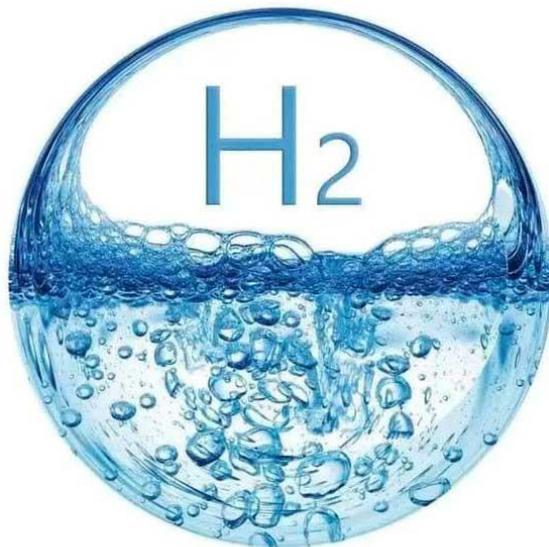


## **Faut-il parier sur l'hydrogène ?**



Exploiter le potentiel de l'hydrogène pour remplacer les énergies fossiles est a priori une bonne idée pour notre planète. Au lieu de rejeter du  $CO_2$ , une voiture propulsée par une pile à combustible produit de la vapeur d'eau. Ce n'est pas non plus une idée nouvelle. Elle a été sérieusement explorée par deux fois, au début des années 1970 d'une part, après la crise du pétrole, au début des années 1990 d'autre part, lorsque les dégâts du réchauffement climatique commençaient à apparaître. Sans succès jusqu'à présent

### **La couleur de l'hydrogène**

L'hydrogène pose en effet des problèmes. Même si son rendement est meilleur que les batteries électriques, il stocke moins d'énergie dans un volume donné que les énergies fossiles.

Par ailleurs, l'hydrogène n'est pas une énergie primaire ; il doit être produit à partir d'une autre énergie.

Cette transformation peut être réalisée à partir d'une réaction chimique appelée « reformage à la vapeur ». Cette opération nécessite une source d'énergie fossile. Le procédé n'est, au final, pas très performant. Cet hydrogène « gris » ne constitue donc pas une solution au problème du réchauffement de la planète.

Il existe une deuxième solution pour produire de l'hydrogène à partir de la technique de l'électrolyse de l'eau. L'hydrogène ainsi produit peut être considéré comme « vert » dès lors que l'électricité utilisée provient de sources d'énergie renouvelables ou de centrales nucléaires. Mais cette méthode n'est pas sans inconvénient. Les lois de la thermodynamique impliquent que le contenu en énergie de cet hydrogène « vert » est moins important que le contenu en énergie de l'électricité utilisée. Pourquoi alors ne pas recourir directement à l'électricité ?

Un hydrogène qui pollue ou un hydrogène peu performant : les industriels n'ont pas su résoudre le problème au cours des dernières décennies.

Les partisans de l'hydrogène arguent du fait que, cette fois, la situation a changé. Le coût de production de l'hydrogène a beaucoup baissé grâce au progrès technique. Le problème du réchauffement climatique doit être traité en urgence. Le recours massif aux énergies renouvelables ne pourra constituer qu'une solution partielle.

### **De l'hydrogène, pour faire quoi ?**

Quelques grands constructeurs asiatiques, notamment Hyundai et Toyota, dépensent des budgets considérables pour développer une automobile à hydrogène. Mais, pour l'instant, cette solution n'est pas compétitive.

Une voiture propulsée par une batterie électrique convertit 86 % de la production de sa turbine en mouvement ; pour une voiture dotée d'une pile à combustible, le ratio tombe à 40-45 %.

Par ailleurs, même si des progrès sont réalisés, ils risquent d'arriver trop tard. La généralisation de l'hydrogène dans l'automobile nécessiterait une refonte totale de l'infrastructure de rechargement. Les Etats ont déjà fait le choix de la batterie électrique. Ils ne pourront construire deux infrastructures concurrentes, s'ajoutant de surcroît à une troisième nécessaire aux véhicules à essence encore en circulation.

Pour les voitures, l'hydrogène a perdu la bataille. Il peut en revanche se faire une place là où la batterie électrique n'est pas efficace. Cette dernière a une densité en énergie relativement basse. De ce fait, elle doit être

volumineuse pour parcourir de longues distances. Le problème est gérable pour les automobiles qui ont rarement besoin d'une autonomie supérieure à 300 kilomètres. Il est en revanche problématique pour les poids lourds qui consomment beaucoup d'énergie et parcourent de longues distances.

L'hydrogène dispose dans ce contexte de réels atouts. Il contient entre deux et cinq fois plus d'énergie utilisable qu'une batterie lithium/ion. Il est également liquide.

Un poids lourd fonctionnant à l'hydrogène pourrait ainsi parcourir de plus longues distances. Le problème de l'infrastructure serait plus facile à traiter : les poids lourds sont moins nombreux et concentrés sur les voies à forte circulation.

La bataille entre les deux technologies fait rage. Tesla promet des camions électriques susceptibles de rouler jusqu'à 800 km. Son concurrent Nikola vient de s'allier avec General Motors pour développer des camions dotés d'une pile à combustible.

Le transport maritime constitue également un candidat crédible pour l'hydrogène. Le secteur s'est engagé sur de fortes réductions d'émission de CO<sub>2</sub> d'ici 2050 mais ne sait comment y parvenir. Les batteries électriques ne paraissent pas adaptées pour d'aussi longs voyages. La propulsion nucléaire fait peur. La pile à combustible pourrait être une solution.

Pour les mêmes raisons, nos gouvernants ont fait le pari de l'avion à hydrogène. L'horizon est un peu plus lointain (2035) et le défi technologique encore plus compliqué.

L'utilisation de l'hydrogène est également envisageable pour le chauffage. Il entrerait en concurrence avec l'électricité, les deux solutions nécessitant des investissements considérables et ayant chacune leurs avantages et leurs inconvénients.

Enfin, une des solutions les plus prometteuses est l'utilisation de l'hydrogène à des fins de stockage de l'électricité renouvelable. On sait que le problème des sources d'énergie renouvelables est qu'elles sont intermittentes, excédentaires lorsque le climat est ensoleillé ou venteux et insuffisantes dans les situations contraires. Lorsqu'elles sont excédentaires, elles pourraient être transformées en hydrogène et stockées dans de gigantesques cuves souterraines, comme le gaz aujourd'hui.

### **Les problèmes restent à résoudre**

L'économie mondiale produit actuellement environ 70 millions de tonnes d'hydrogène. Mais c'est quasi exclusivement de l'hydrogène « gris ». Il

émet 7 tonnes de dioxyde de carbone pour chaque tonne d'hydrogène produite. Il coûte 1,5 € le kilogramme.

Les industriels commencent à produire de l'hydrogène « bleu » qui diffère du « gris » grâce à la capture du carbone émis. Mais il coûte plus cher : 1,5 à 3 € par kilogramme et n'est pas totalement propre. Cela n'empêche pas le Japon d'envisager de développer cette source d'énergie à partir du lignite australien.

Il reste l'hydrogène « vert » qui a été retenu par le gouvernement français. C'est largement le plus cher : 2,5 à 5 € le kilogramme. L'enjeu consiste donc à générer un progrès technique et des économies d'échelle tels que ce coût puisse être ramené en dessous de 1 € le kilogramme. Certains signaux sont encourageants : le coût de l'équipement nécessaire à l'électrolyse a déjà baissé de 40 % ces cinq dernières années.

Mais, même en supposant que les coûts puissent être drastiquement réduits, l'hydrogène restera en concurrence avec les autres sources d'énergie renouvelables qui deviennent elles aussi de plus en plus compétitives. Il devrait rester une énergie d'appoint ; si le succès est au rendez-vous, il pourrait représenter jusqu'à 20 % de l'énergie mondiale.

Pour parvenir à ce résultat, des investissements colossaux devront être réalisés. Les experts les estiment à 150 milliards d'euros par an, à comparer avec des dépenses de 724 millions en 2018. Les investissements annoncés par les gouvernements allemands et français (moins de dix milliards chacun jusqu'en 2030) constituent un bon début mais ne seront pas suffisants, surtout s'ils restent isolés.

### **Les ambitions françaises**

L'objectif est de développer une production d'hydrogène « vert » rentable et d'en démocratiser les usages. Le programme public devra aider les entreprises à passer de l'étape R&D et démonstrateurs au stade industriel. Les économies de CO<sub>2</sub> espérées s'élèvent à 6 millions de tonnes.

Pour cela, priorité sera donnée à l'augmentation des volumes : 1,5 milliard d'euros sera consacré à la fabrication d'électrolyseurs, pour une capacité de 6,5 gigawatts.

Les efforts porteront prioritairement sur la mobilité lourde (trains, camions, avions, ...) via plusieurs appels à projets (350 millions d'euros pour des démonstrateurs, 275 millions pour des expériences territoriales, par exemple).

Les pouvoirs publics espèrent que les capitaux privés prendront le relais de la dépense publique. La France dispose d'atouts dans ce domaine : Air

Liquide bien entendu, Safran (bus), Alstom (train), Faurecia (réservoirs), Symbio (piles à combustible), Air Liquide, Schlumberger ou encore McPhy (production d'hydrogène vert). Nonobstant Air Liquide, aucun de ces acteurs ne possède une taille significative sur le marché. Les investissements à réaliser seront colossaux et devront être amortis à minima sur le marché européen. C'est dans ce cadre que le Ministre de l'Economie a évoqué la création d'un « Airbus de l'électrolyse ».

### **Un nouveau tonneau des Danaïdes ?**

Le contribuable est las des nouvelles bonnes idées de nos gouvernants. Depuis l'aérotrain et le minitel jusqu'au « cloud français », les échecs se sont accumulés. Mais l'investissement public nous a également permis d'être doté d'une infrastructure nucléaire et ferroviaire (TGV) de qualité.

Dans quelle catégorie se placera le plan hydrogène ?

Il est clair que l'hydrogène dispose d'un potentiel intéressant mais a besoin pour se développer d'une impulsion publique. Le Gouvernement semble avoir adopté la bonne approche : le budget national financera en priorité la Recherche et le Développement, la politique sera coordonnée avec l'Allemagne et l'Union Européenne, les objectifs fixés ne sont pas démesurés.

Toutefois, pour réussir, nous devons tout à la fois faire preuve de constance dans l'effort, même en cas de changement politique, ne pas étouffer l'initiative individuelle et écouter le marché.

### **Pour plus d'informations :**

- Téléphone : 01.42.85.80.00
- Courriel : [info@maubourg-entreprise.fr](mailto:info@maubourg-entreprise.fr)