



# Hydrogène

Une énergie propre pour le futur



**TOTAL**



**L'HYDROGÈNE** est considéré comme l'un des carburants les plus prometteurs pour le futur. Vecteur énergétique, l'hydrogène peut être utilisé dans les transports de façon non polluante ainsi que dans des unités de production de chaleur et d'électricité. La possibilité de produire l'hydrogène à partir de sources renouvelables ou non renouvelables, qui grâce à de nouvelles techniques comme le stockage de CO<sub>2</sub> n'émettent plus de gaz à effet de serre, permet d'envisager l'utilisation dans le futur de ce type d'énergie pratique et au bilan environnemental favorable.

## Utilisation de l'hydrogène

Un des principaux intérêts de l'hydrogène est sa capacité de produire de l'énergie sans émettre de polluants ni de CO<sub>2</sub>.

- Dans un moteur à combustion interne, les produits de la combustion sont la vapeur d'eau et une part faible d'oxydes d'azote.
- Dans une pile à combustible, l'hydrogène produit l'électricité qui est l'énergie utile et de la chaleur ; le seul produit de combustion est la vapeur d'eau.

La pile à combustible a un meilleur rendement que le moteur à combustion interne et a aussi l'avantage d'avoir un faible niveau sonore.

Par contre ce dispositif nouveau doit encore progresser techniquement (durabilité, fiabilité, coûts).

## Production de l'hydrogène

N'étant pas lui-même une source d'énergie primaire, l'hydrogène doit être fabriqué avant son utilisation. On peut produire l'hydrogène à partir de nombreuses sources d'énergie, ce qui a un intérêt pour la diversification énergétique :

- à partir de sources d'énergie fossiles (gaz naturel, charbon, essence) par des procédés de réformage. Le CO<sub>2</sub> qui est émis par ce procédé pourrait à l'avenir être capturé et stocké dans des réservoirs souterrains ;
- à partir de ressources renouvelables. Ceci inclut les procédés à partir de biomasse (gazéification, pyrolyse) ou encore la production à partir d'électricité photovoltaïque ou éolienne (par électrolyse de l'eau).

## Stockage de l'hydrogène

Une fois produit, l'hydrogène peut être stocké sous 2 formes :

- sous forme liquide, refroidi jusqu'à -253°C et stocké dans des réservoirs isolés thermiquement ;
- sous forme gazeuse, comprimé à des pressions jusqu'à 850 bars et stocké dans des bouteilles étanches.

## Vers le futur de l'hydrogène

On envisage l'utilisation de l'hydrogène pour de nombreuses applications, pour n'en citer que quelques une :

- cogénération résidentielle ou industrielle d'électricité et de chaleur ;
- génération d'électricité pour appareils électriques portables (augmentation de l'autonomie) ;
- propulsion des véhicules.

A l'heure actuelle, de nombreux acteurs du secteur de l'énergie et des transports s'impliquent dans les projets de recherche et de démonstration dans plusieurs endroits du monde. Il faudra cependant encore du temps pour que la technologie puisse être commercialisée afin de résoudre les problèmes techniques restants (stockage, distribution) et afin de diminuer les coûts.

Total fait partie des parties prenantes sur l'hydrogène. En partenariat avec les constructeurs automobiles, Total s'implique dans les projets de recherche et de démonstration subventionnés par la Commission Européenne et soutenus par des gouvernements :

- *Clean Energy Partnership (CEP)* et *HyFLEET:CUTE* : deux programmes auxquels participe Total à Berlin pour approvisionner en hydrogène des véhicules de différents constructeurs ;
- *JTI* : l'initiative technologique conjointe sur les piles à combustible et l'hydrogène, engagée avec la Commission Européenne et des industriels, afin de proposer un plan d'actions européen et définir des recommandations pour le déploiement de projets de démonstration à grande échelle à l'horizon 2015-2020 ;
- En France, un plan national d'action sur l'hydrogène et les piles à combustible (PAN-H) pour la construction d'un programme de R&D à finalité économique et industrielle.

Total prépare activement des projets de démonstration de plus grande taille pour la période 2010 – 2015 .



Clean Energy Partnership : un partenariat multinationale



Un accès facile pour l'utilisateur





**Total** s'implique depuis plusieurs années dans la recherche sur l'hydrogène comme carburant automobile. Total a construit 3 stations service distribuant de l'hydrogène : deux en Allemagne (Berlin et Munich) et une en Belgique (Ruisbroek, proche de Bruxelles). En outre des programmes CEP et *HyFLEET:CUTE*, Total s'est associé avec BMW pour la fourniture d'hydrogène à leurs véhicules de démonstration Série 7 H<sub>2</sub>.



## Les stations hydrogène de Total

### Berlin

Total a ouvert sa première station hydrogène en Allemagne à Berlin en 2002. Elle fut remplacée en 2006 par une nouvelle station hydrogène intégrée dans une station-service Total conventionnelle. Elle est capable de distribuer de l'hydrogène sous forme liquide (-253°C) ou comprimée (350 ou 700 bars), ce qui lui permet de ravitailler tous types de véhicules hydrogène. Ces véhicules sont :

- 16 voitures (BMW, Ford, Opel-GM, Mercedes, Volkswagen) dans le cadre du CEP (*Clean Energy Partnership*) qui regroupe les acteurs de l'hydrogène carburant à Berlin ;
- 14 bus MAN utilisés en service régulier par la régie des transports de Berlin, la BVG, dans le cadre du projet européen *HyFLEET:CUTE*. Ce projet consiste à opérer des flottes de bus hydrogène dans plusieurs villes d'Europe ainsi qu'à Pékin, Perth et Reykjavik.

En coopération avec Vatenfall Europe, 2 piles à combustible stationnaires ont été installées. Elles fournissent de l'électricité qui est injectée sur le réseau et de la chaleur valorisée dans la station.

L'hydrogène est amené sous forme liquide à la station et stocké dans un réservoir de 17 600 litres. Il est également produit directement à la station par un réformeur de GPL. L'hydrogène gazeux est comprimé à 415 ou 850 bars.

### Munich

En mars 2007, Total a ouvert une nouvelle station hydrogène en face du centre de recherche de BMW à Munich. La station-service qui commercialise aussi des carburants classiques, est l'un des fruits de la coopération entre Total et BMW lancée en 2006. Elle permet de ravitailler en hydrogène liquide les BMW Série 7 hydrogène. Avec cette nouvelle station, Total démontre que la distribution d'hydrogène peut parfaitement s'intégrer dans une station-service classique : le réservoir d'hydrogène liquide est enterré (une première en Allemagne) et seule la pompe est visible, tout comme pour les pompes classiques situées à côté.

### Ruisbroek

La station hydrogène de Ruisbroek (Belgique), ouverte en 2008, renforce le partenariat entre Total et BMW. Elle est intégrée dans la station-service autoroutière Total située sur l'axe Bruxelles – Paris et est la première station-service hydrogène autoroutière en Europe. Cette station distribue pour l'instant exclusivement de l'hydrogène liquide, qui est utilisé par les BMW Série 7 hydrogène. L'hydrogène liquide est stocké à -253°C dans un réservoir aérien d'une capacité de 17 600 litres. A l'avenir l'extension à la distribution d'hydrogène gazeux est possible.



Berlin : la plus grande flotte de bus hydrogène du monde



Munich : une pompe hydrogène complètement intégrée



BMW-Total : un partenariat fort pour l'hydrogène



# TOTAL

Benzin  
Super  
Diesel  
LKW Diesel

2

1



## Wasserstoff - H<sub>2</sub>



Wasserstoff



**TOTAL**

**TOTAL S.A.**

Siège social : 2, place de la Coupole  
La Défense 6 - 92400 Courbevoie  
Capital social : 5 988 830 242,50 euros  
542 051 180 RCS Nanterre

[www.total.com](http://www.total.com)

Crédits photographiques : BMW, CEP, TOTAL