

# Controverses

<http://go-science.fr/transition-energetique/>

## **Transition énergétique : pourquoi l'hydrogène est-il aujourd'hui controversé ?**

Depuis quelques années, l'hydrogène naturel est présenté comme l'énergie du futur. Mais de plus en plus de voix s'élèvent pour alerter sur le risque d'une surenchère. Ce gaz ne serait pas aussi écologique qu'on veut le faire croire. Est-ce vraiment le cas ?

Ignoré pendant plusieurs décennies, l'hydrogène fait aujourd'hui l'objet de toutes les convoitises. Les industriels s'engagent tous dans la production de ce gaz et les gouvernements dégagent les plans. Ces derniers visent à verdir la filière. En effet, 95% de l'hydrogène est toujours gris, c'est-à-dire produit à partir d'énergies fossiles polluantes telles que les hydrocarbures, le charbon et le gaz naturel. Cette production était responsable de l'émission de 830 millions de tonnes de CO<sub>2</sub> en 2019, soit 2% des émissions totales. Pour réduire cette pollution, les acteurs de l'énergie ont jeté leur dévolu sur l'hydrogène bleu qui permet la capture et le stockage du CO<sub>2</sub>. Malheureusement, cela ne suffit pas à régler les problèmes de pollution. Il fallait donc trouver autre chose.

### **Un gaspillage en eau et en énergie**

L'industrie de l'énergie a alors inventé l'hydrogène vert, produit à partir d'énergie renouvelable. Il représente à ce jour l'un des espoirs de l'objectif zéro-carbone d'ici 2050. C'est cette forme d'hydrogène que les gouvernements souhaitent propulser. C'est pourquoi, ils ont concocté des plans à plusieurs milliards d'euros. L'Allemagne et la France notamment ont promis respectivement 9 et 7 milliards d'euros pour booster la production de l'hydrogène vert d'ici 2030. Cette ressource présenterait de nombreux avantages pour la mobilité notamment. Cependant, la production de l'hydrogène vert demande beaucoup d'électricité, sans oublier les énormes quantités d'eau utilisées à la fois pour l'électrolyse et pour le refroidissement des équipements. En outre, le prix pose encore un problème. L'hydrogène revient plus cher que les énergies conventionnelles.

### **La promesse d'un hydrogène moins cher**

Pour diminuer les coûts, 30 industriels de l'énergie ont créé la semaine dernière le collectif HyDeal Ambition. Ils promettent un hydrogène vert à 1,5 €/kg, au lieu des 10 €/kg appliqués aujourd'hui. Pour cela, le collectif s'engage à produire 3,6 millions de tonnes par an dès 2022, en exploitant un parc solaire de 95 GW au large de la péninsule ibérique. D'autres industriels, visiblement très audacieux, ont fait le pari de l'hydrogène naturel. Parent « pauvre » de l'hydrogène, cette ressource est pourtant la plus vertueuse. En effet, elle est abondante, renouvelable, n'émet aucun CO<sub>2</sub> (rien que de l'eau) et ne coûte pas cher. Hydroma, l'une des sociétés pionnières de l'hydrogène naturel, opère depuis 2012 au Mali. Elle transforme ce gaz en électricité verte pour le village de Bourakébougou. Après huit ans de test réussi, elle a récemment lancé la production à grande échelle. À terme, Hydroma compte exporter son gaz dans toute l'Afrique et en Europe.

### **Un pipeline du Mali aux portes de l'Europe**

« Dans notre projet, nous avons programmé de faire un pipeline pour transporter l'hydrogène naturel du Mali au Sénégal, à la Mauritanie, au Maroc, jusqu'à la porte de l'Europe. Donc ça fait 4700 kilomètres. Ce n'est pas un rêve, c'est une réalisation tout à fait faisable. L'Europe même est en train de construire 23.000 kilomètres de pipeline pour le transport de l'hydrogène », a annoncé le PDG de la société malienne Aliou Diallo, dans une interview à Africable Télévision, en octobre 2020. Il a calculé que les acteurs européens vont transporter un kilo d'hydrogène sur 2.500 kilomètres, soit environ 0,20 cent le kilo, alors que Hydroma, avec moins de 5.000 kilomètres de pipeline, va pouvoir transporter de l'hydrogène à moins de 0,50 cent le kilo. « Ce qui peut nous permettra d'envoyer notre hydrogène sur le marché européen, tout en restant compétitif par rapport à l'hydrogène gris sur le marché européen aujourd'hui », a précisé le promoteur malien.

### Jean-Marc Jancovici – 2020.

Hydrogène par-ci, hydrogène par-là, voici donc quelques mois que ce premier élément du tableau périodique a le vent en poupe. Grâce à lui, nous allons propulser des avions propres, des voitures propres, des bateaux propres, bref, nous débarrasser en un tour de main de notre vieux monde cracra tout en conservant les acquis du monde en question.

L'hydrogène (H), c'est l'élément le plus abondant de l'Univers. Malheureusement, il n'est jamais facilement accessible. Celui contenu dans les galaxies est un peu loin, celui contenu dans le Soleil aussi. Et sur notre bonne vieille Terre, il n'existe qu'au sein de molécules où il est "cramponné" à d'autres atomes, avec une envie modérée de s'en séparer.

Le premier gisement d'hydrogène terrestre se trouve dans... l'eau, et l'océan n'en manque pas. Mais cet hydrogène n'est pas prêt à l'emploi : pour le séparer de l'oxygène dans la molécule d'eau ( $H_2O$ ), il faut briser la liaison O-H, ce qui demande de l'énergie. En fait, la physique est impitoyable : l'énergie nécessaire pour séparer l'hydrogène de l'oxygène est exactement égale à l'énergie que l'hydrogène fournira quand il brûlera, c'est-à-dire... qu'il s'associera de nouveau à de l'oxygène (en brûlant ou dans une pile à combustible) pour reformer de l'eau ! Les molécules organiques contiennent aussi beaucoup d'hydrogène, ainsi que leurs dérivés fossiles, dont le gaz naturel ( $CH_4$ ), qui en contient le plus en proportion. Cet hydrogène-là n'est pas non plus "prêt à l'emploi" : il faut cette fois-ci le séparer du carbone, ce qui demande aussi de l'énergie, moins cependant que pour le séparer de l'oxygène.

Cette séparation de l'hydrogène d'autres atomes est déjà d'un usage courant dans l'industrie : en 2019, il s'en est produit 75 millions de tonnes dans le monde. Pour le moment, la technique employée, sauf rares exceptions, s'appelle le reformage du méthane. Pour cela, on mélange de la vapeur d'eau et du méthane ; puis on chauffe l'ensemble très fort (en brûlant du gaz), et les atomes se réarrangent. Nous obtenons bien de l'hydrogène gazeux dans cette affaire, mais également... du dioxyde de carbone ( $CO_2$ ). Il provient à la fois de la réaction chimique elle-même et de la combustion du gaz naturel qui a fourni l'énergie nécessaire à cette réaction. Résultat, pour 1 tonne d'hydrogène produite, 10 tonnes de  $CO_2$  partent dans l'air. Utiliser cet hydrogène dans une voiture donne des émissions par kilomètre à peu près identiques à celles de l'essence. A un détail près: ce  $CO_2$  n'est pas créé directement dans le moteur de la voiture, mais est issu du processus de production de l'hydrogène en amont.

Toutefois, pour le moment, l'hydrogène ne sert quasiment pas aux transports, car il est très malcommode à stocker. Une petite moitié sert à fabriquer de l'ammoniac ( $NH_3$ ), par association avec de l'azote pris dans l'air, pour ensuite produire des engrais azotés. Une autre petite moitié sert dans les raffineries afin d'ôter le soufre des carburants.

Produire l'hydrogène à partir de gaz fossile, quels qu'en soient les usages à l'aval, ne permet donc pas de résoudre le problème climatique. D'aucuns espèrent qu'il sera possible de capturer le  $CO_2$  émis pendant la production puis de l'enfouir sous terre. Mais ce genre de processus reste difficile à envisager à grande échelle si l'on veut remplacer par de l'hydrogène une fraction significative des 4 milliards de tonnes de pétrole utilisées en 2019.

Pour que l'hydrogène soit "vert", il faut électrolyser de l'eau avec de l'électricité bas carbone (nucléaire, éolien, hydraulique ; le solaire est déjà presque trop carboné à cause de la fabrication du panneau). Mais il y a un petit problème d'ordre de grandeur : en France, pour remplacer tous nos carburants par de l'hydrogène obtenu par électrolyse à partir d'électricité éolienne, il faudrait multiplier par 15 la puissance installée dans l'Hexagone en moulins à vent modernes, et doubler la production électrique totale...