c'est l'idéal. Au départ : de l'oxygène et de l'hydrogène – combustibles bon marché et facilement accessibles – ; à l'arrivée : une électricité « propre », sans déchets toxiques, ni nuisances... Le tout avec un excellent rendement et une fiabilité établie depuis des décennies sur des engins spatiaux. Bref, une solution si parfaite qu'on s'attendrait à la voir partout. Or, force est de constater qu'on est, sur ce point, loin du compte. Bien que la pile à hydrogène (ou à combustible) fasse aujourd'hui un retour dans les esprits, elle n'a toujours pas franchi le seuil de notre vie quotidienne. Pourquoi ? Parce qu'elle coûte cher, encore beaucoup trop cher, et ce, en particulier, à cause du platine qui entre dans sa construction.

Dans son principe, le fonctionnement d'une pile à hydrogène est simple. En présence de platine, une molécule d'hydrogène ( $H_2$ ) cède deux électrons au métal (anode) et se dissocie en un couple de protons :



Ensuite, quand ces protons percutent un atome d'oxygène en présence d'un métal capable de céder deux électrons (cathode), il se forme une molécule d'eau :



Le fait de gagner deux électrons à l'anode alors qu'il s'en libère deux à la cathode suffit à établir un courant électrique continu entre les deux pôles. C'est ce courant qui fait fonctionner les machines électriques. Quant au nom de pile à hydrogène, il tient au fait que c'est l'hydrogène qui fournit les électrons.

Voilà pour le principe. La construction pose plus de problèmes. Il faut faire en sorte que les

électrons libérés à l'anode ne réagissent avec l'oxygène que sur la cathode et nulle part ailleurs. Il faut donc les « forcer » à circuler dans un fil reliant les deux électrodes, ce qui revient à les empêcher de se promener dans le milieu qui sépare ces dernières et où ils produiraient des courts-circuits. Or, ce milieu, tout en étant « imperméable » aux électrons, doit laisser passer les protons. Autant de propriétés qui ne sont pas des plus courantes et qui, conjuguées au platine, contribuent à élever le prix de revient du dispositif. S'y ajoutent enfin :

1 – qu'une seule pile ne produit qu'une tension de 1,23 V au plus entre les électrodes, il en faut donc un grand nombre en parallèle pour atteindre des voltages intéressants ;

2 – que, pour des raisons d'encombrement, l'hydrogène doit être stocké non sous forme gazeuse mais condensée, sous une forte pression, dans des réservoirs très étanches et très résistants.

## DE NOMBREUX AVANTAGES

Tout cela suffit à justifier les quelque 3000 \$ (prix usine), soit environ 21000 francs, qu'il faut aujourd'hui compter pour une pile à hydrogène capable de produire une puissance d'un kilowatt. En comparaison, le coût d'un kilowatt d'une centrale thermique classique ou nucléaire s'étage entre 5000 et 10000 francs. De ce point de vue, le prix d'acquisition d'une pile à hydrogène reste dissuasif. Pourtant, si l'on tient compte de ses avantages – une source d'énergie électrique autonome et dont le « carburant » est très bon marché – l'investissement peut, à terme, s'avérer rentable. À ce jour, trois grands secteurs d'application sont concernés : l'automobile, les grou-

