

## CONTRIBUTIONS

## THE CONVERSATION

L'expertise universitaire, l'exigence journalistique

# COMMENT FONCTIONNENT LES VOITURES À HYDROGÈNE ?

LA PILE À COMBUSTIBLE CONSTITUE LE CŒUR D'UNE VOITURE À HYDROGÈNE. MAIS COMMENT CELA FONCTIONNE ? ON VOUS EXPLIQUE.

**V**ous souhaitez remiser votre moteur thermique ? Entre vélo, trottinette, voiture électrique ou hydrogène, les alternatives pour nos nouvelles mobilités ne manquent pas... même si les véhicules électriques sont encore aujourd'hui contraints par l'autonomie des batteries.

La "pile à combustible" constitue le cœur d'une voiture hydrogène ; elle permet de transformer un combustible, comme de l'hydrogène, en électricité et en eau grâce à de l'oxygène. Dans la pile, une réaction d'oxydoréduction se produit permettant de créer l'électricité. Au niveau de l'anode, la molécule d'hydrogène, au contact d'un catalyseur, se décompose et libère protons et électrons qui vont créer le courant électrique. Côté cathode, l'eau est produite grâce à l'oxygène, aux protons et aux électrons.

Alors que cet effet a été découvert par William Grove en 1839, il n'a que peu intéressé les constructeurs d'automobiles pendant presque deux siècles : l'hydrogène est longtemps resté difficile à stocker, nécessairement sous pression (700 bars), et donc à transporter.

En 1994, Chrysler reprend le concept et développe un premier prototype ; en 2005, Mercedes propose la première voiture à hydrogène de série : la Classe B F-Cell (pour fuel cell, en anglais). Ces dernières années, les projets de développement se sont multipliés pour des véhicules légers comme la Toyota Mirai, les utilitaires Kangoo et Master Z.E. Hydrogen de Renault, le SUV BMW I Hydrogène ; mais aussi les bus, avec par exemple la ligne entre Jouy-en-Josas et Versailles inaugurée en 2019, ou encore des poids lourds, avec le Xcient Fuel Cell de Hyundai prévu pour 2025.

## DIFFÉRENTES TECHNOLOGIES EXISTENT

Le véhicule à hydrogène connaît des contraintes d'autonomie similaires à celles d'un véhicule essence ou diesel : on peut faire 500 km avec un plein. Ensuite, on passe à la pompe, avec un temps de remplissage inférieur à cinq minutes. Au tarif d'une quinzaine d'euros le kilo (l'hydrogène se mesure en kilos), il faut compter entre 50€ et 70€ pour remplir

son réservoir.

Différentes technologies de piles à combustible existent : le combustible en question peut être de l'hydrogène, bien sûr, mais aussi du méthanol ou du méthane. La technologie la plus utilisée dans l'industrie automobile est celle dite à membrane échangeuse de protons qui utilise de l'hydrogène gazeux. Le gaz est stocké dans un réservoir à haute pression qui remplace votre réservoir à essence et peut supporter 2,5 fois la pression prévue de 700 bars. Sa structure composite lui assure étanchéité, résistance à la pression et aux chocs.

Pour obtenir une puissance suffisante afin d'alimenter les batteries et déplacer un véhicule, plusieurs piles à combustible sont utilisées simultanément, formant un empilement. Dans certains modèles, l'électricité produite par la pile à combustible alimente un moteur électrique, semblable à celui présent dans une voiture électrique conventionnelle. Pour d'autres véhicules, la pile à combustible sert exclusivement à recharger la batterie qui alimente le moteur, comme c'est le cas du Renault Kangoo.

RÉMI BLIGNY,  
DOCTORANT EN MÉCANIQUE  
ET ÉNERGIE ET ROBIN VIVIAN,  
MAÎTRE DE CONFÉRENCES  
(UNIVERSITÉ DE LORRAINE)