

# Utilisation de l'hydrogène

*L'hydrogène (H<sub>2</sub>) est très énergétique : 142MJ par Kg*

## Pouvoir calorifique de différents combustibles

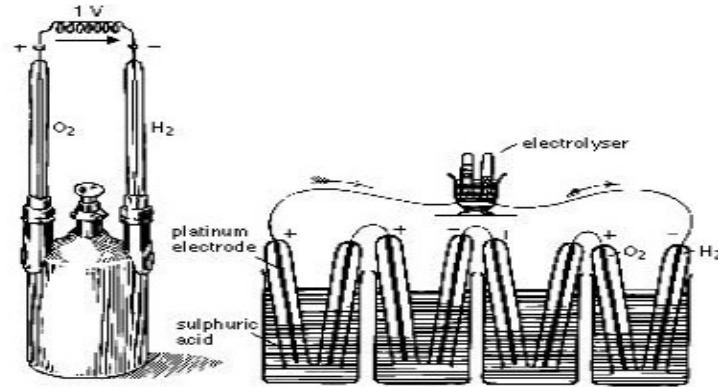
	MJ/Kg	Kwh/Kg
<b>charbon</b>	20	8
<b>Essence</b>	47	9
<b>Gasoil</b>	44	10
<b>gaz naturel</b>	50	10
<b>hydrogène</b>	142	39

L'hydrogène est un très bon combustible, utilisable pareillement dans les moteurs thermiques à la place de l'essence, l'éthanol et tous les gaz naturels ou pétrolier distillé.

L'hydrogène permet de produire directement de l'électricité en réalisant la synthèse de l'eau par pile à combustible.

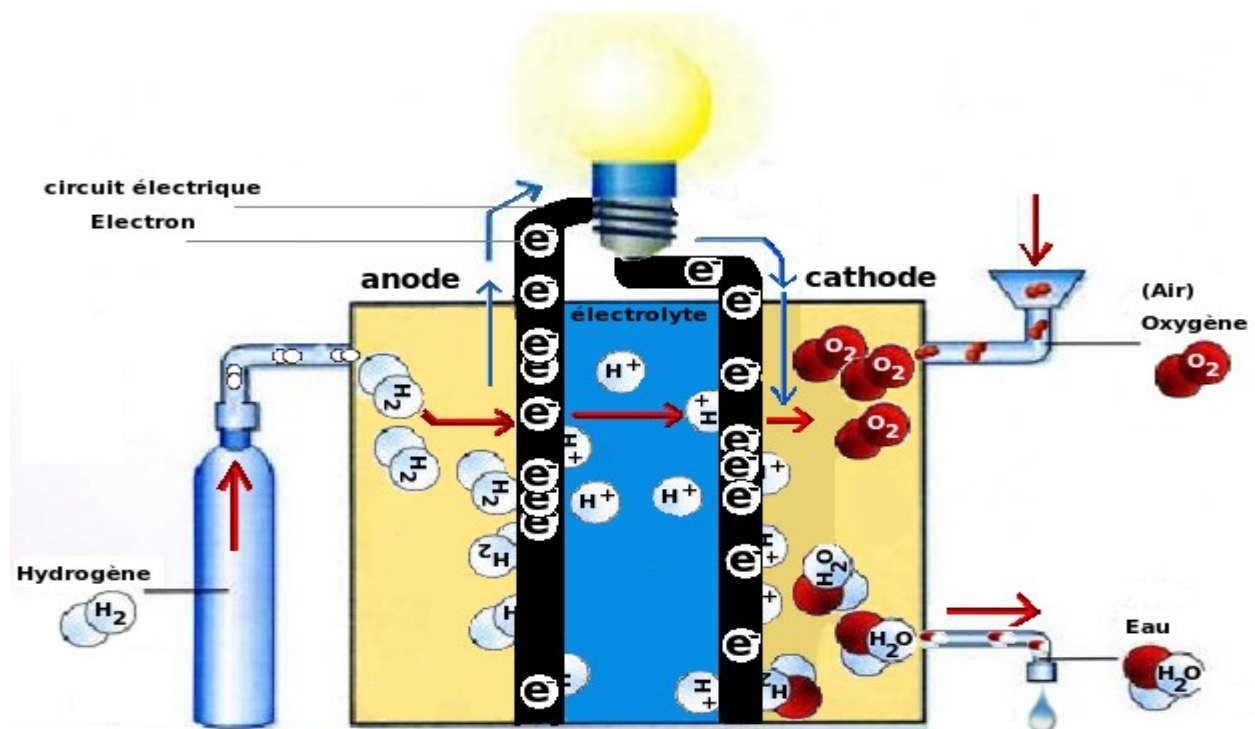
# 1) Mode de fonctionnement de la pile à combustible

Découvert en 1839 par William R. Grove, la pile à combustible est une électrolyse inversée.



## PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

L'oxygène ( $O_2$ ) à la cathode, attire les atomes d'hydrogène ( $H_2$ ) situés à l'anode. Pour rejoindre l' $O_2$ , les atomes d' $H_2$  doivent se diviser en ions  $H^+$ , car l'électrolyte bloque les électrons. Les électrons ( $e$ ) passent donc dans un circuit extérieur, générant un courant électrique, tandis que de leur côté les ions  $H^+$  traversent l'électrolyte et rejoignent l'oxygène pour former de l'eau ( $H_2O$ ). La réaction produit également de la chaleur qui peut-être récupérée. La pile à combustible donne un rendement énergétique pouvant atteindre 60%.



Une membrane polymère échangeuse de protons (type Nafion) peut remplacer l'électrolyte liquide classique alcaline (solution agressive et corrosive). ITM Power a mis au point une nouvelle membrane à base de polymère d'hydrocarbure pour les piles à combustible, la PEMFC (Proton Exchange Membrane fuel Cell), à un coût de 3,19 euros/m<sup>2</sup>, au lieu des 400 euros par mètre carré précédemment.

## 2) Production d'électricité

### A) PRODUCTION ÉLECTRIQUE AVEC GROUPE ÉLECTROGÈNE THERMIQUE ADAPTÉ AU GAZ POUVANT ÊTRE ALIMENTÉ EN HYDROGÈNE

L'hydrogène est utilisable dans les moteurs thermiques essence mis au gaz.

Rendement du moteur thermique à combustion interne alimenté en essence : 35%

Rendement du moteur thermique à combustion interne alimenté en gasoil : 37%

Rendement du moteur thermique à combustion interne alimenté en hydrogène: 42%

Rendement de turbine à gaz alimenté en hydrogène: 48%

Groupe électrogène à gaz Tide Power System  
Co LTD  
10 kVA - 1250 kVA



Groupe électrogène à gaz



Groupe électrogène à gaz GUASCOR POWER  
187 - 950 kW



Groupe électrogène au biogaz GUASCOR POWER  
273 - 1295 kVA



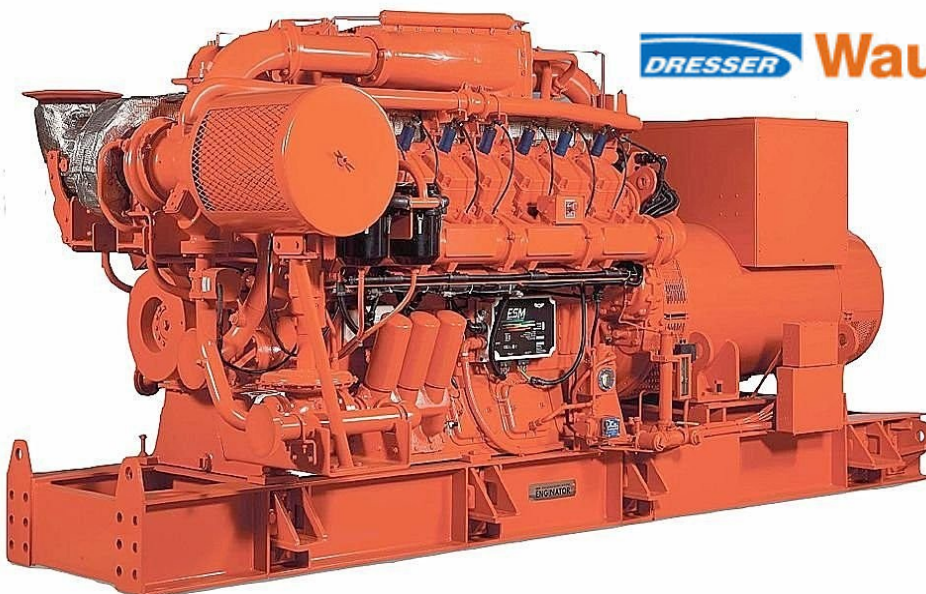
Groupe électrogène à gaz



Groupe électrogène à gaz CAPSTONE TURBINE  
81 kVA



Groupe électrogène à gaz



Groupe électrogène à gaz Dresser Waukesha

1 - 3 MW



Groupe électrogène à turbine à gaz OPRA  
Optimal Turbines B V  
1.85 MWe

Groupe électrogène à turbine à gaz Vericor Power  
Systems  
0.5 - 3.5 MW



Centrale thermique à turbine à gaz de 30 MW À 60 MW

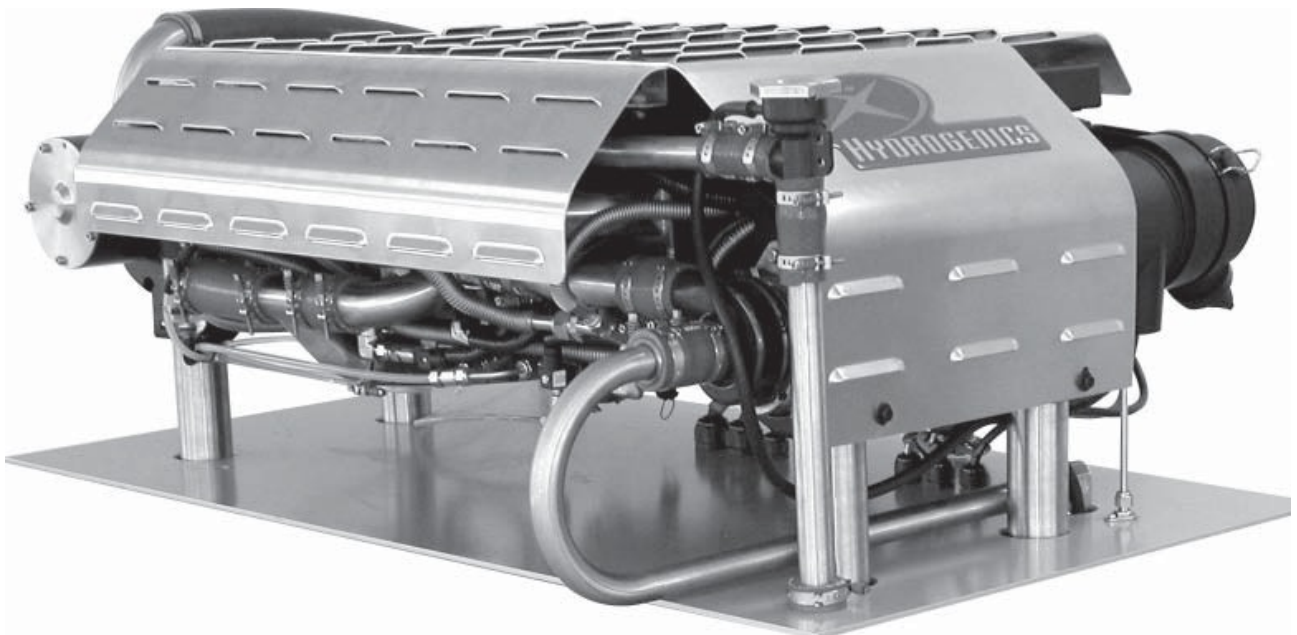


# B) PRODUCTION D'ÉLECTRICITÉ PAR PILE À COMBUSTIBLE D'HYDROGÈNE (P.A.C)

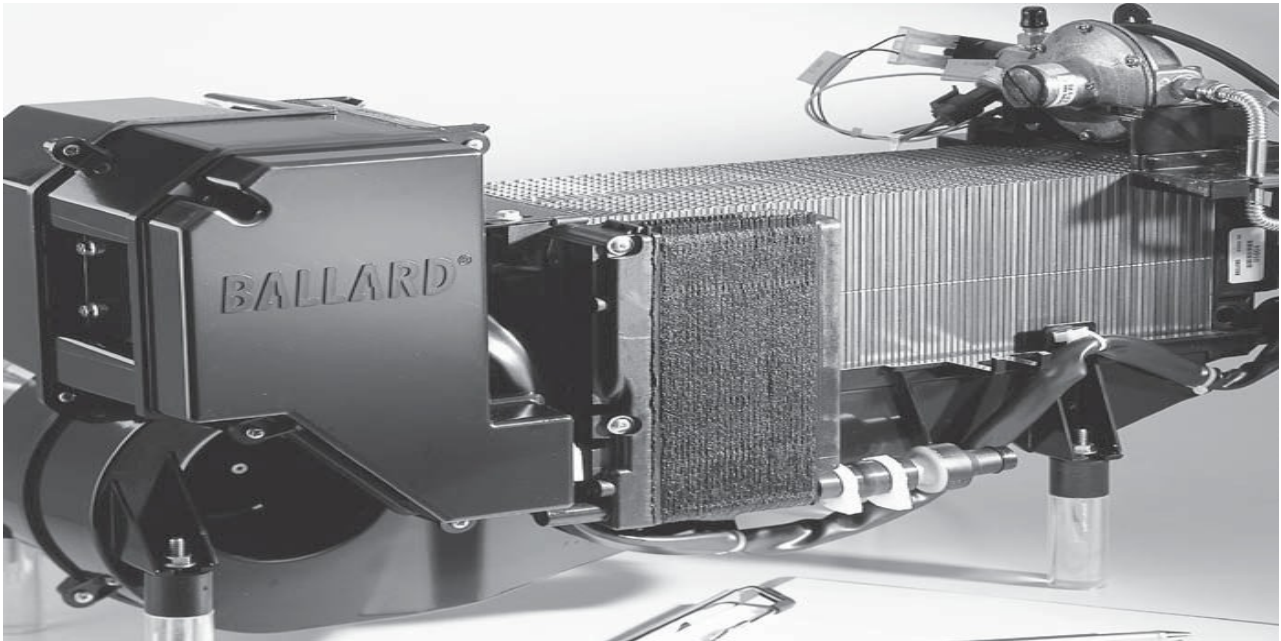
Générateur pile à combustible Rolls Royce



Pile à combustible de Hydrogenics



Pile à combustible **Nexa MD** de **BALLARD**



**Générateur électrique portable à pile à combustible Axane  
Auxipac™ : 0.5 - 5 kW**





10 kW



Générateur électrique pile à combustible Nippon Oil\* et Sanyo Electric

générateur électrique à piles à combustible BALLARD 250KW



Générateur pile à combustible Cinergy



Générateur pile à combustible  
Stuart Energy Systems inc.  
(Stuart)Vandenborre Hydrogen Systems

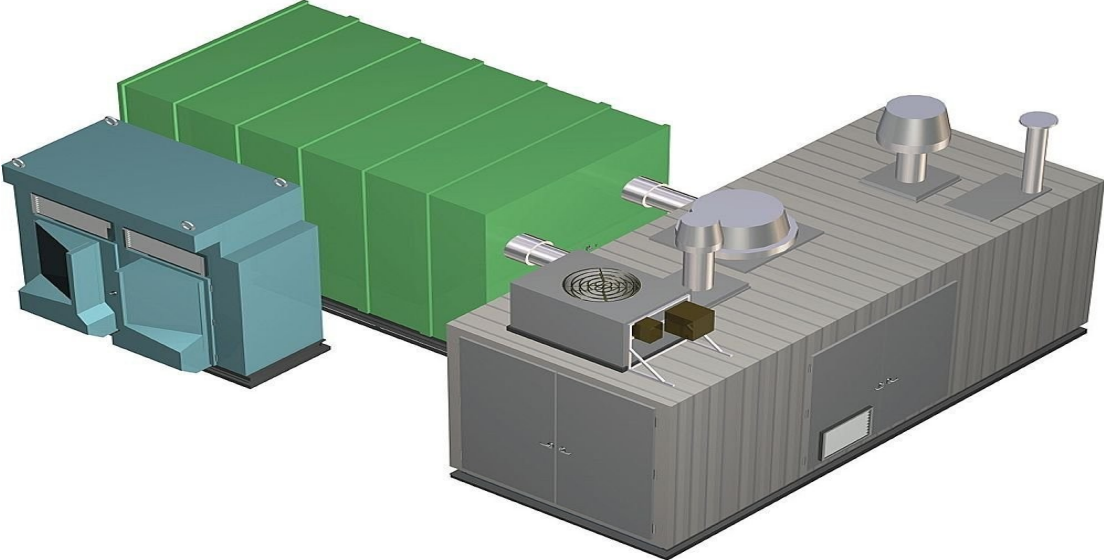


# GÉNÉRATEUR ÉLECTRIQUE À PILE À COMBUSTIBLE

FuelCell Energy 300 kW



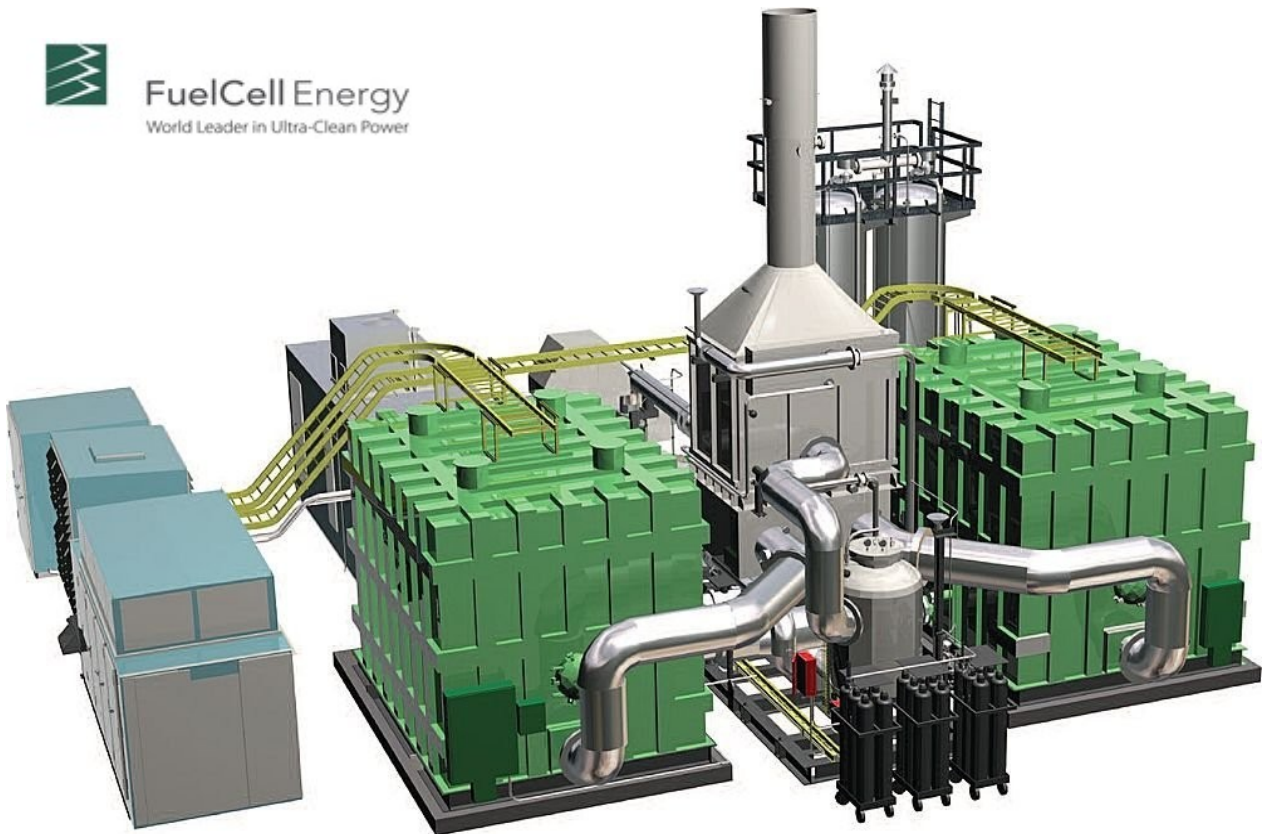
FuelCell Energy  
World Leader in Ultra-Clean Power



# Centrale électrique à pile à combustible FuelCell Energy 1.2 MW / 2.4 MW



FuelCell Energy  
World Leader in Ultra-Clean Power



### 3) Alimentation avec seulement de l'hydrogène pour la Voiture

A) L'hydrogène est utilisable dans les moteurs thermiques à la place de l'essence, comme le GPL ou le méthane (gaz naturel) et ne rejette que de l'eau à l'échappement (-citation de André Salaün, Docteur-ingénieur en chimie: " Pollution atmosphérique ", Ecologie et progrès, Editions naturellement, pp181-236, 1997-)



Le moteur essence traditionnel pour fonctionner à l'hydrogène ne nécessite que la modification habituelle au niveau du carburateur pour adapter un moteur essence à fonctionner au gaz.

Rendement du moteur thermique à combustion interne alimenté en essence : 35%

Rendement du moteur thermique à combustion interne alimenté en hydrogène: 42%

De nombreux constructeurs fabriquent déjà des voitures de séries avec un moteur essence ayant une carburation adapté pour fonctionner à l'hydrogène

**GMC, Sierra 1500 hydrogène**  
moteur à combustion thermique interne traditionnelle

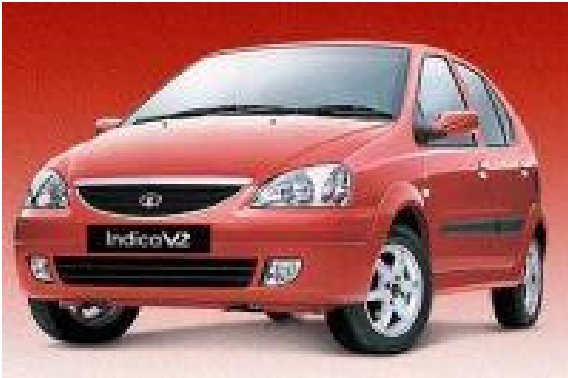


**Ford, Focus C-Max hydrogène**  
moteur à combustion thermique interne traditionnelle



**Lancia EcoChic Gamme GPL**  
moteur à combustion thermique interne traditionnelle





**Tata Motors, Indica V2 Xeta GPL**  
moteur à combustion thermique interne traditionnelle

**General Motors** avec gouverneur de Californie, Arnold Schwarzenegger, **HUMMER H2 SUT** **hydrogène**. moteur à combustion thermique interne traditionnelle



Le moteur utilisé, est une version suralimentée de véhicule original, le Vortec 6000. Le moteur est un 6 litres V8 à combustion thermique interne traditionnelle.

**BMW, Série 7 Hydrogen**

moteur à combustion thermique traditionnelle



Réservoir d'hydrogène liquide BMW



**Fiat, Panda II H2 hydrogène**

moteur à combustion thermique traditionnelle

**Ferrari, BIO FUEL hydrogène**

moteur à combustion thermique traditionnelle



# 40 Km jour avec un moteur thermique traditionnel et de l'hydrogène à 75 bars

Imperial College  
London



La compagnie britannique ITM Power propose un électrolyseur pour la production, la consommation et le stockage d'hydrogène installable dans toutes les habitations et pouvant utiliser toute électricité provenant d'énergies renouvelables, comme les miroirs à concentration solaire, les modules générateurs thermoélectriques, la géothermie profonde, les moulins à eau, les panneaux photovoltaïques, l'éolien...

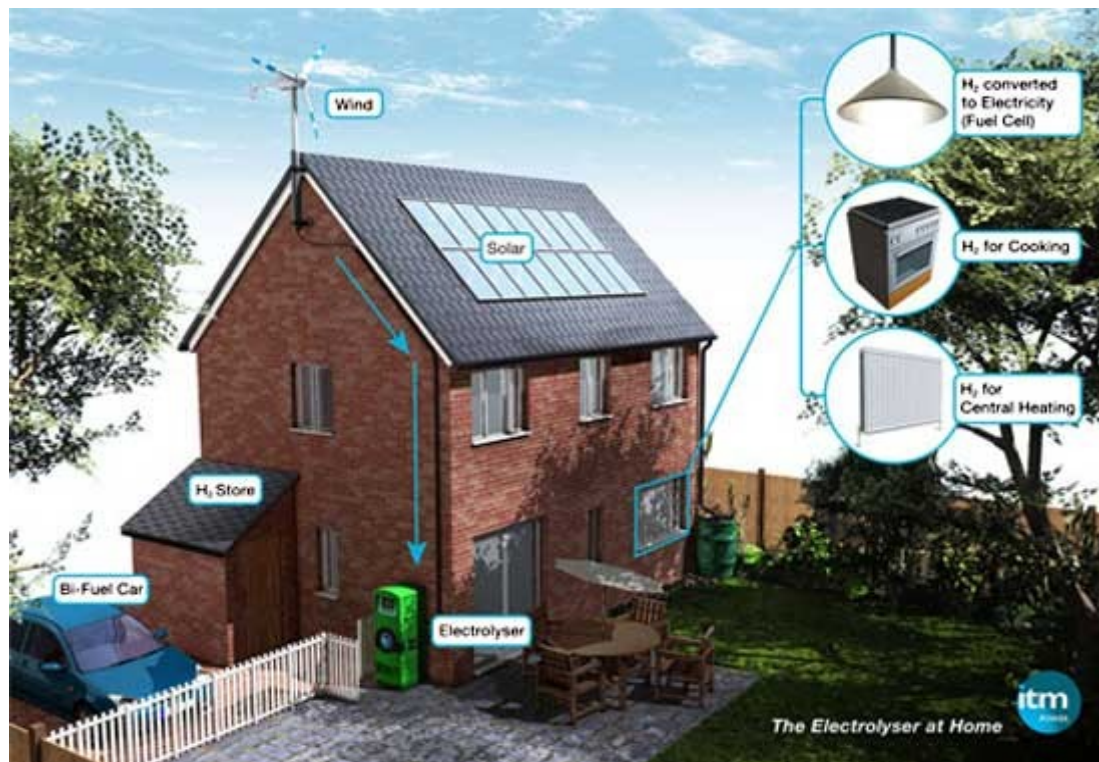


**La Green Box : production d'énergie renouvelable à domicile**

Véhicule teste, fonctionnant avec de l'hydrogène contenu dans un réservoir à une pression de 75 bars



Pour ces tests automobiles, ITM Power a utilisé une Ford Focus 2 litres essence classique, à laquelle a été ajouté un réservoir d'hydrogène et une légère adaptation à l'admission pour pouvoir fonctionner directement à l'hydrogène. Pendant les essais, l'automobile a pu parcourir une distance d'un peu plus de 40 km à l'hydrogène avant de devoir passer à l'essence. ITM Power veut maintenant démontrer qu'avec cette technologie simple, les 160 km d'autonomie en hydrogène sont aussi bien accessibles et toujours sans rejeter de CO<sub>2</sub>.



L'hydrogène stocké peut être utilisé pour alimenter des chaudières de chauffage central, des appareils de cuisson, fournir de l'électricité par groupe électrogène au gaz ou pile à combustible, faire le plein des véhicules et le tout de façon renouvelable, sans aucune émission de CO<sub>2</sub>. Avec la technologie ITM Power, l'hydrogène est stocké à 75 bars.

ITM Power a mis au point une nouvelle membrane à base de polymère d'hydrocarbure pour les piles à combustible, la PEMFC (Proton Exchange Membrane fuel Cell), à un coût de 3,19 euros/m<sup>2</sup>, au lieu des 400 euros par mètre carré précédemment. Cela permet aussi de remplacer le platine par du palladium en tant que catalyseur du côté du combustible, ce qui entraîne une diminution du prix d'encre 25%.

Le chercheur David HART de l'Imperial College London, souligne premièrement, pour que ce système de production d'hydrogène soit à zéro émission de CO<sub>2</sub>, les futurs acheteurs ne devront utiliser qu'une électricité d'origine renouvelable. Ensuite, il reste selon lui, à franchir la barrière de l'acceptation par le public d'un tel système dans une maison.

[http://translate.google.fr/translate?hl=fr&sl=en&u=http://www.itm-power.com/&ei=GHblSsanEYX64Aa3x7mLDQ&sa=X&oi=translate&ct=result&resnum=1&ved=0CAoQ7gEwAA&prev=/search%3Fq%3DITM%2BPower%26hl%3Dfr%26rlz%3D1B3GGGL\\_frFR326FR326](http://translate.google.fr/translate?hl=fr&sl=en&u=http://www.itm-power.com/&ei=GHblSsanEYX64Aa3x7mLDQ&sa=X&oi=translate&ct=result&resnum=1&ved=0CAoQ7gEwAA&prev=/search%3Fq%3DITM%2BPower%26hl%3Dfr%26rlz%3D1B3GGGL_frFR326FR326)

[http://translate.google.fr/translate?hl=fr&sl=en&u=http://www.itm-power.com/html/index.php&ei=GHblSsanEYX64Aa3x7mLDQ&sa=X&oi=translate&ct=result&resnum=2&ved=0CB AQ7gEwAQ&prev=/search%3Fq%3DITM%2BPower%26hl%3Dfr%26rlz%3D1B3GGGL\\_frFR326FR326](http://translate.google.fr/translate?hl=fr&sl=en&u=http://www.itm-power.com/html/index.php&ei=GHblSsanEYX64Aa3x7mLDQ&sa=X&oi=translate&ct=result&resnum=2&ved=0CB AQ7gEwAQ&prev=/search%3Fq%3DITM%2BPower%26hl%3Dfr%26rlz%3D1B3GGGL_frFR326FR326)

## B) LES VOITURES À MOTEUR ÉLECTRIQUE PEUVENT AUSSI UTILISER L'HYDROGÈNE POUR PRODUIRE DE L'ÉLECTRICITÉ

La technologie utilisée pour produire de l'électricité avec de l'hydrogène est majoritairement par l'intermédiaire d'une pile à combustible d'hydrogène(P.A.C). Pratiquement tous les constructeurs automobiles possèdent leur voiture fonctionnant avec une pile à combustible.

Rendement du moteur à combustion interne alimenté en essence : 35%

Rendement du moteur électrique alimenté par une pile à combustible : 50%

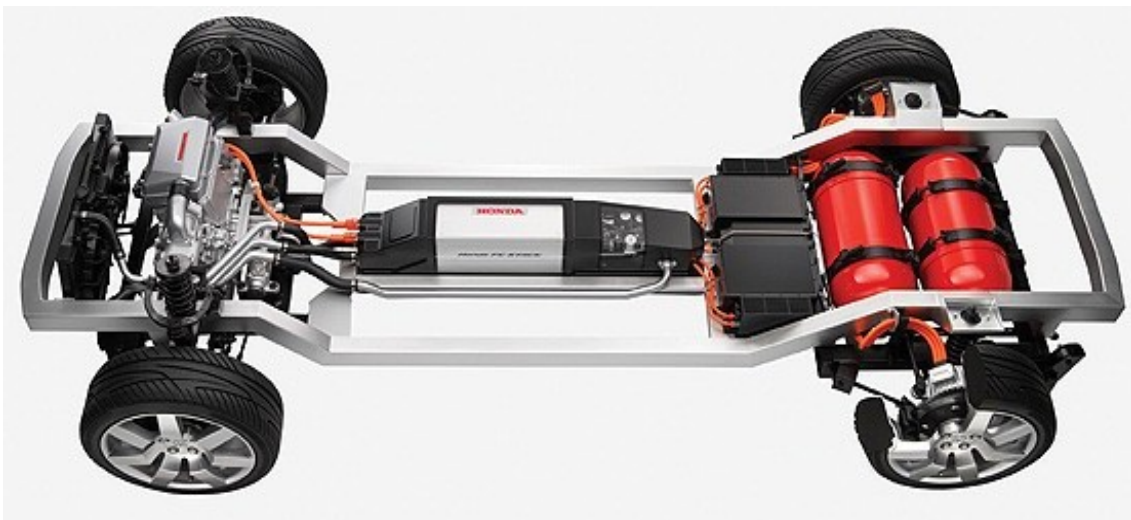
Prototype de 1970 d'une Austin A-40, équipée par K. KORDESH d'une pile à combustible de 6 kW alimentée par un réservoir d'hydrogène sous pression, placé sur le toit et contenant 2kg d'hydrogène. Elle a parcouru près de 16 000 km pendant les 3 années qu'a duré cette expérimentation. Mais la technologie alcaline était trop sensible au CO<sub>2</sub>. La pile à combustible était du même type que la pile réalisée en 1967 par la société Union Carbide, qui avait développé des piles à combustible alcalin pour équiper un véhicule de Général Motors (Electrovan) avec une pile de 5 kW.



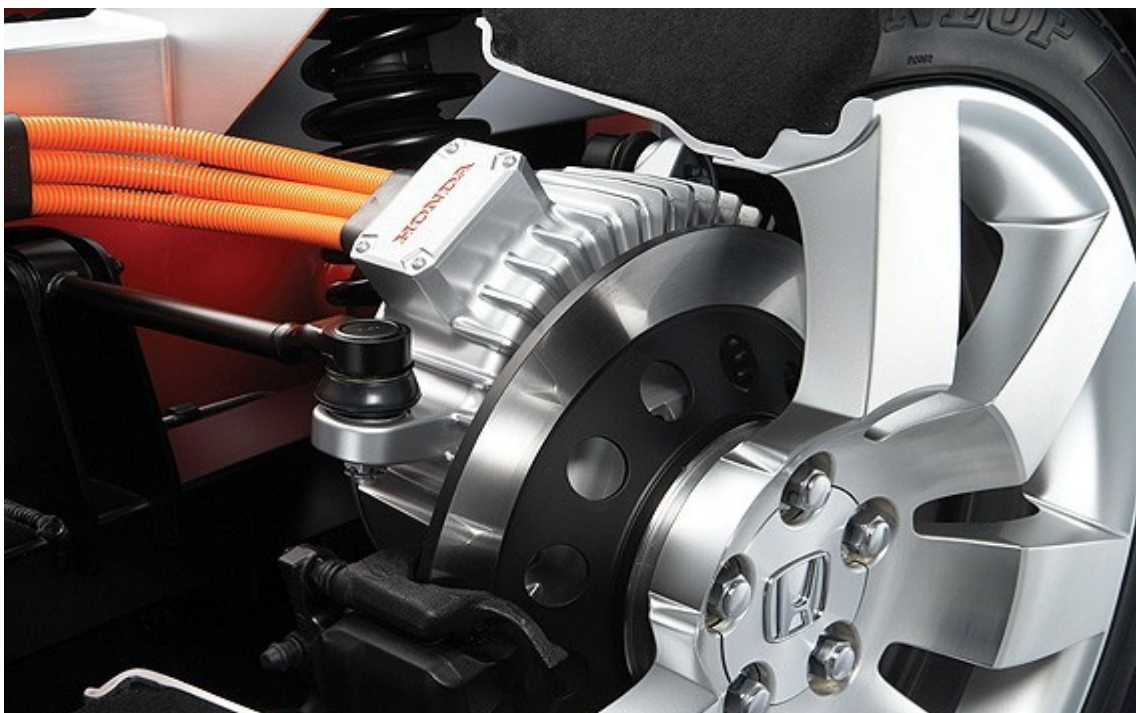
## FCX Clarity Honda



Disposition des composants sur le véhicule Honda FCX sur un châssis de démonstration en 2005.



Moteur Roue



Chaine de montage de **FCX Clarity Honda** fonctionnant de série à l'hydrogène



FCX Clarity, berline 5 places Honda ,134 ch, 256 Nm, un réservoir de 4 kg d'hydrogène à 350 bars, pour une autonomie de 435 km et une vitesse de pointe de 160 Km/h. Tarif:21 600 \$ .  
1.00EUR=1,36191US, live taux du 2010.03.01.

Kia, Sportage FCEV PAC hydrogène



KIA, Borrego 2008 jpeg.jpg

91 Ko- 600 x 319

Dépôt le 21-11-2008

Modèle à pile à combustible baptisé Borrego -2008 - Sud coréen KIA -  
Système avec supercapacité pour une puissance du système de 109 kW -  
Autonomie avec 3 réservoirs d'hydrogène sous pression: 685 km

Mercedes, classe B hydrogène à pile à combustible (PAC)



Audi, A2 H2 PAC hydrogène



Volkswagen, FC Tiguan 2008 - Pile PEM 100 kW "maison" à membrane électrolyte 120°C- Hydrogène stocké à 700 bars: 3,2 kg pour 200 km d'autonomie - Hybride Li-ion - 26 Ko- 600 x 278 Dépôt le 04-03-2009



Volkswagen, Passat Lingyu PAC hydrogène, PASSAT Lingyu, collaboration Volkswagen et Shanghai Auto - 2008 - PaC de 55 kW + batterie Li-ion - Autonomie de 300 km avec un seul réservoir d'hydrogène sous pression



Toyota, FCHV-adv-5 PAC hydrogène,  
830 km d'autonomie



Mazda, Premacy Hydrogen RE PAC hydrogène



Mazda, Premacy  
Hydrogen RE  
PAC Hydrogène

OPEL, HydoroGen4 PAC Hydrogène



General Motors, Zafira  
Hydrogen 3 GM avec PAC  
hydrogène pour les particuliers

Cadillac, hydrogène  
PAC hydrogène



Chrysler, ecoVoyager  
hydrogène PAC  
hydrogène



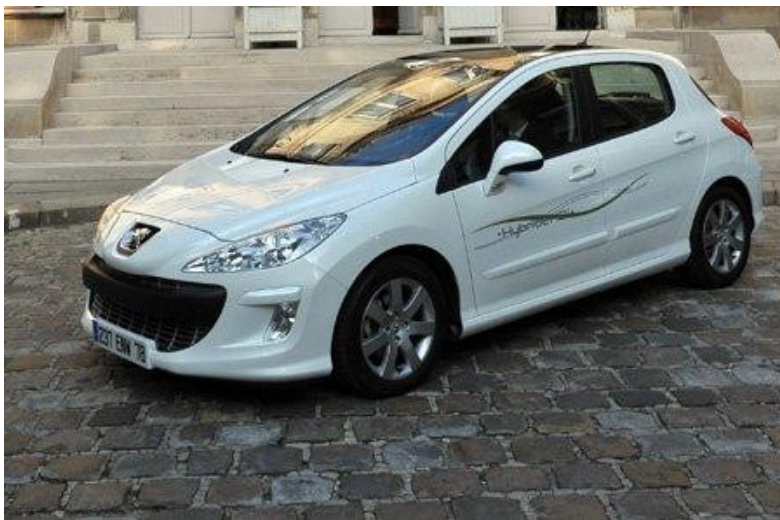
Nissan, X-Trail 2008: la pile à combustible sous les places avant et le stockage d'hydrogène Dynetek 700 bars sous les sièges arrière



Renault, Scénic ZEV H<sub>2</sub> PAC hydrogène



Peugeot, Partner H2Origin présenté le 23 avril 2008 et baptisé H2Origin. Pile britannique Intelligent Energy de 10 kW en montage série. Autonomie 300 km avec de l'hydrogène sous pression.



207 Epure hydrogène PAC

Austin Mini effectuant le plein en hydrogène



## Porsche, Cayenne Hybrid PAC hydrogène



## Ford, Focus à pile à combustible (PAC)



**Suzuki SX4-FCV** à pile à combustible présenté au Mondial 2008 à Paris. Développé en collaboration avec GM. Hydrogène à 700 bars pour une autonomie de 520 km. Puissance disponible 80 kW.



[Aston Martin Volare](#), PAC hydrogène, avec un bloc électrique dont les batteries sont alimentées par une pile à combustible.



[Citroën GT Concept](#) PAC hydrogène. Voiture équipée d'un moteur à hydrogène développant 400 Kw, soit quelques 646 CV.



# 4) transport en commun fonctionnant à l'hydrogène

## projet CUTE, bus à hydrogène en Europe

Le projet *CUTE* (*Clean Urban Transport for Europe*), depuis 1993, 30 bus fonctionnant à l'hydrogène ont été mis en service dans 9 grandes villes d'Europe, Amsterdam, Barcelone, Hambourg, Londres, Luxembourg, Madrid, Porto, Stockholm et Stuttgart. Chaque ville située dans 7 pays d'Europe dispose de 3 bus, pour transporter plus de 12 millions de passagers sans aucun incident et surtout, sans aucune émission polluante. Pour réduire la pollution à la base, plus de la moitié de l'hydrogène utilisé dans ces bus a été produit à partir d'énergies renouvelables.

Bus de Londres fonctionnant à l'hydrogène



Heuliez Bus (filiale d'Irisbus) a livré les 3 bus spécifiques fonctionnant à l'hydrogène GX327 fin 2005 à Toulouse. La période de rodage des bus à l'hydrogène s'effectue sur les lignes 10, 16 et 22, qui sont représentatives du réseau toulousain.

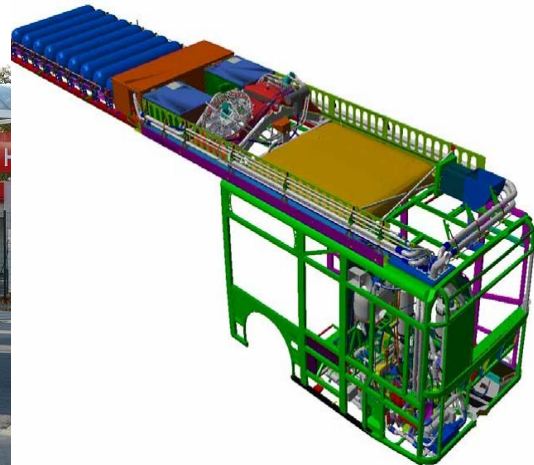
Bus Daimler, équipé d'une pile Ballard (MK9), de type PEMFC, d'une puissance de 250 kW et à une capacité de stockage de 21 kg d'hydrogène réparti dans 7 bouteilles de type composite, sous 300 bars, placées sur le toit du véhicule.



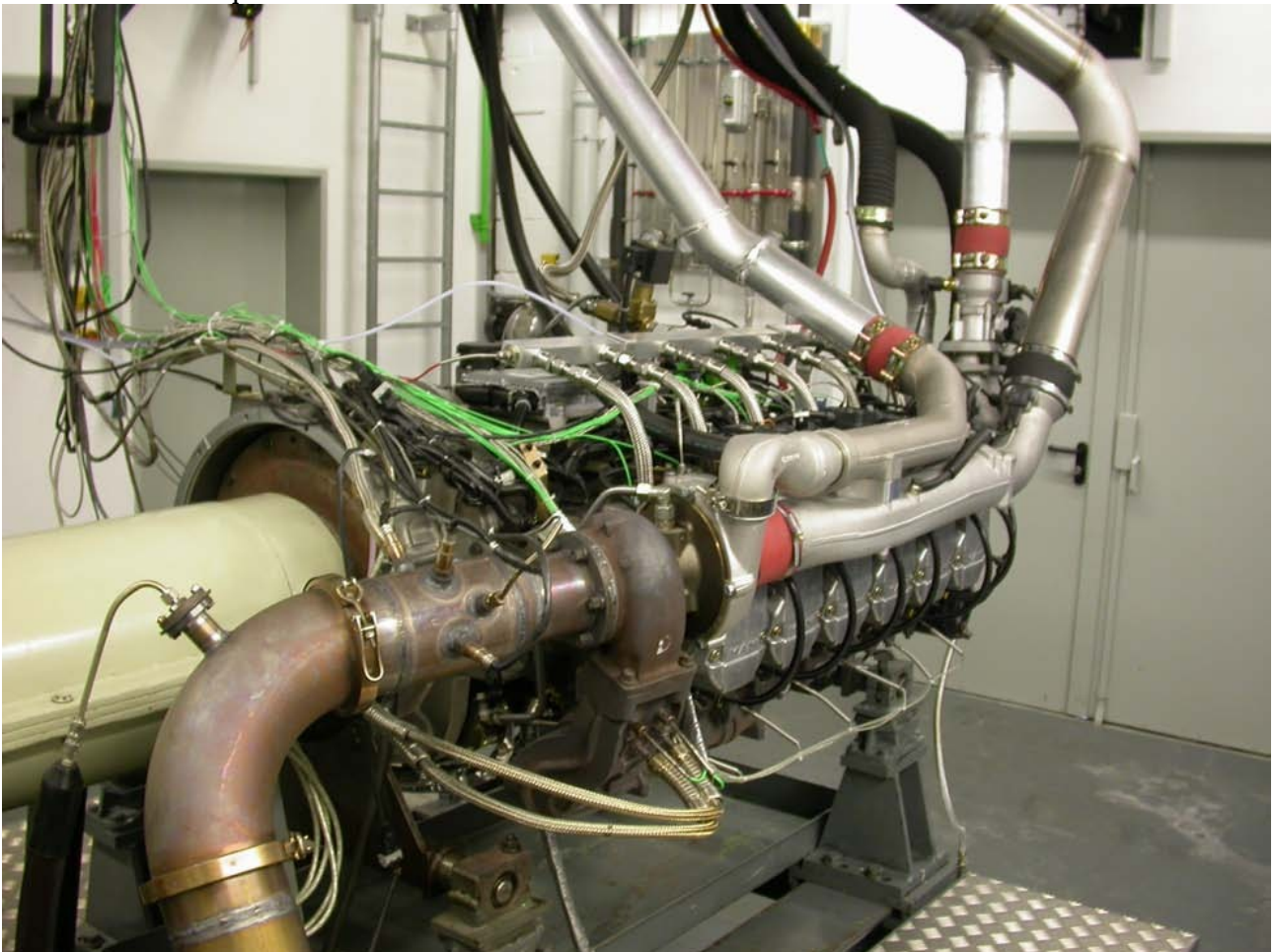
Le rapport final du projet CUTE, prévu pour fin 2009, donnera ces conclusions sur les deux technologies utilisées, le moteur thermique et la pile à combustible.

# 14 bus hydrogène à Berlin

Deux motorisations sont utilisées, pile à combustible et moteur thermique pour des puissances de 150 à 200 kW. L'hydrogène est stocké dans des bouteilles placées sur le toit à une pression de 350 Bars.



Le moteur thermique utilisé est le Moteur MAN H2 « H 2876 LUH01 » avec turbo

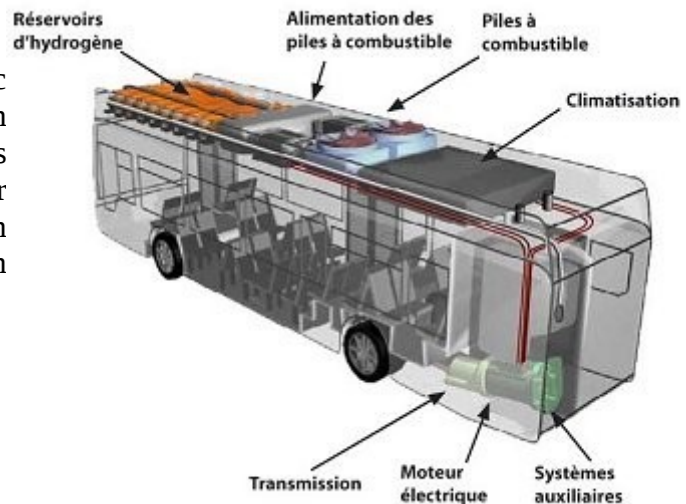


# Bus à hydrogène Islandais



Depuis 2003, trois bus à pile à combustible à hydrogène projet ECTOS circulent en ISLANDE dans les rues de Reykjavik.

Le programme a été élaboré par l'Icelandic New Energy (INE), avec la participation des entreprises locales et de trois compagnies internationales, Daimler Chrysler, Norsk Hydro et Shell. Selon l'INE, les trois bus ont évité l'émission dans l'atmosphère de 95 tonnes de CO<sub>2</sub>.



La station de 300 m<sup>2</sup> de Grjóthals, pour alimenter les bus en hydrogène, a été inaugurée en avril 2003. L'hydrogène y est stocké dans des grandes bonbonnes, alimenté en hydrogène produit par électrolyse à partir de géothermie. L'installation a coûté 1,3 million d'euros et peut produire 60 m<sup>3</sup> par heure.

# Bus à hydrogène Coréen

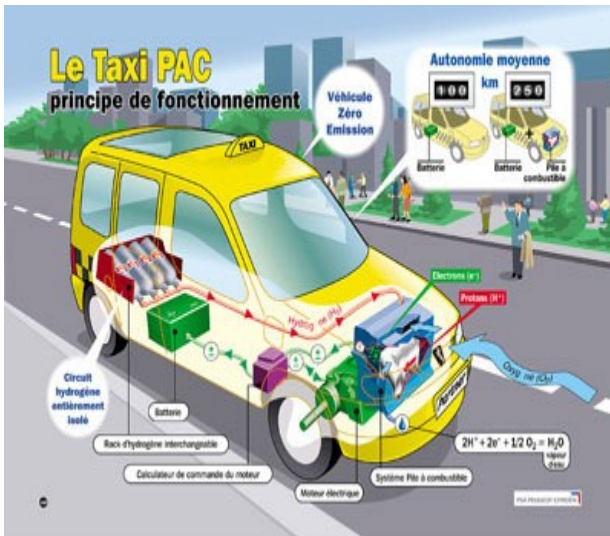


Des bus du constructeur coréen Hyundai, à pile à combustible à hydrogène, circulent depuis 2006 dans les villes de Corée du Sud.



Pour fin 2010, il est prévu de généraliser les bus 2<sup>e</sup> génération à pile à combustible à hydrogène dans les villes coréennes. En 2009, au Salon de Séoul, Hyundai présentait la 2<sup>e</sup> génération des bus à pile à combustible à hydrogène. 26 places assises, Pour 40 kg d'hydrogène comprimé à 350 bars et stocké sur le toit dans 6 cylindres et garanti pour une autonomie de 360 km en cycle urbain. Cette version utilise la plate-forme Low Floor Aero City, qui comprend trois moteurs synchrones à aimant permanent de 100 kW, agencés en parallèle pour garantir une puissance de propulsion totale de 300 kW avec une centrale électrique à pile à combustible de 200 kW, augmentant la vitesse maximale de 33 %, pour atteindre une vitesse de pointe de 100 km/h. Les condensateurs utilisés afin de stocker l'énergie électrique pour l'accélération, sont plus légers et compacts que les modèles de 1<sup>ère</sup> génération et leur efficacité à été améliorée.

# Taxi PSA à hydrogène



Le Taxi PAC est un Peugeot Partner électrique de série accueillant une pile à combustible d'une puissance nette de 5,5 kW.



Le réservoir d'hydrogène est réalisé sous la forme d'un rack interchangeable.  
Le remplissage se fait donc hors véhicule et sans contrainte de temps.  
Ce véhicule dispose ainsi d'une autonomie de 250 km.

# Bateau à hydrogène pour le transport de passagers à Hambourg



La ville d'Hambourg a inauguré en septembre 2008 dans son port, le ZES (Zero Emission Ship). C'est un bateau qui peut transporter jusqu'à 100 passagers. Il est propulsé par une pile à combustible alimenté par 50 kg d'hydrogènes stockés dans des citernes pressurisés à 350 bars, pour fournir suffisamment de carburant au bateau pendant trois jours en ne produisant aucune émission de CO<sup>2</sup>.



La société allemande "Proton Motor " a développé piles à combustible à hydrogènes de 48-kW auquel on lui a adjoint une batterie au plomb et "Linde AG" s'est occupé de réaliser la station de ravitaillement en hydrogène.

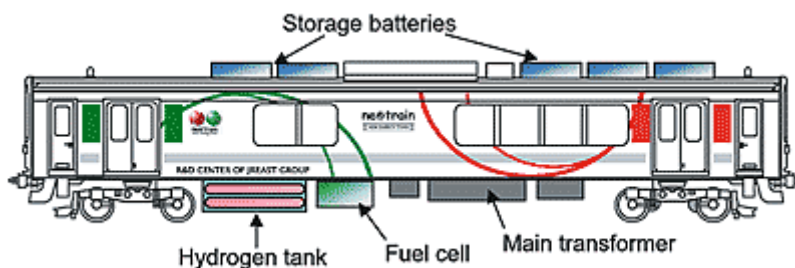
# Train hydrogène de East Japan Railway

East Japan Railway lance en juin 07, sur la ligne de banlieue non-électrifiée de la petite mer, qui va à Nagano et à la préfecture Yamanasi, un train fonctionnant avec une pile à combustible.



Le train roule à une vitesse limitée à 90 Km/h.

Le train à 2 moteurs électriques fournissant ensemble 95 kW, alimenté par 2 piles à combustible de 65 kilowatts. L'hydrogène est stocké dans six bouteilles situées sous le train. L'énergie du freinage recharge aussi des batteries lithium-ion placées sur le toit, batterie pouvant également servir de réserve d'énergie de secours. Le plein est effectué tous les 100 Km.



Le train à piles à combustible est nettement plus silencieux et consomme 20 % en moins de carburant que les locomotives diesel classiques.

# Locomotive BNSF



Locomotive de la compagnie de transport ferroviaire BNSF (USA) fonctionnant à L'hydrogène stocké sous 350 bars de pression qui est transformé en électricité par des piles à combustible de type PEM composée de deux modules de 125 kW identiques à ceux du bus Daimler CITARO, l'électricité peu être stockée dans des batteries au plomb capable de délivrer 1 MW.

## 5) sous-marins propulsé à l'hydrogène

Sous-marins type 212, à propulsion à pile à combustible de la marine allemande en cale sèche



## 6) chariot-élévateur à l'hydrogène

General Motors of Canada et Hydrogenics ont réalisés en 2005 un chariot-élévateur équipé d'une pile à combustible de 14 kW, avec un stockage de l'hydrogène à 350 bars. Le système ainsi obtenu est plus compact et plus performant et permet un temps de recharge de 2 mn



## 7) fauteuil roulant à l'hydrogène

**Sumitomo Corp.** a réalisé en 2005, un fauteuil roulant pour handicapés alimenté par une pile à combustible à hydrogène Giner Inc.



# 8) Deux roues hydrogène

## Bicyclette Palcan

La bicyclette Palcan utilise une pile à combustible PalPacMD



Cyclomoteur à pile à  
combustible HONDA

# Vélo hydrogène Chinois

Vélo Pearl Hydrogen fonctionnant avec une pile à hydrogène pour alimenter en électricité un moteur électrique.



Le vélo Pearl Hydrogen est à 2 600 \$ aujourd'hui, mais les constructeurs compte le vendre 500 € quand il sera de série. Les bouteilles d'hydrogène sont situées sous la selle pour offrir un gain de place, Le vélo atteint les 25 Km/h et à une autonomie de 100 Km.

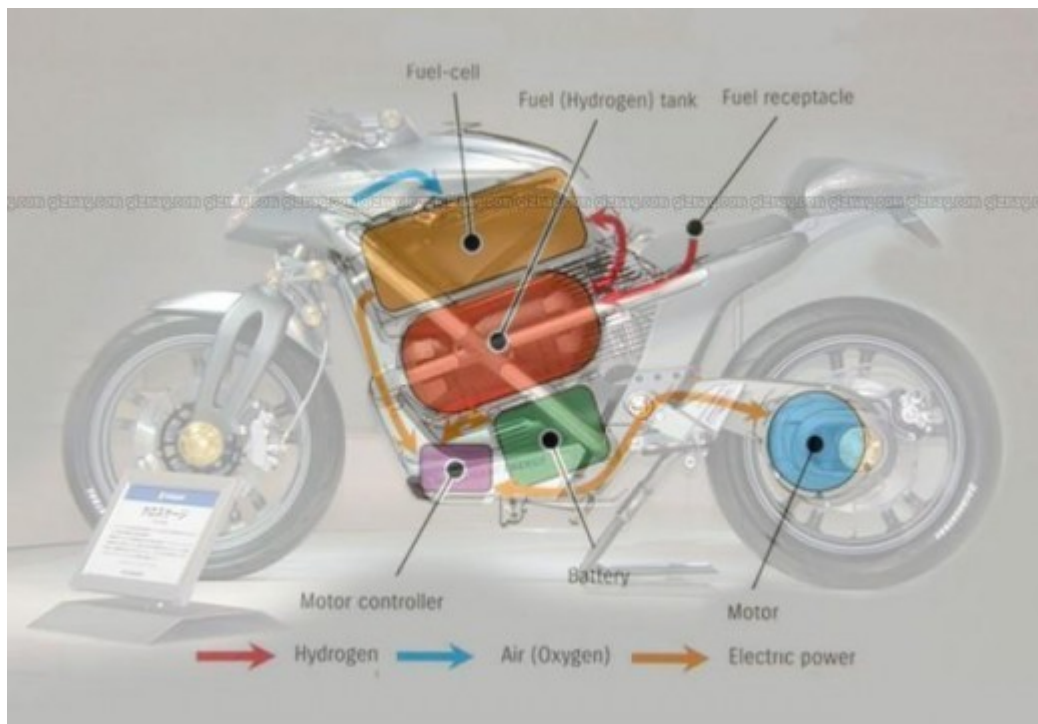
# Moto hydrogène Suzuki

La moto SUZUKI fonctionne avec une pile à combustible à hydrogène située dans le cadre pour produire l'électricité modulée par une batterie au lithium-ion pour alimenter le moteur électrique



le moteur électrique est situé dans le bras oscillant mono-bras, ce qui évite ainsi les intermédiaires (pignon, chaîne, couronne,...). À l'avant c'est aussi une fourche mono-bras. Des néons équipent Les jantes pour une touche futuriste.





Les 230 grammes d'hydrogène sont stockés à 350 bars dans le réservoir ultra compact de la moto .



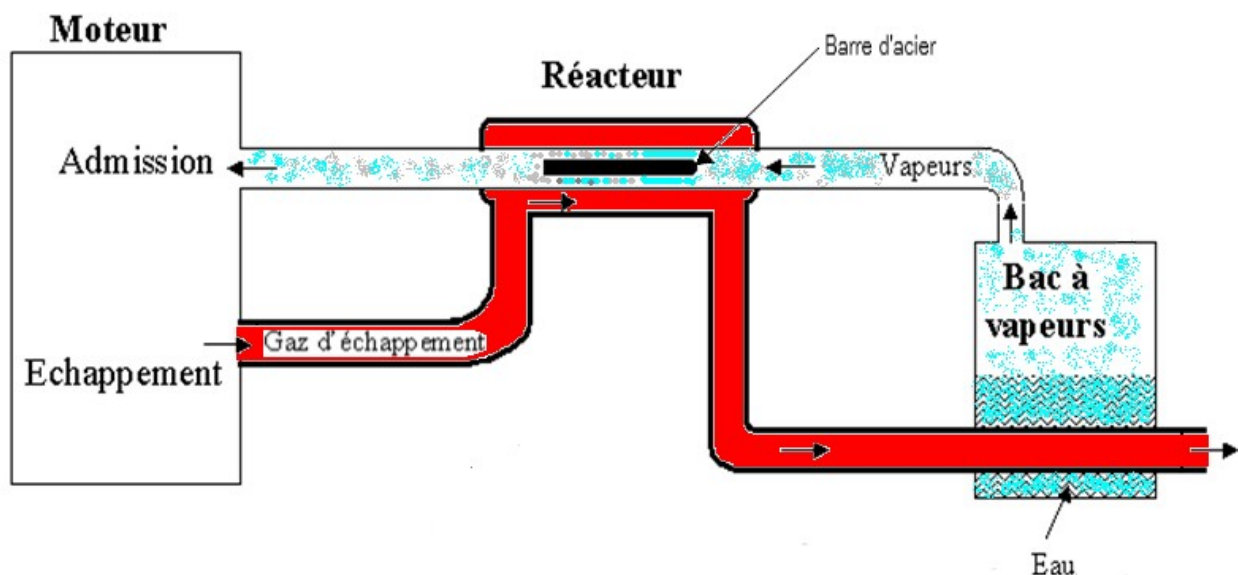
9) Réduction d'un minimum de 50 % de la consommation des véhicules à moteurs thermiques de type essence et diesel par l'ajout à l'admission d'oxygène et d'hydrogène produit par électrolyse ou et par oxydoréduction associé au storming de l'eau

## Utilisation de la chaleur perdue du moteur thermique essence ou diesel pour réduire la consommation des moteurs thermiques de 50%

**Procédé du craquage de l'eau adaptée aux véhicules thermiques pour récupérer la chaleur perdue du moteur qui part en échappement et dans le circuit de refroidissement du moteur pour produire par forçage de l'hydrogène.**

FONCTIONNEMENT:

Le véhicule est démarré avec son carburant traditionnel afin de chauffer par échange thermique, d'abord avec le circuit de refroidissement du moteur et enfin par l'échappement une réserve d'eau jusqu'à ce qu'elle soit sous pression, pour l'obliger à passer en force dans un réacteur qui contient un tube de diamètre réduit où et centré une barre d'acier qui peut être en acier inox 304. Au contact de la barre d'acier, elle même chauffé par l'échappement, par effet d'oxydation métallique qui emprisonne les atomes d'oxygène en libérant de l'hydrogène et par un effet storming (orage) qui est provoqué par l'effet thermoélectrique et le frottement électrostatique produisant de l'électricité dans un milieu d'humidité extrêmement chaude, déclenchent à l'intérieur du réacteur des mini éclairs qui vont casser les molécules de vapeur d'eau en oxygène et hydrogène. L'hydrogène et l'oxygène sont injectée en même temps que le carburant utilisé dans l'admission du moteur. **Les dernières réalisations donnent une consommation réduite au minimum de 45% à 50% sur tous moteurs thermiques et la pollution des gaz d'échappements réduite de 75%.**



Monsieur PANTONE a pour sa part mis au point un brevet qu'il met à disposition.

<http://quanthomme.free.fr/pantone.htm>

<http://jlnlabs.ifrance.com/jlnlabs/html/fpdiagfr.htm>

# Les précurseurs du craquage de l'eau pour moteur thermique en FRANCE

Monsieur Jean CHAMBRIN et monsieur Jack JOJON ont déjà depuis longtemps réalisés le procédé de séparation de l'hydrogène et de l'oxygène de l'eau par craquage.

L'expérience a prouvé que le système PANTONE qui est l'invention la plus proche de celle de Chambrin, permet à un coût très bas de réduire presque complètement la pollution, et en plus il permet de réduire la consommation dans d'importantes proportions comme le démontre le site Quant'homme depuis quelques années.

L'automobile n° 338  
– juillet 1974



Monsieur CHAMBRIN s'est exilé au Brésil, même sa femme ignorent son lieu de résidence, monsieur CHAMBRIN a été donné plusieurs fois pour mort, il a été revu à Genève...

# Vitry-sur-Orne : la recette miracle pour rendre une auto écolo, le dopage à l'eau !

Par [Séverine Alibeu](#) - le Mercredi 06 juin 2007 |



Dans la commune de [VITRY-SUR-ORNE](#) (commune française située dans le département de la Moselle et la région Lorraine), le moteur d'un véhicule communal consomme et pollue moins. Environ 40% de moins pour la consommation et environ 75% de moins pour la pollution. Étonnant. Comment un tel résultat est-il possible ? Réponse : une pièce métallique d'une vingtaine de centimètres, réalisée pour un coût d'environ 150 euros par les services municipaux à partir de pièces disponibles dans le commerce qui injecte de la vapeur d'eau sous haute pression dans le moteur. Le maire Luc Corradi précise : "Les plans de ce réacteur à eau nous ont été fournis par deux jeunes ingénieurs, Alexandre Grégoire et Christophe Martz, à partir des travaux du chercheur américain Paul Pantone. Cet équipement nous revient à 736,96 euros comprenant les pièces et la formation donnée au personnel par Alexandre Grégoire afin que nous soyons autonomes pour équiper les autres véhicules. Cette somme sera amortie en quelques semaines."

*Rocco Liquiri, employé municipal, est content. Sa camionnette C15 Citroën âgée de 14 ans est comme neuve : "Il n'y a plus les claquements des culbuteurs, presque plus de fumée noire et il y a aussi moins de passage à la pompe. Un plein sur trois a disparu pour être précis. Sans compter que le moteur s'use moins et que la voiture est beaucoup plus agréable à conduire."*

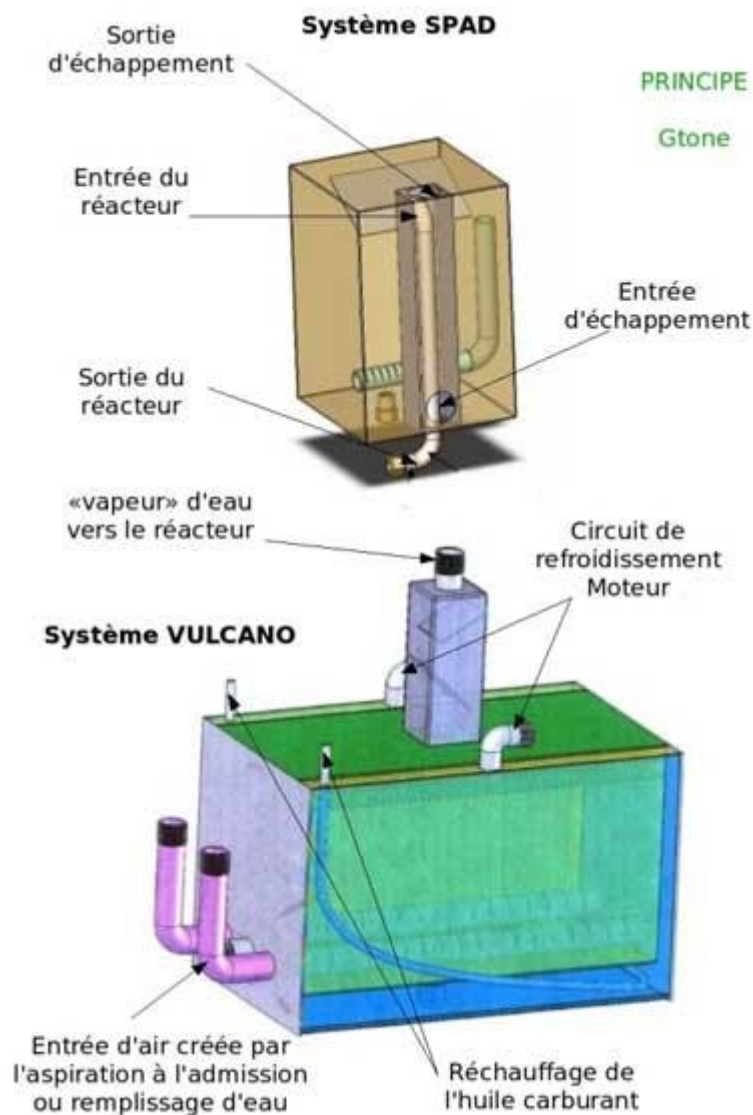
*La société de contrôle technique automobile de Rombas qui a mesuré les paramètres de cette C15 confirme que la pollution a baissé de 82,81% et la consommation de gasoil de 36%. Alexandre Grégoire et Christophe Martz sont originaires de Metz et de Bouillon (Belgique). Ils sont diplômés respectivement de l'ENS-GSI de Nancy et de l'Insa de Strasbourg. Christophe Martz explique : "Nous avons du recul sur ce système. Il fonctionne sur certains tracteurs depuis des années. Plus de 100 000 heures de travail agricole ont été effectuées à la satisfaction des exploitants. La chambre d'agriculture de l'Aisne a mené une étude sur deux des moteurs de tracteurs identiques : celui avec le réacteur à eau consommait 25% de moins et gagnait 6% de puissance."*

**Au fait, pourquoi cette technique n'est pas mise en place par les grands constructeurs automobiles alors que les essais sont satisfaisants ? Luc Corradi répond : "Pensez-vous que les pétroliers soient prêts à voir baisser leurs profits de 20%, les constructeurs automobiles à voir leurs moteurs durer plus longtemps et l'État à perdre des milliards d'euros de taxe ? 1% de baisse de la consommation de gazole, c'est 9 milliards d'euros en moins dans les caisses. Ici, à VITRY, on refuse ce calcul. On va équiper tous les véhicules communaux." Les jeunes ingénieurs mettent en avant que Paul Pantone a déposé son brevet libre de tous droits : "Personne ne peut gagner de l'argent avec son invention L'environnement est le seul bénéficiaire."**

La vidéo suivante est le reportage diffusé sur France3 Lorraine à propos de la décision du maire de modifier le véhicule communal avec un dopage à l'eau :

<http://video.google.fr>.

# le systeme spad et le systeme vulcano



La différence étant que le SPAD utilise les gaz d'échappement pour chauffer le mélange et contient le réacteur dans la boîte, alors que le système VULCANO utilise le liquide de refroidissement pour maintenir à T°C le mélange, le réacteur étant toujours sur la ligne d'échappement. On notera que le VULCANO sert aussi d'échangeur de chaleur pour l'huile carburant.

# Kit de production d'hydrogène pour réduire la consommation des moteurs thermiques de 50%

Ces kits permettent par électrolyse de convertir l'eau en oxygène et en hydrogène pour alimenter le système d'admission d'air du moteur. C'est un supplément qui réduit de 50% la consommation des moteurs thermiques Grâce au rôle de catalyseur de l'hydrogène et à l'augmentation du taux du comburant oxygène indispensable pour toute explosion.

## Kit Moteur à Eau ( générateur d'hydrogène )



## Générateur HHO pour voiture



L'électricité nécessaire à l'électrolyse de l'eau peut être produite par le déplacement hydraulique des suspensions, par des modules thermoélectriques à partir de la chaleur perdue par le moteur avec le système de refroidissement et l'échappement, par le freinage, procédé réservé pour l'instant aux voitures bi-énergies et voir même, par la disposition de quelques cellules photovoltaïques.

<http://quanthomme.free.fr/qhsuite/AddWaterV.1.htm>

## 10) production et l'utilisation de l'hydrogène comme énergie de l'habitation et du transport

### Mike STRIZKI producteur et utilisateur d'hydrogène

Mike STRIZKI, ingénieur à Renewable Energy International, Inc. et à Advanced Solar Products, Inc., a construit un système électrique non polluant pour sa maison, en couvrant la pente de son toit orienté au sud de panneaux solaires et un électrolyseur pour extraire l'hydrogène de l'eau avant de le stocker dans des réservoirs installés sur sa propriété.



Les panneaux solaires répondent à 160% des besoins de la maison en électricité pendant l'été et à 60% de ses besoins pendant l'hiver. La gestion de la consommation saisonnière de l'énergie lui permet de se constituer pendant l'été une réserve d'hydrogène suffisante pour l'hiver. Il dispose de suffisamment d'hydrogène pour alimenter des véhicules et des appareils ménagers, y compris pour faire la cuisine à l'hydrogène, pendant toute l'année. Il a plus d'énergie qu'il n'en faut pour alimenter sa baignoire, sa piscine, son téléviseur grand écran et ses voitures à pile à combustible.

(Photo : Renewable Energy International)



Mike STRIZKI et sa pile à combustible qui fournit l'électricité de son habitation.

# L'hydrogène pour l'habitation



La compagnie britannique ITM Power propose un électrolyseur pour la production, la consommation et le stockage d'hydrogène installable dans toutes les habitations et pouvant utiliser toute électricité provenant d'énergies renouvelables, comme les miroirs à concentration solaire, les modules générateurs thermoélectriques, la géothermie profonde, les moulins à eau, les panneaux photovoltaïques, l'éolien...



**La Green Box : production d'énergie renouvelable à domicile**

**Véhicule teste, fonctionnant avec de l'hydrogène contenu dans un réservoir à une pression de 75 bars**



Pour ces testes automobiles, ITM Power a utilisé une Ford Focus 2 litres essence classique, à laquelle a été ajouté un réservoir d'hydrogène et une légère adaptation à l'admission pour pouvoir fonctionner directement à l'hydrogène. Pendant les essais, l'automobile a pu parcourir une distance d'un peu plus de 40 km à l'hydrogène avant de devoir passer à l'essence. ITM Power veut maintenant démontrer qu'avec cette technologie simple, les 160 km d'autonomie en hydrogène sont aussi bien accessible et toujours sans rejeter de CO<sub>2</sub>.



L'hydrogène stocké peut être utilisé pour alimenter des chaudières de chauffage central, des appareils de cuisson, fournir de l'électricité par groupe électrogène au gaz ou pile à combustible, faire le plein des véhicules et le tout de façon renouvelable, sans aucune émission de CO<sub>2</sub>. Avec la technologie ITM Power, l'hydrogène est stocké à 75 bars.

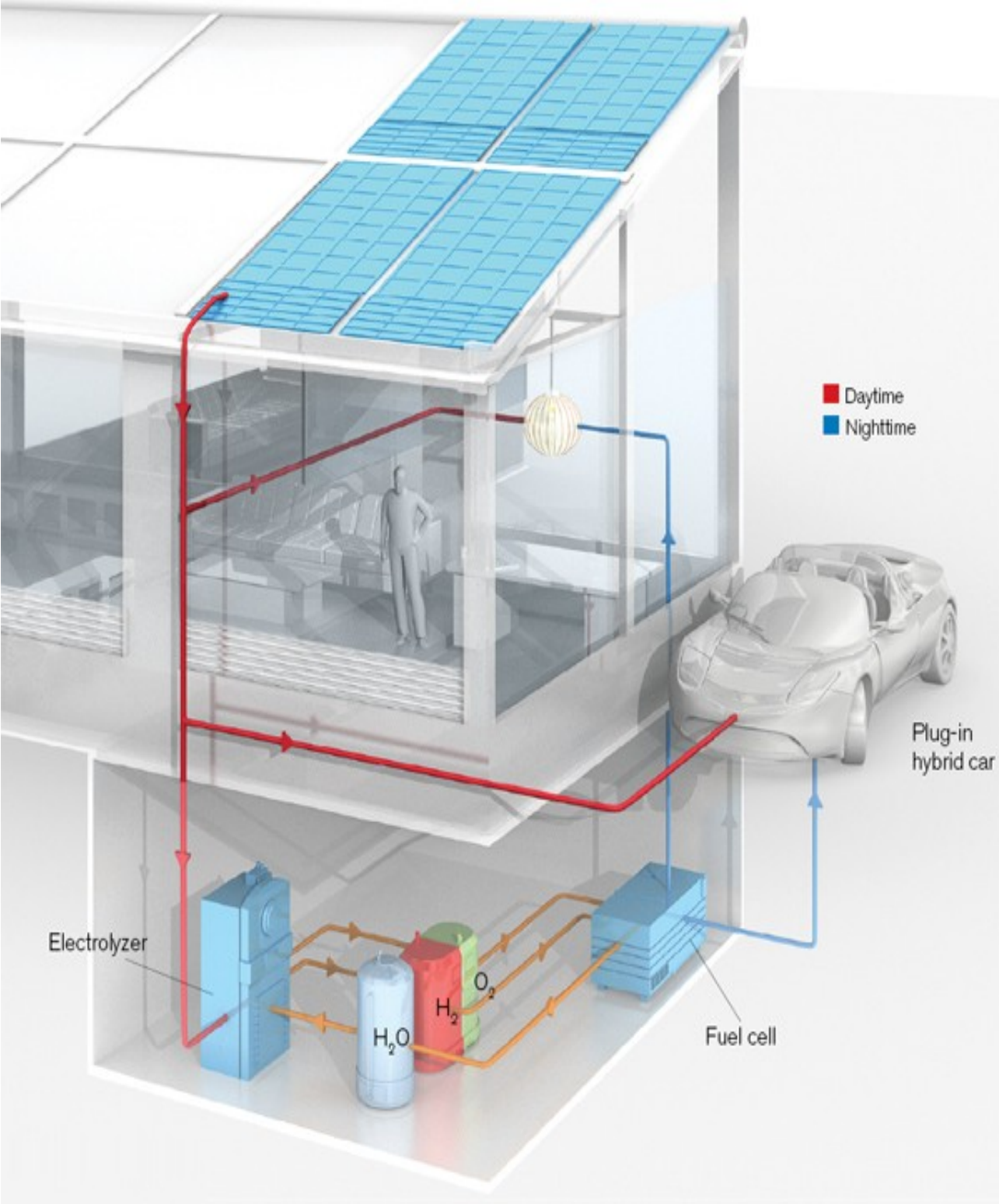
ITM Power a mis au point une nouvelle membrane à base de polymère d'hydrocarbure pour les piles à combustible, la PEMFC (Proton Exchange Membrane fuel Cell), à un coût de 3,19 euros/m<sup>2</sup>, au lieu des 400 euros par mètre carré précédemment. Cela permet aussi de remplacer le platine par du palladium en tant que catalyseur du côté du combustible, ce qui entraîne une diminution du prix d'encre 25%.

**Le chercheur David HART de l'Imperial College London, souligne premièrement, pour que ce système de production d'hydrogène soit à zéro émission de CO<sub>2</sub>, les futurs acheteurs ne devront utiliser qu'une électricité d'origine renouvelable. Ensuite, il reste selon lui, à franchir la barrière de l'acceptation par le public d'un tel système dans une maison.**

[http://translate.google.fr/translate?hl=fr&sl=en&u=http://www.itm-power.com/&ei=GHblSsanEYX64Aa3x7mLDQ&sa=X&oi=translate&ct=result&resnum=1&ved=0CAoQ7gEwAA&prev=/search%3Fq%3DITM%2BPower%26hl%3Dfr%26rlz%3D1B3GGGL\\_frFR326FR326](http://translate.google.fr/translate?hl=fr&sl=en&u=http://www.itm-power.com/&ei=GHblSsanEYX64Aa3x7mLDQ&sa=X&oi=translate&ct=result&resnum=1&ved=0CAoQ7gEwAA&prev=/search%3Fq%3DITM%2BPower%26hl%3Dfr%26rlz%3D1B3GGGL_frFR326FR326)

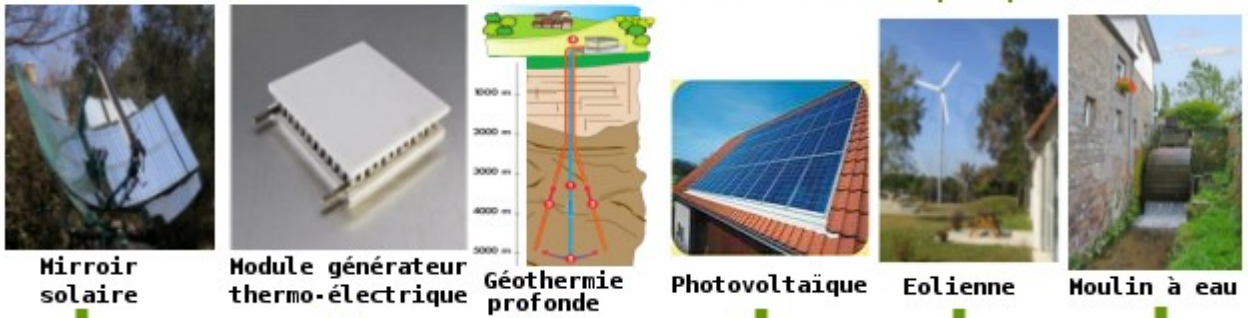
[http://translate.google.fr/translate?hl=fr&sl=en&u=http://www.itm-power.com/html/index.php&ei=GHblSsanEYX64Aa3x7mLDQ&sa=X&oi=translate&ct=result&resnum=2&ved=0CB AQ7gEwAQ&prev=/search%3Fq%3DITM%2BPower%26hl%3Dfr%26rlz%3D1B3GGGL\\_frFR326FR326](http://translate.google.fr/translate?hl=fr&sl=en&u=http://www.itm-power.com/html/index.php&ei=GHblSsanEYX64Aa3x7mLDQ&sa=X&oi=translate&ct=result&resnum=2&ved=0CB AQ7gEwAQ&prev=/search%3Fq%3DITM%2BPower%26hl%3Dfr%26rlz%3D1B3GGGL_frFR326FR326)

# Installation production et d'utilisation d'hydrogène pour particulier



# Technologie de production et d'utilisation de l'hydrogène pour particuliers

## Exemple d'électricité renouvelable en courant continu pour particulier



Miroir solaire

Module générateur thermo-électrique

Géothermie profonde

Photovoltaïque

Eolienne

Moulin à eau

courant électrique continu

Source direct, la photo-décomposition et l'oxydoréduction

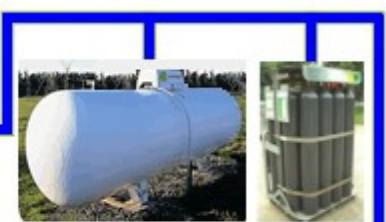


Electroyseur basse pression Type BP-100 ou HP SAGIM

hydrogène (H<sub>2</sub>)  
oxygène (O)



Compresseur



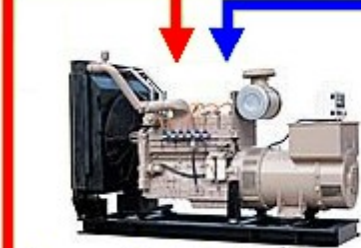
Stockage de l'hydrogène (H<sub>2</sub>) en citerne et ou en bouteilles à une pression ne dépassant pas 50 bars



compresseur



Stockage de l'oxygène (O) en citerne et ou en bouteilles à une pression ne dépassant pas 50 bars



Groupe électrogène à gaz



Chauffage au gaz



Gazinière



Générateur électrique à pile à combustible 10 kW Axane



moteur essence à combustion traditionnel mis au gaz



Chauffe eau au gaz



Honda FCX Clarity à pile à combustible

# 11) Avion à l'hydrogène

## Hydrogène dans l'aviation de 1956

L'US Air Force débuta en 1956 le programme de remplacement du supersonique U-2 par un avion propulsés à l'hydrogène liquide, appelé Lockheed CL-400 Suntan. Le projet Lockheed CL-400 Suntan donnera en fait les bases à la NASA pour réaliser les fusées Saturn pour les missions Apollo.



supersonique U-2



Lockheed CL-400



**Décollage le 16 juillet 1969 à 13 h 32 UTC de la fusée Saturn V de la mission Apollo 11, dont l'équipage était constitué du commandant Neil ARMSTRONG, du pilote de module lunaire Edwin (Buzz) ALDRIN et du pilote Michael COLLINS.**

# Avion à l'hydrogène BOEING



Le constructeur en aéronautique BOEING a fabriqué un monomoteur à hélice fonctionnant à l'hydrogène. L'hélice est entraînée par un moteur électrique et l'électricité est produite par une pile à combustible à hydrogène



# Global Observer



La société Californienne AeroVironment Inc vole avec un avion, appelé Global Observer qui fonctionne à l'hydrogène liquide pour produire l'électricité nécessaire aux huit moteurs électriques entraînant les hélices.



# L'Antares DLR-H2



Le Centre aérospatial allemand (*Deutsches Zentrum für Luft-und Raumfahrt*) à réalisé L'Antares DLR-H2, un avion d'une autonomie de cinq heures et 750 km de vol, mû par l'hélice entrainer par un moteur électrique et dont l'électricité est produite par une pile à combustible conçue par une filiale du géant allemand BASF et par une entreprise danoise.

La pile à combustible de l'avion est suspendu à l'aile gauche tandis que le réservoir d'hydrogène est suspendu à la droite.



Le réservoir d'hydrogène est suspendu sous l'aile droite.



**L'Antares DLR-H2 en vol. La pile à combustible est accroché sous l'aile gauche et le réservoir d'hydrogène sous l'aile de droite - avec une capacité de 2 ou 4,9 kg.**



# SkyPARK



Le « SkyPARK » de La société italienne Digisky, groupe de recherche du Département d'Ingénierie Aéronautique et Spatiale du Polytechnique de Turin (DIASP). L'avion sur une base d'un ULM en composite biplace italien Pioneer 300 d'Alpi Aviation, est équipé de batteries Lithium polymère, d'un moteur électrique à courant continu sans balayage brushless de 75 kW, de trois piles à combustible hydrogène et l'hydrogène est sous pression à 350 bar pour une capacité totale de 22.000 litres.



# Pour conclure

## COMPARATIF DE RENDEMENT de différentes MOTORISATIONS

Rendement du moteur thermique à combustion interne alimenté en essence : 35%

Rendement du moteur thermique à combustion interne alimenté en gasoil : 37%

Rendement du moteur thermique à combustion interne alimenté en hydrogène : 42%

Rendement du moteur thermique à combustion interne assisté par un système d'oxydoréduction (GILLIER-PANTONE):49%

Rendement du moteur thermique à combustion interne assisté par un système d'électrolyse:49%

Rendement du moteur électrique alimenté par une pile à combustible : 50%

Rendement du moteur électrique alimenté par batterie : 80%

Quelles raisons peuvent empêcher la production d'hydrogène, hormis l'excuse fallacieuse du secret défense, puisque l'électrolyse de l'eau est aussi une des phases du procédé utilisé pour fabriquer le deutérium( $2H$ ), plus communément appelé « eau lourde », présente à hauteur de 1% dans l'eau et qui est indispensable à l'industrie nucléaire pour réaliser une réaction atomique, ou peut être la peur que trop de personnes fabriquent une fusée en se servant d'hydrogène comme carburant pour quitter notre planète. Il y a aussi le fait que l'hydrogène a un très bon rendement explosif, ce qui le rend dangereux comme toutes matières inflammables, mais c'est justement d'être combustible qui en fait son intérêt. La production et l'utilisation d'hydrogène n'a en elle-même aucune limite puisque les réservoirs sont l'immensité des océans, que sa combustion et sa synthèse matérialise de l'eau. L'utilisation de l'hydrogène est donc renouvelable et inépuisable.

Dans l'hypothétique espoir, que espérons le n'est pas illusoire, ou les technologies permettant de produire de manières renouvelables de l'hydrogène, qui sont démontrées, prouvées, réalisées et utilisables, bénéficierons enfin d'infrastructures donnant des capacités de production offrant une vraie alternative énergétique. Cela, lorsque les capitaux ne seront plus exclusivement capter par les mêmes qui continuent de faire des bénéfices colossaux même en temps de crise, avec une crise qui ne soit plus une excuse à tout et son contraire et en particulier de ne pas mettre les moyens pour développer les énergies renouvelables. Soit, en attendant ce jour là, nous devons économiser les énergies fossiles et fissiles qui sont bientôt épuisées et qui sont irrémédiablement très polluantes. Pour faire ces économies d'énergies fossiles et fissile, nous avons le co-voiturage, l'isolation des bâtiments, le perfectionnement des appareils électriques pour les rendre moins gourmands en électricité...

En attendant, il est urgent de réduire les émissions de CO<sup>2</sup>, mais lorsqu'il faut imposer l'utilisation des systèmes réduisant la consommation d'essence et de gasoil, il n'y a plus personnes.

Il ne faut plus polluer, mais il ne faut surtout pas réduire la consommation de pétrole.

Pour les moteurs thermiques essence et diésel utilisés par exemple pour le transport, les technologies permettant de réduire la consommation d'un minimum de 50% sont bien connues, mais elles ne sont bien sur pas montées de série et qui irait modifier un véhicule neuf, même pour faire des économies d'énergie, mais entraînant la perte de la garantie.

Alors il est bien mis en place des moyens gigantesques pour faire des économies d'énergies, mais lorsqu'il faut économiser directement le pétrole en mettant de série les systèmes démontrées, prouvées et réalisées dont le coût des matériaux ne dépassent pas 100 euros par moteur et permettant de réduire la consommation des moteurs thermiques en produit pétrolier d'un minimum de 50%. Comme avec l'électrolyse de l'eau pour produire de l'hydrogène et de l'oxygène injectés dans l'admission, dont l'électricité nécessaire à l'électrolyse de l'eau peut être produite par le déplacement hydraulique des suspensions, par des modules thermoélectriques à partir de la chaleur perdue du moteur du système de refroidissement et de l'échappement, par le freinage, procédé réservé pour l'instant aux voitures bi-énergies et voir même, par la disposition de quelques cellules photovoltaïques. Ou aussi, autres systèmes d'économies de pétrole, les systèmes d'oxydoréduction couplé au storming utilisant la chaleur perdue du moteur thermique de refroidissement ou de l'échappement pour produire de l'hydrogène et de l'oxygène ajoutés à l'injection, dont le plus connu est le système PANTONE. En suivant les indications données par les premiers réalisateurs du système PANTONE et des électrolyseurs, j'ai réalisé avec mes petits moyens et mes faibles capacités, ces systèmes que j'utilise maintenant et qui me permettent de pouvoir affirmer qu'ils réduisent bien la consommation en essence et en gazole de 50 %. Alors comment expliqué qu'avec les indications des résistants qui explique comment réaliser ces systèmes, chacun peut vérifier par lui même la réduction de la consommation de moteur thermique avec le système PANTONE ou l'électrolyse de l'eau. Alors que les constructeurs qui dépense des milliards en conception de véhicules n'y arrivent pas.

Faut il en conclure que toutes associations, partis politiques et individus qui se disent écologistes ou vantent les économies d'énergies, le développement durable, la technologie verte, le grenelle de l'environnement, la croissance verte et la taxe carbone, en attendant la mise en place des énergies renouvelables. Et, qui pour l'instant ne reconnaissent pas et ne soutiennent pas l'installation obligatoire de série des systèmes d'électrolyse et d'oxydoréduction couplé au storming, permettant de réduire la consommation et la pollution du pétrole d'un minimum de 50% dans les secteurs du transport et du chauffage, ne sont que des beaux parleurs qui ne font que tromper les citoyens qui n'ont pas accès à ces technologies, puisqu'elles sont justement actuellement discréditées, mais ce ne sont en aucun cas des résistants défendant l'environnement ou la planète et ceux qui ont eu le courage de réaliser et de démontrer ces systèmes pouvant déjà permettre de réduire au minimum de moitié la consommation d'essence et de gasoil, la pollution et qui devraient être montés de série pour cela, ne le savent que trop bien.

<http://quanthomme.free.fr/qhsuite/AddWaterV.1.htm>

<http://video.google.fr>.

D'ailleurs, sans la pollution des énergies fossiles et fissiles, y aurait il remise en cause du monopole des lobbies énergétiques, qui pour garder un train de vie exorbitant, empêchent l'évolution d'une planète et qui vantent les bio carburants produit à partir de produit alimentaire, dont il autorisé d'en ajouter 15 % dans le gazole ou l'essence, ce qui permet de faire payer ces bios carburant comme des produits pétroliers.