

Entre illusions et scepticisme, quel rôle pour l'hydrogène dans la mobilité décarbonée ?



L'engouement pour l'hydrogène ne se dément pas ces derniers mois, c'est un euphémisme. Alors que déjà depuis 2 ans, l'intérêt pour cette molécule versatile grandissait fortement, les annonces récentes des gouvernements et autres acteurs industriels se sont multipliées comme jamais. La crise sanitaire liée au Covid-19 semble avoir agi comme un catalyseur, les acteurs voyant dans l'hydrogène le candidat idéal pour concilier relance de l'activité économique et transition énergétique bas-carbone, en particulier dans la mobilité des biens et personnes.

Etat des lieux des annonces

Avant d'approfondir cette relation avec la décarbonation de l'économie, en particulier de la mobilité, rappelons quelques faits récents concernant l'enthousiasme croissant autour de l'hydrogène. D'abord par les gouvernements, car c'est le plus spectaculaire :

- 9 Md€ d'investissement pour l'Allemagne au sein du stimulus package présenté en juin, dans le but de devenir le fournisseur n°1 mondial d'hydrogène [1][2],

- 7 Md€ d'investissement pour la France (entre 2020 et 2030) dans le cadre du plan « France Relance », dont 3,4 Md€ alloués sur la période 2020-2023 [3][4][5] (nous y revenons plus bas)
- le Portugal qui souhaite accueillir un site de production d'hydrogène vert par électrolyse à partir d'énergie solaire, pour un investissement de près de 3 Md€ [6]
- l'Espagne aussi qui prévoit le déploiement de 5000 à 7500 véhicules à pile à combustible d'ici 2030, avec une feuille de route à plus long terme (2050) pour un montant d'investissement de 9 Md€ [7]
- 40 GW d'électrolyseurs pour la production d'hydrogène renouvelable et une production allant jusqu'à 10 Mt d'hydrogène renouvelable dans l'UE, en 2030, pour la Commission Européenne [8]

Ceci sans compter sur les stratégies déjà en cours au Japon, Corée du Sud, États-Unis ou Chine, pour ne citer que les plus importantes. Remarquons que les montants annoncés sont significativement supérieurs à ce qui a pu être observé lors des 10 dernières années, où les investissements oscillaient entre 500 et 800 M€ tous pays confondus [9]. Cela démontre assez nettement le changement d'échelle dans l'ambition ... qui reste cependant d'un ordre de grandeur inférieur aux investissements dans la production de batteries pour véhicules électriques, estimée à environ 100 Md€ dans le monde, d'ici 2025 [10]. Enthousiasme partagé par les acteurs industriels ensuite (pour diverses raisons que nous ne pouvons détailler ici), et en particulier dans la mobilité :

- Bosch qui, par la voix de son PDG, appelle fin avril à entrer dans l'économie de l'hydrogène [11]
- Airbus dont le PDG Guillaume Faury affirme en juin que l'avion « zéro émission » est faisable d'ici 2035, grâce à la technologie hydrogène, en combustion directe [12]
- BMW qui annonce la mise en production du modèle SUV X5 à hydrogène dès 2022 [13]
- Hyundai qui exporte ses premiers camions à hydrogène vers l'Europe, en livrant 10 porteurs de 37 tonnes à la Suisse, cet été [14]
- Samsung qui, à travers sa filiale SHI, conclut en juin un partenariat avec Bloom Energy pour développer et concevoir des navires équipés de piles à combustible [15]
- SNCF dont le PDG, Jean-Pierre Farandou, déclare en juin vouloir que la SNCF soit pionnière des trains à hydrogène [16]
- etc.

La liste est loin d'être exhaustive. En d'autres termes, l'avenir de l'hydrogène semble intrinsèquement lié à la transition énergétique et réciproquement.

Par ailleurs, si l'on regarde de plus près la retranscription par les médias de cet engouement autour de l'hydrogène, on constate rapidement que l'essentiel des déclarations se concentre sur une application dans les transports (camions, trains, avions, bateaux). Que faut-il en penser ? L'hydrogène: une molécule très utile à l'industrie En premier lieu, pour paraphraser le grand spécialiste de l'énergie, Cédric Philibert (ancien analyste à l'Agence Internationale de l'Energie) : « *avant de devenir – peut-être – l'énergie propre du futur (enfin... le vecteur énergétique propre du futur), l'hydrogène est une énergie sale du présent.* » [17]. Bien qu'il existe à l'état natif à divers endroits sur la planète [18], l'hydrogène est en effet aujourd'hui très majoritairement produit par vaporeformage de méthane fossile, ce qui conduit en ordre de grandeur à environ 1 milliard de tonnes de CO₂ émises chaque année dans l'atmosphère, soit 2,5% des émissions totales de CO₂.

C'est comparable à l'ensemble du trafic maritime ou du trafic aérien. Pas une paille donc ! Et à quoi peut bien servir cet hydrogène (environ 60 Mt/an), puisqu'il n'est quasiment pas utilisé dans le transport aujourd'hui ? L'hydrogène est avant tout utilisé comme matière première (et pas comme vecteur énergétique) pour désulfurer les carburants pétroliers produire les engrais de synthèse (par réaction avec l'azote de l'air), ainsi qu'en métallurgie (réduction du minerai de fer). Ainsi, avant de songer à utiliser l'hydrogène dans les transports, les premiers débouchés naturels d'un hydrogène décarboné devraient logiquement être industriels. Le plan allemand de soutien massif à la filière hydrogène en fait d'ailleurs mention de manière explicite [19] : nos voisins d'Outre-Rhin disposent d'une industrie lourde de premier rang, et cet aspect ne leur a évidemment pas échappé. De même, la stratégie hydrogène de la Commission Européenne, communiquée en juillet [20], précise une chronologie où les applications industrielles ont la part belle, avant le transport :

- la construction d'électrolyseurs pour produire de l'hydrogène vert destiné aux industries (acier, chimie, raffineries) jusqu'en 2024,

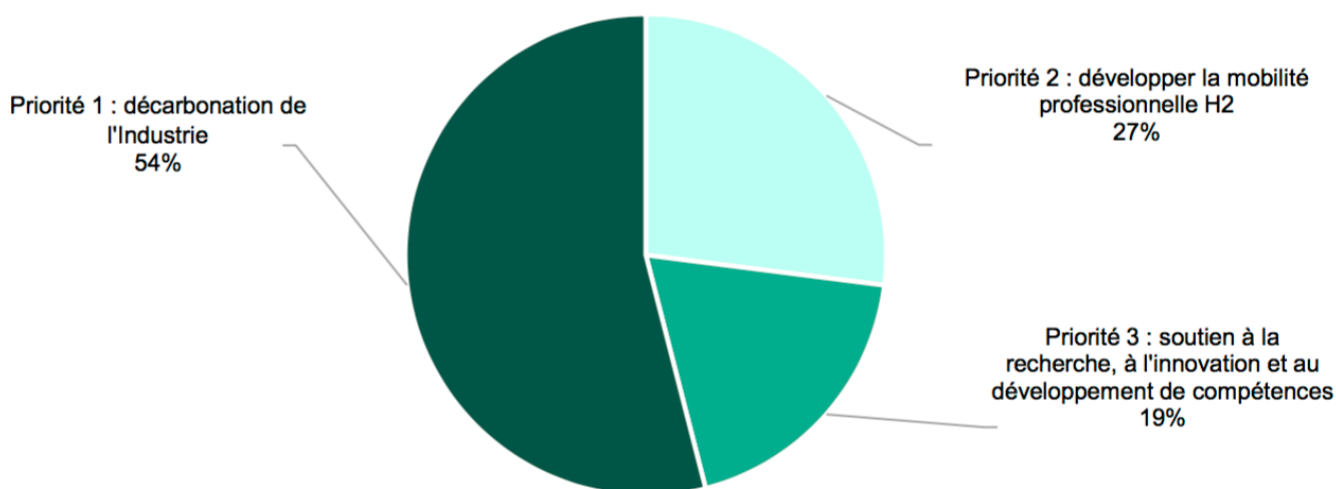
- puis la création de sites de production d'hydrogène locaux, qui seront reliés aux utilisateurs industriels et aux bâtiments ("Hydrogen Valley", comme la région AURA) d'ici 2030.
- avec l'augmentation de la demande, ces sites seront réunis pour créer la colonne vertébrale d'une grande infrastructure européenne de l'hydrogène.

La Stratégie Hydrogène de la France En France, les détails de la stratégie hydrogène ont été dévoilés le 8 septembre dernier [5]. Les priorités sont au nombre de 3 :

- Décarboner l'industrie en faisant émerger une filière française de l'électrolyse
- Développer une mobilité lourde à l'hydrogène décarboné ;
- Soutenir la recherche, l'innovation et le développement de compétences afin de favoriser les usages de demain.

De surcroît, d'ici 2023, la moitié des 7 Md€ du plan sera dépensée majoritairement sur le 1er pilier (voir figure ci-dessous), à savoir décarboner l'industrie grâce à de l'hydrogène obtenu par électrolyse, la France bénéficiant en effet d'une électricité bas-carbone. Les réductions d'émissions obtenues par rapport au vaporeformage traditionnel de méthane seront substantielles.

Répartition des 3,4 Mds€ alloués sur la période 2020-2023



Source : Stratégie nationale pour le développement de l'hydrogène décarboné en France

Un quart du budget 2020-2023 sera quant à lui destiné à développer la filière hydrogène pour la mobilité lourde (PL, autobus, bennes à ordures, certains VUL, trains). Cela signifie que le gouvernement français aussi, comme l'Allemagne ou la Commission Européenne, a bien identifié l'intérêt du vecteur hydrogène pour décarboner prioritairement l'industrie : il lui sera consacrée deux fois plus d'argent qu'à la mobilité.

Il n'y a là rien de surprenant compte-tenu de ce que l'on vient d'expliquer. En outre, nos dernières évaluations de l'empreinte carbone des véhicules routiers en cycle de vie (qui paraîtront bientôt, patience !) apportent un éclairage supplémentaire pour préciser le rôle que l'hydrogène peut jouer dans la décarbonation de la mobilité. Ainsi, concernant les véhicules particuliers ou les utilitaires légers, il faut que l'électrolyse soit faite avec un mix électrique très bas-carbone (de l'ordre de 20 gCO₂e/kWh, typiquement 100% renouvelable) pour que le véhicule à hydrogène se place au même niveau que le véhicule au bioGNV ou à batteries. Avec le mix électrique moyen français de 50 gCO₂/kWh (ce qui est très faible), le véhicule hydrogène est déjà 40% plus émissif que les alternatives précitées.

Quid des véhicules lourds, clairement évoqués par le gouvernement comme axe stratégique ? Nos calculs montrent que sur autobus et poids lourds (type tracteurs routiers), l'hydrogène produit à partir d'un mix 100% renouvelable permet d'obtenir des performances carbone meilleures que le bioGNV, et très proches de la technologie batteries. Par ailleurs, sur ces types de véhicules, non seulement les batteries seront régulièrement confrontées à leurs limites (perte de chargement utile, contraintes opérationnelles), mais en plus le bioGNV ne sera sans doute pas produit en quantité suffisante pour l'ensemble de ces besoins de transport lourd. Les usages hydrogène pour le ferroviaire pourront aussi se révéler pertinents pour certains usages où l'électrification, même frugale (à l'aide de batteries), est disqualifiée économiquement ou techniquement. Quant à l'aviation, c'est le gros point d'interrogation, le directeur de la DGAC ayant annoncé récemment qu'il faudra attendre 2025 pour affirmer ou non si les technologies seront suffisamment matures pour lancer un tel avion [21].

En conclusion, il nous semble que le gouvernement a raison de mettre l'accent sur la catégorie du transport terrestre lourd dans sa stratégie hydrogène, tout en priorisant les usages industriels. En effet, tant que l'offre d'hydrogène « vert » n'existe pas sur le marché (ou reste embryonnaire), il est contreproductif de pousser à tout crin aujourd'hui les applications de l'hydrogène dans les transports (surtout la mobilité légère), puisqu'il existe déjà des alternatives matures, disponibles et au moins autant décarbonées, comme le bioGNV ou les batteries.

Par contre, toute molécule d'hydrogène « vert » peut dès aujourd'hui réduire les émissions des secteurs industriels cités précédemment. Les acteurs publics et industriels ont cependant raison d'investir dans la mobilité à hydrogène pour l'avenir. Il sera en effet important pour l'économie française de disposer de technologies performantes et compétitives dans ce domaine, afin de servir les marchés internationaux lorsque l'offre d'hydrogène « vert » sera suffisamment importante pour couvrir une partie de la mobilité lourde, en plus des besoins industriels.

Article rédigé par Stéphane Amant (Senior Manager)

stephane.amant@carbone4.com

Sources :

[1] [German Federal Government](#)

[2] [Clean Energy Wire](#)

[3] [Connaissance des Energies](#)

[4] [Le Figaro](#)

[5] [Gouvernement français](#)

[6] [Hydrogentoday](#)

[7] [AFHYPAC](#) [8] [Hydrogentoday](#) [9] [IEA](#) [10] [McKinsey](#) [11] [Hydrogentoday](#) [12] [Sudouest](#) [13] [Fuelcellworks](#) [14] [h2-mobile](#) [15] [Bloomberg](#) [16] [Le JDD](#) [17] [Cédric Philibert](#) [18] [Connaissance des Energies](#) [19] [Clean Energy Wire](#) [20] [Clean Energy Wire](#) [21] [La Tribune](#)