

# Transition énergétique : l'hydrogène correspond-t-il à une hallucination collective ou à une promesse futuriste ?

Référence de l'article : DT6912

*Écrit par Michel GAY, (15 Juin 2018)*

Depuis plusieurs décennies, des études et des articles nous font régulièrement miroiter que l'hydrogène (H<sub>2</sub>) pourrait être un moyen de stocker l'énergie, notamment, le surplus d'électricité produit par des énergies intermittentes comme les éoliennes et les panneaux photovoltaïques. Il serait alors injecté dans le réseau actuel de gaz naturel ou retransformé en électricité dans une pile à combustible (PAC), par exemple. Il pourrait aussi remplacer l'essence et le diesel dans nos véhicules.

## **Bientôt, une civilisation de l'hydrogène ?**

Certains évoquent même une future « civilisation de l'hydrogène ». Qu'en est-il vraiment ? L'hydrogène (H<sub>2</sub>) est une énergie qui apparaît merveilleuse. Elle est même euphorisante, voire « stupéfiante ».... Avec l'H<sub>2</sub>, certains voient la vie en rose et auraient tendance à prendre leurs rêves pour des réalités. L'avenir énergétique du monde devient simple, radieux et tout devient possible car cette énergie idyllique et « futuriste » semble avoir tous les atouts pour succéder aux carburants fossiles (pétrole, gaz, charbon).

En effet, on peut extraire l'H<sub>2</sub> de l'eau. Et l'eau ne manque pas dans les océans et les fleuves. Après avoir brûlé l'H<sub>2</sub> pour se chauffer, ou pour actionner directement un moteur à combustion, ou encore après l'avoir transformé en électricité dans une pile à combustible (PAC) pour alimenter un moteur électrique, il se recombine avec l'oxygène de l'air pour redonner... de l'eau. Extraordinaire ! Quoi de plus simple, de plus propre et de plus écologique ? Ce serait donc une énergie disponible en quantité inépuisable, renouvelable et quasiment non polluante. Pourquoi n'y a-t-on pas pensé plus tôt ? Pourquoi n'a-t-elle pas déjà remplacé le pétrole, le gaz naturel et le charbon depuis plus d'un siècle ? En effet, l'H<sub>2</sub> a été découvert par Cavendish en 1766 et nommé par Lavoisier en 1783. Le procédé de la pile à combustible (PAC)<sup>1</sup> a été découvert en 1838 et la première PAC a été construite en 1841...

Y aurait-il un complot mondial antihydrogène manigancé par des lobbies sournois pour défendre la suprématie du pétrole, du gaz et du charbon, voire du nucléaire ?

## **D'où vient l'hydrogène ?**

Bien que l'hydrogène soit l'élément le plus abondant sur la planète, il n'existe pas de puits ni de source d'H<sub>2</sub>. Il est combiné à d'autres éléments, notamment à l'oxygène sous forme d'eau (H<sub>2</sub>O) et au carbone sous forme de méthane (CH<sub>4</sub>). Ce n'est pas une source d'énergie exploitable qui existe à l'état naturel sur terre<sup>2</sup>. L'H<sub>2</sub>, comme l'électricité, doit être produit et permet de transporter de l'énergie d'un endroit à un autre ou de la stocker avant son utilisation. On dit que c'est un vecteur d'énergie.

La fabrication de l'H<sub>2</sub> est coûteuse en énergie. Pour l'obtenir en grande quantité, il faut le séparer d'autres éléments, soit par électrolyse de l'eau (il faut donc produire de grandes quantités d'électricité), soit par des procédés thermiques ou chimiques à l'aide d'une autre énergie source... qui doit être abondante et bon marché. L'énergie nucléaire semble une bonne candidate (la seule ?) lorsqu'on a retiré le pétrole, le gaz et le charbon. Les énergies solaires et éoliennes ne pourront que servir d'appoints marginaux (surplus ponctuels de productions électriques) devant l'énormité des besoins d'un pays ou du monde.

Pour remplacer, même partiellement, les sept milliards de tonnes équivalent pétrole (7MdTep) de pétrole et de gaz (uniquement) consommées par an dans le monde<sup>3</sup> par de l'H<sub>2</sub>, les seules solutions viables actuellement envisagées sont l'électrolyse et la thermolyse<sup>4</sup> de l'eau pour produire les milliards de tonnes d'H<sub>2</sub> nécessaires par an.

Bien entendu, l'H<sub>2</sub> n'est une énergie potentiellement formidable que si elle est extraite de l'eau ! En effet, pour des raisons de coûts, l'H<sub>2</sub> est aujourd'hui extrait du pétrole, du gaz et du charbon qu'il est censé remplacer... car c'est plus pratique et moins cher.

## **COMMENT UTILISER L'HYDROGÈNE ?**

Les propriétés physiques de l'H<sub>2</sub> en font un gaz encombrant. À la pression atmosphérique, trois mètres cubes (m<sup>3</sup>) d'H<sub>2</sub> (3000 litres) contiennent l'équivalent en énergie d'un... litre d'essence (9 kWh). On comprime donc généralement l'H<sub>2</sub> à 200 fois la pression atmosphérique (200 bars<sup>5</sup>), ou à 700 bars, ou on le liquéfie, ce qui consomme de plus en plus d'énergie à chaque étape.

Il ne faut alors plus que 7 litres d'H<sub>2</sub> à 700 bars ou 4 litres d'H<sub>2</sub> liquide (à - 253°C dans un contenant isolant et volumineux) pour disposer de l'équivalent énergétique d'un litre d'essence.

- **Dans les véhicules ?**

L'hydrogène liquide est difficile à conserver dans des voitures particulières (fuites). Par rapport à l'essence, pour parcourir 600 km, aujourd'hui le meilleur compromis est le réservoir d'hydrogène sous pression à 700 bars qui est près de dix fois plus gros que le réservoir d'essence (400 litres au lieu de 42 litres) et six fois plus lourd (240 kg au lieu de 40 kg).

On peut cependant encore l'insérer dans une voiture moyenne, même s'il y a forcément moins de place disponible et de charge utile restante.

Il en coûterait aujourd'hui au minimum 17 € TTC pour faire 100 km avec de l'H<sub>2</sub> issu d'une électrolyse industrielle, alors que 7 l d'essence à 1,5€ TTC coûtent 10,5€ ... et que 7l d'essence à 2€ coûtent 14€.

Il faudrait atteindre au minimum 2,5 € le litre ( $7 \times 2,5 = 17,5$  €) pour commencer à être financièrement concurrentiel, compte tenu des inconvénients (poids, volume, autonomie, recharges,...).

- **En stockage d'électricité ?**

À partir de l'électricité initiale, il y a une perte de 50 % d'énergie pour obtenir de l'H<sub>2</sub> sous pression à 700 bars et jusqu'à 60% pour obtenir de l'H<sub>2</sub> liquide. Puis, au minimum, une nouvelle perte de 50% intervient pour transformer l'H<sub>2</sub> en électricité dans une PAC. Le rendement global en y incluant les pertes diverses (transport, stockage,...) est donc de moins de 25% (il y a plus de 75% de pertes).

Pour 100 kWh d'électricité à stocker, le « système hydrogène » n'en restitue que 25 kWh.

Le coût de l'électricité « sortante » (celle qui a été stockée sous forme d'H<sub>2</sub>) est donc au minimum quatre fois plus élevé que le prix de l'électricité « entrante » (qui sert à produire l'H<sub>2</sub>), sans compter l'amortissement du prix de la PAC et le coût de la main d'œuvre.

La possibilité d'injecter l'H<sub>2</sub> dans le réseau de gaz naturel soulève quelques problèmes techniques:

1. par comparaison avec le gaz naturel, l'énergie dépensée pour son transport est trois fois plus importante,
2. les fuites (dues à la petite taille de la molécule d'hydrogène) entraînent des pertes importantes dans le réseau. Après quelques centaines de km, que récupère-t-on à l'autre bout du « tuyau » (le gazoduc) ?

## **CONCLUSION**

L'usage énergétique de l'H2 est actuellement quasiment inexistant au niveau mondial (1% pour les fusées) parce qu'il est difficile à manier, conditionner, transporter, stocker... ce qui le rend peu pratique à utiliser et très coûteux à exploiter.

Dans ces conditions, en dehors d'opérations publicitaires ciblées et de projets expérimentaux (parfois « bidons ») subventionnés par les contribuables, l'H2 ne succédera certainement pas au pétrole ni au gaz naturel (méthane) avant longtemps. Le processus vers une « civilisation de l'hydrogène » ne débutera pas avant au moins 50 ans.

Il faut surtout retenir que l'économie hydrogène consomme en amont 75% à 90 % de l'énergie produite par une autre source d'énergie (nucléaire, vent, soleil, biomasse,...) pour n'en livrer que 10 à 25% à l'utilisateur final à un coût durablement élevé. Il faudra vraiment en avoir besoin pour gaspiller autant d'énergie et donc ... d'argent. S'engagera-t-on dans cette gabegie énergétique et financière ? En tant qu'énergie pouvant répondre aux besoins de l'humanité, l'H2 est une difficile solution d'avenir qui risque malheureusement de le rester longtemps.

---

#### **Annexes et Notes :**

- [L'hydrogène, cet hallucinogène – Annexe 1 \(PDF\)](#)
  - [L'hydrogène, cet hallucinogène – Annexe 2 \(PDF\)](#)
1. <http://www.planete-hydrogene.com/fr/lhydrogene/son-histoire-2/sa-decouverte.html>
  2. Sauf sous forme diffuse découverte récemment et inexploitable. »Le Monde » du 11 avril 2013  
[http://www.lemonde.fr/planete/article/2013/04/11/la-decouverte-de-sources-d-hydrogene-ouvre-la-voie-a-une-nouvelle-energie\\_3158136\\_3244.html](http://www.lemonde.fr/planete/article/2013/04/11/la-decouverte-de-sources-d-hydrogene-ouvre-la-voie-a-une-nouvelle-energie_3158136_3244.html)
  3. En 2010, consommation monde (IEA 2012) : pétrole = 4,2 MdTep, gaz = 2,7 MdTe
  4. On chauffe l'eau entre 900°C et 3000 °C pour « casser » la molécule d'eau (H2O) en hydrogène et en oxygène.
  5. Par simplification, on assimile un bar (b) = une atmosphère = 1013 millibars. 200 b = 200 fois la pression atmosphérique normale.
  6. Voir justifications en annexe 1.

---

*Cet article a été rédigé en 2015 et republié en 2018 sur le site Contrepoints.org:*

<https://www.contrepoints.org/2018/06/04/215595-lhydrogene-cet-hallucinogene>

*(Mis en ligne le 15 Juin 2018)*