

# Des sources d'énergies nouvelles pour se déplacer ?

## La voiture à pile à combustible

De nombreux constructeurs d'automobiles développent depuis plusieurs années des prototypes de voitures à pile à combustible (c'est-à-dire utilisant le dihydrogène comme combustible). Même si l'on ne les rencontre pas encore habituellement sur les routes, ces prototypes ont déjà parcouru, tous modèles confondus, des centaines de milliers de kilomètres avec une autonomie variant de 300 à 500 km et jusqu'à des records de 800 à 900 km.



Photo tirée du site " <http://www.forum-auto.com>



Les puissances et les vitesses atteintes par ces véhicules ne sont pas différentes de celles des modèles à essence. Le dihydrogène, combustible de ces voitures, peut être stocké sous diverses formes : gazeuse sous pression de 150 à 350 bar, reformé à partir de méthanol (liquide) stocké dans un réservoir d'une quarantaine de litres, ou bien encore produit à partir de l'urée ( $\text{NH}_2,2\text{CO}$ ) principal constituant de l'urine, par une méthode récemment mise au point par G. Botte, scientifique de l'université d'Ohio.

Les premiers modèles de série pourraient être disponibles entre 2012 et 2015. Et auraient une durée de vie estimée à ce jour entre 80 000 et 100 000 km

(Informations provenant des sites : [wired-autopia](#) ; [slate](#) ; [xelopolis](#) ; [ecologie.caradisiac](#) )

### Mais comment fonctionne une pile à combustible ?

Une pile à combustible est un élément (appelé "cellule") capable de permettre une réaction contrôlée de synthèse de l'eau, en présence d'un catalyseur (platine), à partir du dihydrogène, stocké dans un réservoir ou directement produit en continu par exemple par reformage à partir de l'éthanol (DEFC "Direct Ethanol Fuel Cell") ou du méthanol (DMFC), et du dioxygène contenu dans l'air ambiant.

Dans une cellule, le dihydrogène et le dioxygène n'entrent pas directement en contact car cette réaction est très exothermique voire explosive. Cependant le fonctionnement de la cellule dégage malgré tout une chaleur importante lors de la réaction de recombinaison hydrogène-oxygène.



Cellule à combustible

Le schéma ci-contre détaille le principe de fonctionnement d'une cellule à combustible.

**a) Quelle réaction a lieu à l'anode, à la cathode ?**

.....

.....

**b) S'agit-il d'une oxydation, d'une réduction ?**

.....

**c) Quel est le rôle d'un catalyseur ?**

.....

.....

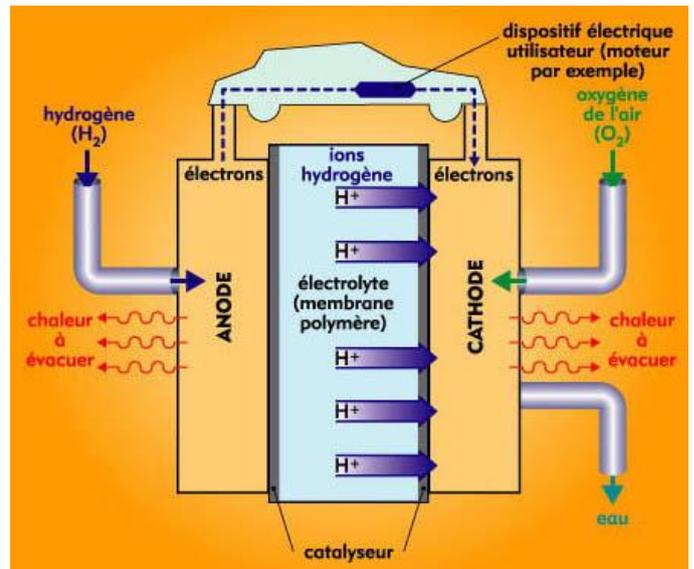


Image tirée du site <http://pilesadomicile.unblog.fr>

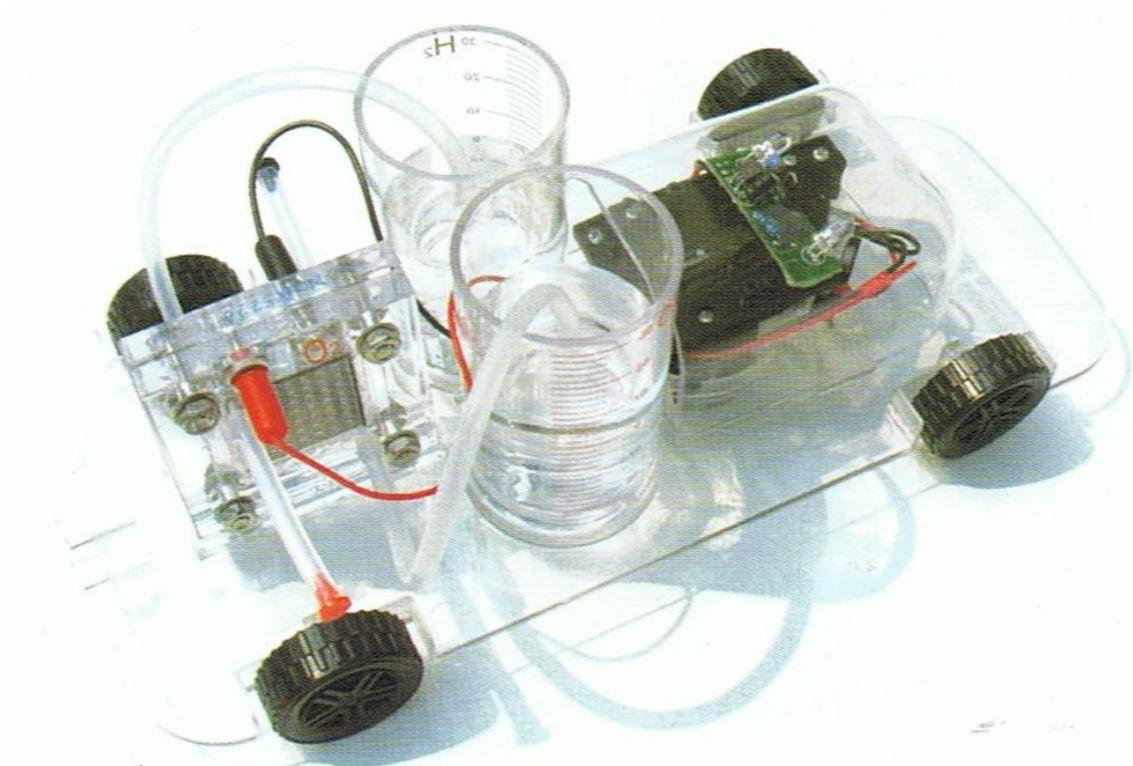
Pour voir une animation sur le fonctionnement d'une cellule à combustible aller sur le site :

["http://www.cea.fr/var/cea/storage/static/fr/jeunes/animation/aLaLoupe/Pile/pile.htm"](http://www.cea.fr/var/cea/storage/static/fr/jeunes/animation/aLaLoupe/Pile/pile.htm)

### Etude d'une maquette

Vous avez pu voir fonctionner une maquette de voiture à pile à hydrogène en TP. En repensant aux explications données en cours ainsi qu'aux observations effectuées :

1) **Placer sur la photo ci-dessous les légendes présentant les différents éléments constituant cette voiture.**



2) Retrouver sur l'image ci-après les éléments identifiés sur la maquette en les entourant et en les nommant.

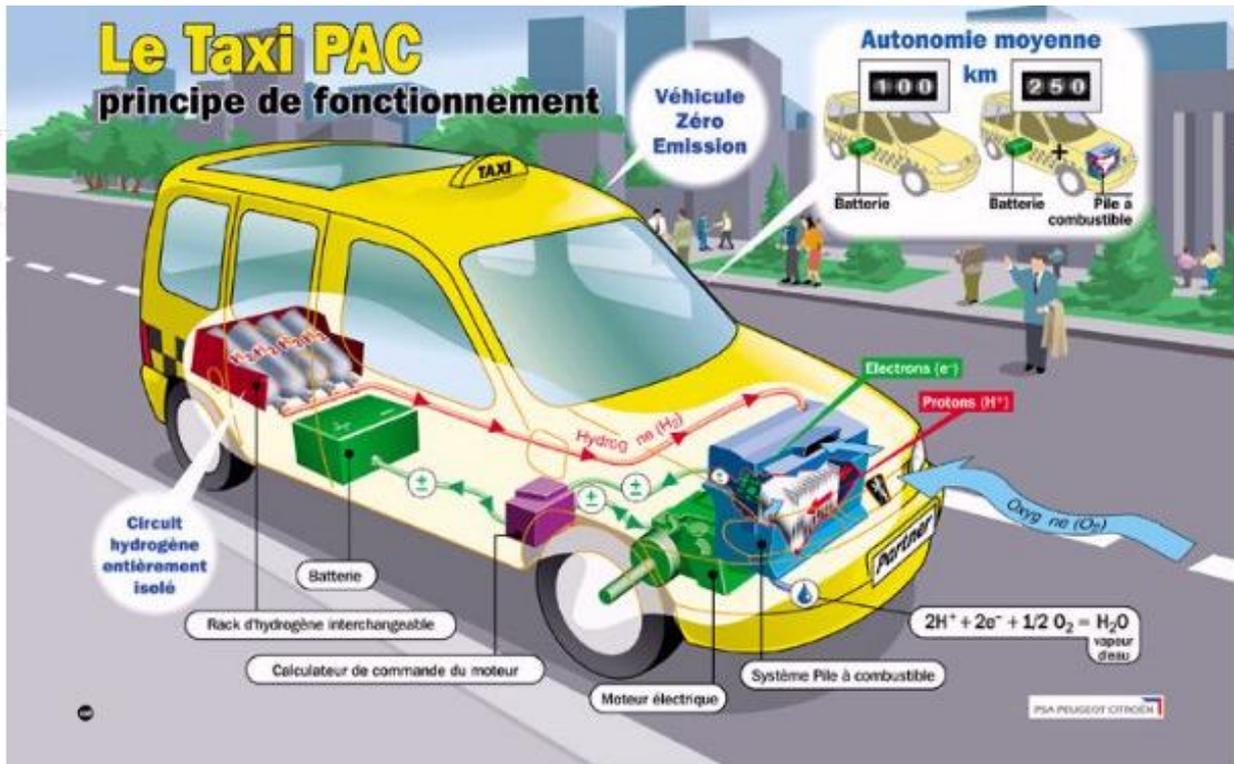


Image tirée du site <http://philippe.boursin.perso.sfr.fr>

**Chaînes énergétiques mises en œuvre pour le fonctionnement de la maquette :**

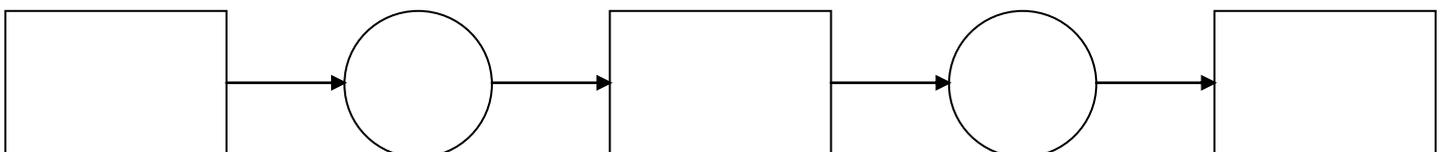
Compléter les 2 chaînes énergétiques ci-dessous, puis donner quelques explications concernant les différents transferts d'énergie mis en œuvre pour permettre à cette maquette de rouler.

**Recharge en énergie :** un panneau photovoltaïque permet une électrolyse de l'eau pour obtenir du dihydrogène et du dioxygène.



.....  
 .....

**Utilisation de l'énergie pour rouler :** le dihydrogène et le dioxygène sont recombinaés dans la cellule à combustible pour produire du courant continu qui alimente un moteur électrique.



.....  
 .....

## Production et stockage du dihydrogène

Les technologies faisant appel à l'hydrogène comme carburant sont l'objet de l'intérêt des gouvernements. Ainsi **L'Office Parlementaire d'Evaluation des Choix Scientifiques et Technologiques** dans son rapport sur la **"Définition et Implications du concept de voiture propre"** dresse un état des lieux en indiquant : **"Au-delà des expérimentations, c'est bien le coût qui sera déterminant, coût de la production mais aussi de la chaîne complète de distribution.** Le département de l'énergie des États-Unis (DOE) a fixé pour 2010 des objectifs très ambitieux, de 0,4 €/lee (litre équivalent essence) d'hydrogène distribué, fabriqué à partir du méthane."

Le diagramme à barres ci-dessous, tiré de ce rapport, établit une comparaison du coût global d'une filière hydrogène comme carburant en fonction de la méthode de production, du type de transport et de distribution choisis. (SMR : Steam Méthanol Reformage)

### A la lecture de ce diagramme

a) quel choix apparait le moins onéreux entre la forme liquide ou gazeuse du dihydrogène ?

.....

.....

b) Entre la production par reformage (SMR) et celle par électrolyse, quelle est la plus coûteuse ?

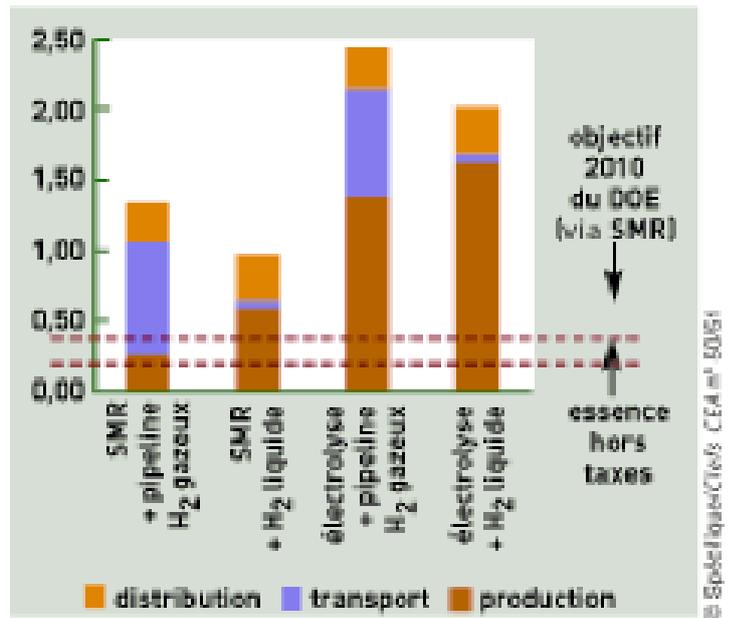
.....

.....

c) estimer l'écart de coût en € entre la méthode par reformage et celle par électrolyse

.....

.....



Coûts de l'hydrogène distribué en station-service (€/litre équivalent essence).

SMR = Steam Methane Reforming, reformage à la vapeur du méthane. [Source : SFA Pacific 2002].

