

L'HYDROGÈNE : LA SOLUTION ÉNERGÉTIQUE DE DEMAIN ?

En cette période de possible sortie de crise sanitaire et dans le contexte énergétique de l'automne/hiver 2021 où le prix de l'électricité flambe (au-dessus de 100 €/MWh et jusqu'à 500 €/MWh en heures de pointe), *Options* vous apporte quelques éléments de réponse sur l'hydrogène : quel sera son impact sur la production/consommation d'électricité décarbonée, à quand une production industrielle, ... ?



Au travers d'exemples concrets sur ce qui se fait dans les régions PACA et Occitanie, vous constaterez que ces investissements tout azimuts dans des projets de production d'hydrogène offrent des perspectives. Mais on peut se demander si elles sont suffisamment réfléchies et planifiées sur le moyen-long terme.

HYDROGÈNE : LA DÉSHÉRENCE DES STRATÉGIES DES ENTREPRISES

Les entreprises, avides de subventions, se ruent sur tous les projets qui sont légion sur notre territoire.

Depuis la rentrée de septembre, les pays tentent de sortir d'une relative torpeur, sans qu'il soit possible d'affirmer que la crise sanitaire est vraiment terminée. Plus que jamais la question de l'énergie s'est invitée à la COP 26 qui s'est tenue en novembre 2021 à Glasgow. Malgré la faible décroissance des 18 derniers mois, la production de gaz à effet de serre générée par une consommation toujours plus importante d'énergies fossiles a, une nouvelle fois, atteint un pic en 2020, alors qu'à minima une stabilisation était attendue. Corrélativement, les prix du pétrole, du gaz et de l'électricité sont au plus haut, traduisant une situation de pénurie que les gouvernants n'ont pas voulu voir venir. En effet, les ressources en pétrole voient leur production plafonner depuis plusieurs années et l'indexation du prix du gaz sur le pétrole, aggravé par un raccourcissement des contrats d'approvisionnement internationaux, conduisent à une inflation du prix du gaz. Côté électricité, cette situation de pénurie révèle la tension exercée sur notre système électrique, sur la stabilité du réseau, sur notre mix énergétique, ainsi que la pauvreté ou l'inexistence de prospectives stratégiques depuis plus de vingt ans.

Un des scénarios de l'étude RTE paru dans la presse le 26 octobre 2021 table, par le biais de l'efficacité énergétique et de la rénovation thermique des bâtiments, sur une baisse de la consommation globale d'énergie finale en France qui passerait de 1 600 TWh actuellement à 930 TWh en 2050. Bien évidemment cette baisse de la consommation d'énergie ne doit surtout pas se faire en aggravant la précarité énergétique qui touche déjà plus de 12 millions de français. Car si d'une part nous sommes dans une situation de tension durable sur les prix des énergies, dont l'électricité ; d'autre part l'impératif écologique de décarbonation nous impose d'abandonner la consommation d'énergies fossiles, tout en répondant aux besoins en transport, industrie, chauffage... Cela passera par un transfert au profit de l'électricité dont la part relative dans la consommation d'énergie finale passerait de 25 % aujourd'hui à 55 % demain. En valeur absolue, la consommation d'électricité bondirait alors de 475 TWh à 645 TWh... sans tenir compte de la problématique de la production d'hydrogène...

Hydrogène : la solution miracle ?

La mise en route d'un Plan Hydrogène par l'Europe sera-t-elle le moyen de répondre à la question de la transition énergétique ? On peut d'autant plus en douter que ce plan européen manque cruellement d'une organisation concer-

Ne pas aggraver la précarité énergétique qui touche plus de 12 millions de français

tée entre nations. L'Europe, hélas toujours fidèle à sa volonté de tout libéraliser, met de l'argent sur la table... et ensuite, que le meilleur gagne ! Chaque pays décline donc son propre plan hydrogène qui est ensuite revu, adapté, transformé au niveau de chaque région, voire métropole. C'est totalement inefficace et ce manque de concertation flagrant à tous les niveaux, pour un problème qui est planétaire, échouera à résoudre l'équation de la transition énergétique : fournir de façon égale à l'ensemble de la population l'énergie nécessaire au tarif le plus accessible tout en générant le moins de CO₂ possible.

Les stratégies opportunistes des entreprises de l'énergie

Mises à mal depuis de nombreuses années par la déréglementation, les entreprises du secteur de l'énergie sont toutes aux abois et avides de subventions. Cette quête est encore plus forte dans les différentes directions R&D de ces entreprises. Aussi, ces multiples plans hydrogène, qu'ils soient européens, nationaux, ou régionaux sont uniquement vus comme autant d'opportunités pour capter des financements, sans se préoccuper de leur cohérence ou de leur intérêt pour les populations. Chaque R&D s'organise de plus en plus en « mode startup », leur seule finalité étant de capter un maximum de financements publics, afin de percer sur le marché du secteur de l'hydrogène pour rafler la mise au détriment de tout l'écosystème des producteurs et transporteurs d'énergie. Cela traduit une totale déshérence des stratégies des entreprises visant uniquement une sorte de « quick win », propre aux startups et à l'alimentation en continu du « buzz médiatique », comme l'atteste le flot ininterrompu de publicités vantant un pseudo « verdissement » de tous ces grands groupes.

L'Europe met de l'argent sur la table... et ensuite, que le meilleur gagne !

Un pseudo « verdissement » des grands groupes

Pourtant, comme l'estime Sylvie Padilla, responsable du service industrie de l'Ademe : « La décarbonation est un sujet de stratégie industrielle » (Usine Nouvelle, 30 août 2021), alors que les entreprises se ruent sur tous les projets, de plus ou moins grande ampleur, avec pour unique but de coller leur logo sur l'affiche et ainsi verdir leur image. Leur stratégie R&D est souvent basée sur l'effet de levier : investir un minimum dans un projet de recherche afin de récupérer un maximum d'argent au travers des résultats via le Crédit Impôt Recherche. Les grandes entreprises cannibalisent aussi les startups qui ont déjà une expérience sur ces sujets. En cas de succès (rapide), elles récolteront alors tous les fruits de leurs travaux passés. Mais dans leur précipitation, elles en oublient parfois de réelles études de marché ou sociologiques sur les usages... Quant à une expression démocratique sur ce sujet, n'en parlons même pas : ce ne sont pas les citoyens qui décident ! Pourtant, l'intérêt collectif serait d'établir une réelle vision du futur de l'énergie, en accord avec les citoyens européens. Pour cela il faudrait mettre en place un plan hydrogène, pensé et débattu via la concertation, et ensuite le décliner en de vraies stratégies industrielles basées sur le temps long. Au lieu de cela c'est un florilège d'expérimentations ou de démonstrateurs auxquels on assiste, qui ne sont pas forcément en adéquation avec les besoins et les attentes des populations et des territoires concernés. Chaque entreprise, service, entité... agit de façon isolée et sans concertation, avec pour cible les différents périmètres que constituent les villes, les régions ou les pays.

La production massive d'hydrogène vert, une impasse ?

L'H₂ ne présente un intérêt écologique que s'il est produit à partir de sources décarbonées. Les quatre voies principales de production sont donc le nucléaire, l'hydraulique, l'éolien et le solaire. Notons qu'un nucléaire spécifique, adapté à une production d'H₂ par dissociation thermochimique de l'eau, n'en est qu'au stade de développement. Le recours à l'hydraulique n'est pas envisageable, faute de fort potentiel de développement nouveau. Les puissances installées du parc éolien terrestre (16 500 MWe) et du parc solaire (9 400 MWe) sont, elles, bien loin d'être suffisantes pour couvrir les besoins. Rien que pour décarboner en H₂ les transports du parc automobile actuel, environ 50 millions de m³/an de fuel, soit 40 millions de tonnes/an (avec une densité moyenne de 0,8), il faudrait donc produire environ 13 millions de tonnes d'hydrogène soit l'équiva-

Autant d'opportunités pour les entreprises de capter des financements



lent de 60 GW électrique, c'est-à-dire la puissance du parc nucléaire français (la densité énergétique de l'H₂ étant environ 3 fois plus élevée que celle du fuel) !

Tout le nucléaire serait nécessaire pour passer notre parc automobile à l'H₂

Quelle puissance électrique pour basculer tout notre parc automobile à l'H₂ ?

Sachant que c'est l'électrolyse à haute température qui a le rendement le plus élevé, avec 3,5 kWh pour produire 1 m³ d'H₂ gazeux qui pèse 89 g. Il faut alors pour obtenir 1 kg de H₂ gazeux :

$1\ 000 \times 3,5 / 89 = 40$ kWh/kg H₂, soit 40 MWh pour produire une tonne d'H₂ (soit une puissance de 40 MW électrique pour la produire en une heure).

Pour produire 13 millions de tonnes d'H₂ par an (équivalent à 50 millions de m³/an de fuel) il faudrait donc produire $13\ 000\ 000 / 365 / 24 = 1\ 500$ tonnes d'H₂/heure. Soit une puissance électrique de $40 \times 1\ 500 = 60$ GWe soit la totalité du parc nucléaire français !

Avec des éoliennes terrestres, dont le rendement annuel est autour de 20 à 25 %, il faudrait environ 240 GWe installés, soit 15 fois la puissance éolienne installée actuellement en France, (sachant que les deux plus grands pays en éolien installé sont la Chine (210 GWe) puis l'Allemagne (60 GWe).

Le parc solaire actuel, avec un rendement annuel de 10 %, ne fournirait que 940 MWe, soit environ 1,5 % des 60 GWe nécessaires.

En synthèse : Un hydrogène qui ne proviendrait pas de sources décarbonées ne présenterait aucun intérêt écologique. L'H₂ ne pourra pas être la solution unique pour toutes les mobilités (lourde et légère). Une production à partir des énergies renouvelables serait à un coût trop élevé (facteur 3) et le parc éolien serait loin de répondre aux besoins.

QUELQUES EXEMPLES CONCRETS DE PROJETS H₂ EN RÉGION

Focus sur les régions PACA et Occitanie...

De nombreux projets de production d'hydrogène et/ou de valorisation de cet H₂ existent dans les Régions PACA et Occitanie. EDF et ENGIE, directement ou indirectement au travers de leurs filiales y participent aux côtés des territoires (Europe, France, régions, groupement de communes...) qui cofinancent ou facilitent ces projets qui sont, pour la plupart, encore au niveau de l'expérimentation.

En Région PACA

Le projet **Jupiter 1000** est un démonstrateur industriel exploité par ELENKY. Un processus de captage de CO₂ des usines du bassin de Fos sur Mer est associé à une production d'Hydrogène vert. La combinaison du CO₂ et de l'H₂ aboutit à du méthane (CH₄) qui sera ensuite injecté dans le réseau de transport Gaz.

Hygreen Provence consiste à produire massivement de l'Hydrogène Vert avec de l'électricité photovoltaïque (avec une emprise sur des centaines d'hectares), pour ensuite stocker cet H₂ dans les cavités salines exploitées par STORENGY à Manosque. La capacité de stockage envisagée, rapportée en consommation électrique, représenterait 10 % de la consommation d'électricité de la Région PACA soit 3.2 TWh.

A la Centrale de Gardanne les salariés statutaires en lutte contre la fermeture de la centrale à charbon proposent un plan de reconversion de ce site industriel. Ce plan comprend, entre autres projets, la production d'hydrocarbure à base de H₂ produit sur place. La mobilité lourde (camion, train, bateau) semble être la meilleure utilisation de l'H₂, dans le but de réduire massivement les rejets de CO₂ dont 40 % sont imputables aux transports en région PACA. Le captage du CO₂ de l'industrie Pétrochimique et des hauts fourneaux de la zone de Fos serait valorisé en le combinant avec de l'H₂ : cette nouvelle filière industrielle, en plus de maintenir les emplois actuels, en créerait de nouveaux, tout en répondant aux enjeux environnementaux.

En région Occitanie

L'ambition de la région est d'aller vers une stratégie globale pour le déploiement de l'H₂. 150 M€ seront mobilisés de 2019 à 2030 au travers du Plan Hydrogène Vert qui devrait générer 1 milliard d'euros d'investissements.

Trois rames de trains à hydrogène sont prévues à l'achat d'ici 2024, ainsi que le développement de l'avion du futur 100 % hydrogène. S'y ajoutent 20 stations de production et distribution d'hydrogène vert, la construction d'une usine de production d'hydrogène et de deux électrolyseurs industriels (aéroports de Toulouse-Blagnac et Tarbes), le soutien à l'achat de 600 véhicules hydrogène.

D'ici 2030 sont aussi planifiées deux usines de production d'hydrogène vert, 55 stations de production et distribution d'hydrogène vert, 10 électrolyseurs et 3 250 véhicules hydrogène.

Une production d'H₂ pour absorber la production électrique d'énergie renouvelable excédentaire ?

Production éolienne et mobilité lourde

L'usine de production de Port-la-Nouvelle devrait permettre la commercialisation d'hydrogène décarboné à partir d'octobre 2023. Elle pourrait « bénéficier » de l'électricité renouvelable fournie par deux fermes pilotes d'éoliennes flottantes en mer (sur les 4 autorisées en France), chacune étant équipée de 3 éoliennes de 10 MW : EOL-MED (QAIR et Total) au large de Gruissan et « Les Eoliennes Flottantes Golfe du Lyon » (consortium Engie, EDP renewables, Caisse des Dépôts) au large de Leucate-Le Barcarès.

Ces 2 parcs dont la mise en service est prévue en 2022 seront reliés en 63 kV au réseau de transport RTE. Mais tout porte à croire que l'objectif prioritaire de cette production d'hydrogène demeure d'absorber la production électrique excédentaire (lorsque l'offre dépassera la demande). En effet, la capacité de production intermittente (éolienne et solaire) est particulièrement importante dans cette région. Il faut donc combiner deux facteurs : coût de l'électricité et durée d'utilisation. Cela impose de trouver un compromis entre l'utilisation des électrolyseurs aux seuls moments de production excédentaire sur le réseau, et la nécessité de maximiser leur taux d'utilisation, y compris à des prix d'électricité plus élevés. Du côté des usages de cet hydrogène vert, la région mise essentiellement sur la mobilité en s'inscrivant dans le projet européen « Corridor H₂ ». Ce projet vise à décarboner massivement la mobilité lourde

Dossier Options

sur un axe Nord/Sud allant de la Méditerranée à la Mer du Nord, en développant les usages de l'hydrogène vert comme carburant pour les camions, les groupes frigorifiques et les autocars. La proximité de cette usine avec l'autoroute A9 constitue un atout avec cette première brique « Corridor H₂ en Occitanie » et l'implantation de stations de distribution d'hydrogène, elles-mêmes desservies par un transporteur de container local.

Outre les 15 autocars H₂ interurbains de la flotte liO (le service public régional de transports), et malgré les aides publiques engagées pour leur acquisition, il reste néanmoins à convaincre les transporteurs privés d'utiliser des camions à propulsion hydrogène et autres remorques frigorifiques. Car les coûts au global dépendent également de la distribution de l'H₂. Pour des usages diffus d'utilisation de l'hydrogène industriel, le transport représente aujourd'hui un facteur de coût très important (il augmente le coût de 2 et jusqu'à 20 € par kg) ainsi que du prix carbone qui influence fortement la compétitivité de l'hydrogène vert vis-à-vis des solutions conventionnelles (issues du gaz naturel).

Les pouvoirs publics Régionaux qui sont désormais, de par la loi NOTRe, responsables du développement des questions énergétiques, sont étrangement muets sur la question des filières d'utilisation de l'Hydrogène. Comme si le simple fait de produire du H₂ était déjà en soi une finalité. A moins qu'ils aient une confiance aveugle sur le seul monde des investisseurs... qui actuellement ne font

que courir après les subventions du plan hydrogène français.

Les pouvoirs publics sont étrangement muets sur les filières d'utilisation de l'H₂

C'est une véritable concertation qu'il faudrait entre pouvoirs publics, citoyens usagers et entreprises, pour coordonner production et utilisation, afin de dépasser le niveau de démonstrateur et aller vers des usages pérennes. Car la situation énergétique en France et en Europe connaît et va connaître de profondes mutations. Le transfert des énergies ou moyens de production d'électricité à base d'énergies fossiles vers l'électricité décarbonée va exiger des investissements colossaux. Mais quand on se penche sur le dimensionnement des moyens de production d'électricité nécessaires à la production d'hydrogène à partir de l'électrolyse de l'eau, on ne peut que s'interroger sur la pertinence de l'utilisation des crédits dédiés à la production d'hydrogène. Car chaque région, chaque agglomération y va de son originalité pour organiser cette production locale, sans aucune cohérence nationale ou européenne et sans tenir compte des enjeux de moyen et de long terme.

