

## L'hydrogène utilisé comme carburant dans les transports : ATTENTION, DANGER !!

Jacques FOOS,  
Professeur Honoraire du Conservatoire National des Arts et Métiers  
(Sciences et Technologies Nucléaires)

L'hydrogène est probablement l'un de ces éléments qui permettront demain de faire des progrès importants sur le stockage d'énergie, ce qui résoudra en partie l'énorme défaut des énergies renouvelables comme l'éolien ou le solaire : leur intermittence<sup>1</sup>.

La pile à combustible en est le plus bel exemple. Son principe est bien connu : une production d'électricité supérieure à la consommation est utilisée pour fabriquer de l'hydrogène par électrolyse à partir de l'eau. Le chemin inverse : combinaison de l'hydrogène avec de l'oxygène, reforme de l'eau avec production d'électricité.

Son utilisation est à développer, en toute sécurité, en particulier dans le cas des bâtiments autonomes, c'est-à-dire énergétiquement indépendants.

Mais je tiens à rebondir aujourd'hui sur les articles parus récemment dans la Presse au sujet de l'utilisation de l'hydrogène comme carburant dans les transports, y compris les transports scolaires ! Toutes celles et tous ceux qui, comme moi, travaillent ou ont travaillé avec l'hydrogène sont horrifiés par l'utilisation de ce gaz comme carburant que certain(e)s encouragent.

Ce ne sont :

- ni les arguments économiques qui me motivent (et pourtant, budgétiser des vélos à 7 500 euros pièce<sup>2</sup>, des voitures à plus de 200 000 euros, des bus à près d'1 million d'euros, ce n'est pas rien ; on atteint très vite des sommes folles et ceci n'est envisageable que lorsqu'on dépense l'argent des autres, c'est-à-dire le notre !).

- ni les arguments écologiques (et pourtant, l'hydrogène, il faut le produire. Bien que l'hydrogène soit présent partout, il n'est disponible nulle part. Il n'existe que sous forme combinée à d'autres éléments. On le produit par électrolyse de l'eau comme on l'a vu plus haut mais aujourd'hui, à l'échelle industrielle, on le produit surtout à partir d'énergies fossiles (méthane, gaz à l'eau, gazéification du charbon<sup>3</sup>). Et on rejoint là les arguments économiques : le coût de production pour l'hydrogène est 10 fois plus élevé que pour les hydrocarbures et le coût de stockage 100 fois plus. L'installation d'une station-service d'hydrogène coûte entre 1 et 2 millions d'euros<sup>4</sup>

---

<sup>1</sup> On retrouve ici le côté visionnaire de Jules Verne qui écrivait dans *L'île mystérieuse* en 1875 : « *Je crois que l'eau sera employée comme combustible, que l'hydrogène et l'oxygène, utilisés isolément ou séparément, fourniront une source de chaleur et de lumière inépuisable* »

<sup>2</sup> Dépenser 7 500 euros pour un vélo dont l'autonomie est de 100 km, ce n'est pas rien (comme le dit un de mes amis : « *moi, mon vélo à 200 euros a une autonomie infinie, il suffit de pédaler !* »).

<sup>3</sup> Le bilan carbone pour un véhicule à hydrogène suit les mêmes raisonnements que pour le véhicule électrique : tout dépend de la façon dont est produit l'hydrogène ou l'électricité. Ainsi, pour la voiture électrique, on passe de 90 g de CO<sub>2</sub>/km en France à 190 g de CO<sub>2</sub>/km en Allemagne !

<sup>4</sup> Une seule station de recharge pour voiture à hydrogène mobilise une aire de stockage pour le gaz, une zone de compression et de stockage tampon ainsi qu'un espace de distribution.

Non, le problème est le danger potentiel de cet usage. En effet :

- 1 - L'hydrogène est la plus inflammable de toutes les substances connues.
- 2 - L'hydrogène fragilise tous les métaux, les rendant spongieux. La diffusion de l'hydrogène dans les métaux est un phénomène particulièrement important et dangereux du point de vue de la métallurgie de ces matériaux.
- 3 - L'hydrogène réagit avec l'oxygène pour former de l'eau mais ce qu'on oublie de nous dire, c'est qu'il suffit d'une étincelle électrique pour que cette réaction se produise avec une violente explosion. Sur une période relativement récente, on compte 25 accidents mortels dans l'industrie, là où pourtant les consignes sécuritaires sont strictes et rigoureuses et les utilisateurs sont des personnels formés à ces risques (*source : ARIA*<sup>5</sup>)

20 grammes d'hydrogène occupent un volume de 224 litres à la pression atmosphérique (*soit 1 bar*). C'est pourquoi les autobus et autres véhicules fonctionnent avec des réservoirs à hydrogène sous 700 bars soit 700 fois la pression atmosphérique ! Certains véhicules ne fonctionnent qu'à 400 bars mais le problème reste entier !

Un simple calcul : 20 litres d'hydrogène comprimés à 700 bars dans un réservoir occupent, à la pression atmosphérique, un volume de  $20 \times 700 = 14\,000$  litres donc 14 mètres-cube. Il y avait moins d'hydrogène que cela accumulé sous le toit du réacteur de Fukushima au moment de l'explosion que tout le monde a vu !!

Chaque vélo transporte 35 grammes d'hydrogène. Lors de l'explosion, ces 35 grammes d'hydrogène dégagent autant d'énergie que 920 grammes de TNT soit pratiquement 1 kg de TNT !! Les terroristes de Daesh sont des « plaisantins » à côté, en se baladant avec leur ceinture d'explosifs. Avec des vélos à 7 500 euros pièce, on va transformer de pauvres cyclistes en bombes roulantes !<sup>6</sup>

Bien sûr, on va nous dire qu'on a pris toutes les précautions. On nous avait dit ça aussi pour les véhicules GPL et pourtant !! Aujourd'hui, ils sont interdits - entre autres - de parkings souterrains après plusieurs incendies spontanés ; et encore ces véhicules se « contentent » de brûler, si on peut dire. Les véhicules à hydrogène, eux, exploseront (voir Fukushima). Plus loin de nous, il y a 81 ans, l'explosion à son arrivée à New York, du zeppelin qui était gonflé à l'hydrogène, *faisant 35 morts*, a sonné le glas de ce mode de transport, du jour au lendemain.

Il a donc fallu attendre un accident pour se rendre compte qu'utiliser l'hydrogène comme carburant dans le transport était très dangereux, ce que l'on savait depuis la découverte de ce gaz, presque 200 ans plus tôt. Comme on a la mémoire courte, on veut recommencer aujourd'hui, avec les mêmes risques ! Le patron d'un très grand groupe industriel constructeur d'automobiles avait dit que son groupe ne se lancerait pas dans le véhicule à hydrogène car le premier accident stoppera définitivement cette utilisation !

Un vélo qui tombera du trottoir, une voiture qui en percutera une autre (qu'on ne me dise pas que ça n'arrivera pas !) et le risque d'explosion sera très grand (une simple

---

<sup>5</sup> La base de données ARIA (Analyse, Recherche et Information sur les Accidents) répertorie les incidents ou accidents qui ont, ou auraient, pu porter atteinte à la santé ou la sécurité publiques ou à l'environnement. Elle est hébergée par le Ministère de la transition écologique et solidaire. ([www.aria.developpement-durable.gouv.fr](http://www.aria.developpement-durable.gouv.fr))

<sup>6</sup> Le calcul est simple pour celles et ceux que ça intéresse : j'ai toujours mon Handbook of Chemistry qui donne les valeurs de combustion. Pour la combustion de  $H_2$  en  $H_2O$ , le dégagement d'énergie est de 242 kJ/mol soit pour 2 grammes. Donc 121 kJ/g soit 4,235 MJ pour 35g d'hydrogène. Or l'énergie dégagée par 1kg de TNT qui explose est de 4,6 MJ. La combustion de 35 g de  $H_2$  équivaut à 920 g de TNT. Par ailleurs, 35 g de  $H_2$  occupe, à la pression normale, 392 litres. Donc on voit qu'il faut augmenter considérablement la pression pour occuper un volume plus faible.

étincelle !). Pire, bien sûr avec un bus ! Et on ose nous dire que l'on va transporter nos enfants, vos enfants, tous les jours, dans des cars scolaires à hydrogène !

En qualité de citoyen un peu connaisseur des problèmes liés à l'hydrogène puisque j'ai dirigé un laboratoire de recherche utilisant ce gaz (et je ne vous parle pas des contraintes draconiennes de sécurité auxquelles nous étions soumis pour cet usage de quelques grammes), je ne peux que m'indigner de cette utilisation ; si je ne le faisais pas, j'aurais l'impression de non-assistance à personne en danger. Il est certain qu'on trouvera dans l'avenir des moyens pour pallier tous les inconvénients technologiques pouvant conduire à des catastrophes urbaines sans précédent. Mais nous n'y sommes pas, loin s'en faut !

Comme toujours, on va traiter les personnes comme moi de Cassandre, d'oiseau « de mauvais augure »<sup>7</sup>. Comme toujours, on va attendre l'accident et l'explosion !

Merci de diffuser ce message. Nous devons toutes et tous savoir ce qui nous attend.

Face aux familles des victimes (celles et ceux qui auront été au mauvais moment au mauvais endroit), les décideurs ne pourront pas dire qu'ils (elles) ne savaient pas ! **Ils (elles) seront responsables et coupables.**

*Septembre 2018*

---

<sup>7</sup> Je ne suis pourtant pas un lanceur d'alerte à tout-va : je ne l'ai fait auparavant qu'une seule fois. C'était pour m'insurger de voir les diesel de secours des réacteurs nucléaires installés au pied de ceux-ci et susceptibles d'être submergés comme ceux de Fukushima en cas d'arrivée d'une vague géante. C'était il y a 7 ans et demi. Depuis, EDF a installé des diesel de secours appelés GUS (*Groupe d'Ultime Secours*) dans des bâtiments étanches pour tous ses réacteurs. Ces installations devraient être terminées cette année !