

› L'hydrogène énergie : rêve ou réalité ?

La consommation énergétique du monde actuel est dominée par les combustibles fossiles (pétrole, gaz et charbon) : ils représentent 80% de l'énergie primaire consommée dans le monde. Or, ceux-ci sont en quantité finie sur la planète. Le pétrole et le gaz vont progressivement devenir plus rares et plus chers dans le courant du xxi^e siècle, puis ce sera le tour du charbon à plus long terme. Outre le problème des réserves, l'inconvénient majeur des combustibles fossiles est qu'ils émettent du gaz carbonique (CO_2) en brûlant. Ce dernier contribue pour une large part à augmenter l'effet de serre naturel, ce qui peut conduire à un réchauffement climatique notable au niveau de la Terre.

Nous émettons, à l'échelle mondiale, deux fois plus de CO_2 que la nature peut en absorber. Il faut donc progressivement réagir en diminuant notre dépendance vis-à-vis des combustibles fossiles, en utilisant mieux l'énergie dont nous disposons, en exploitant des sources d'énergie non émettrices de gaz à effet de serre, enfin en développant de nouveaux vecteurs énergétiques permettant de transporter de l'énergie et de l'utiliser sans produire de CO_2 . C'est le cas de l'électricité, mais aussi celui de l'hydrogène. L'hydrogène a en effet la propriété de brûler en n'émettant que de la vapeur d'eau, et de ne produire que de l'eau dans les piles à combustible. C'est donc un combustible « propre ». Toutefois, comme l'électricité, c'est un vecteur énergétique et non une source d'énergie primaire. Cela signifie qu'il faut de l'énergie pour le produire, ce qui peut se faire de manière plus ou moins propre.

L'aspect énergétique de l'hydrogène jouera très probablement un grand rôle dans le futur. La question est de savoir quand, comment et où. L'une des difficultés est de créer un réseau de distribution à grande échelle, car un tel réseau est nécessaire pour que ce vecteur énergétique puisse réellement se développer. Les piles à combustible, qui sont le meilleur système pour exploiter l'énergie contenue dans l'hydrogène, sont encore très chères. Elles n'ont pas atteint un stade de développement au sens où l'entend un consommateur, qui se préoccupe plus du service rendu que de la technologie, et recherche une fiabilité sans faille pour un coût très bas. L'hydrogène produit de manière propre, c'est-à-dire par électrolyse avec des sources d'électricité n'émettant pas de gaz à effet de serre (comme les énergies renouvelables ou le nucléaire), est encore loin d'être économiquement compétitif. Même lorsqu'il est produit à partir du gaz naturel, comme c'est le cas pour la majorité de la production actuelle, les coûts sont encore trop élevés comparés à ceux des combustibles fossiles.

L'hydrogène sera essentiellement utilisé pour la fourniture d'électricité et de chaleur, ainsi que pour les transports, où il peut être utilisé comme combustible. Les piles à combustible, quant à elles, seront probablement utilisées pour les applications suivantes, au fur et à mesure de leurs développements :

— les mini- et micropiles à combustible pour des équipements nomades (micro-ordinateurs, téléphones portables, etc.) : dans ce cas-là, le service fourni (une grande autonomie) sera prépondérant par rapport au prix lui-même ;

— les applications stationnaires (chauffage et fourniture d'électricité pour l'habitat) : elles devraient se développer grâce aux piles à combustible fonctionnant à haute température, car elles pourront bénéficier au début du réseau de gaz naturel existant ;

— les applications aux transports routiers : elles sont encore incertaines, car les contraintes propres à ce domaine sont fortes ; les carburants de synthèse risquent de prolonger assez longtemps l'utilisation du moteur à combustion interne, lorsque celui-ci est couplé à un moteur électrique et des batteries (véhicules hybrides).

On n'imposera pas l'utilisation de l'hydrogène : c'est le marché qui décidera. Le coût et la commodité d'emploi seront donc des paramètres essentiels pour son développement. L'introduction de l'hydrogène n'est d'ailleurs pas sans rappeler celle de l'électricité, qui fut difficile. On aura besoin d'hydrogène comme vecteur énergétique à long terme, mais cela nécessitera des investissements considérables qui demandent du temps ainsi que des recherches et des développements.

Cet ouvrage a trouvé sa source dans une initiative du professeur Daniel Gouvenot à l'École centrale des arts et manufactures de Paris. Nous souhaiterions le remercier ici. Nos réflexions à propos de l'hydrogène et de ses applications énergétiques, initié dans le cadre de la formation « Conception, développement, recherche », se sont ensuite poursuivies à travers de nombreuses discussions avec nos collègues issus d'instituts de recherche, de l'industrie, d'associations ou de sociétés savantes, auxquels nous souhaitons adresser notre très sincère reconnaissance. Enfin, nous sommes également redevables au CEA et à l'association Écrin, qui sont des lieux spécialement riches en information scientifique et en échanges fructueux.

Les auteurs