

Compte-rendu de la réunion du 20 mai 2019

Quelle place pour l'hydrogène dans le stockage des énergies renouvelables

1. Introduction

Organisation des réunions IDées
Alexandre ROJEY, Animateur IDées

Le programme 2018-2019 est disponible sur le site de la Fondation

Introduction

Jean-François LE ROMANCER, Animateur du Groupe IDées Énergies Renouvelables et Stockage de l'Énergie, Président de Keynergie

La présentation pdf est disponible sur le site de la Fondation

Le cycle de réunions 2018-2019 du Groupe IDées « Énergies renouvelables et systèmes de stockage » a pris comme thème général le rôle des territoires dans la transition énergétique.

La question du stockage massif d'énergie produite à partir d'une source renouvelable est particulièrement importante dans ce contexte. L'hydrogène permet de stocker des quantités d'énergie beaucoup plus grandes que les batteries et l'énergie stockée par unité de masse est aussi beaucoup plus élevée, en considérant l'hydrogène seul. Dans le cas de l'hydrogène stocké sous pression, il faut toutefois prendre en compte le poids du réservoir.

2. Filière Hydrogène France : le moment est venu de changer d'échelle !

Philippe BOUCLY, Président de l'AFHYPAC

La présentation pdf est disponible sur le site de la Fondation :

L'AFHYPAC réunit à présent quasiment tous les acteurs concernés par la filière hydrogène : groupes industriels, PME, utilisateurs finaux, organismes de recherche, associations, collectivités, syndicats d'énergie, pôles de compétitivité.

Le passage des énergies fossiles aux énergies renouvelables implique un changement de paradigme, qui concerne l'ensemble de l'économie (mobilité, bâtiments et industrie). Faisant appel à des sources d'énergie intermittentes, ce changement implique un recours accru au stockage. L'hydrogène est aujourd'hui la technologie la plus adaptée pour le stockage massif de longue durée.

Il est possible de convertir l'électricité en hydrogène par électrolyse, l'hydrogène pouvant être ensuite converti en méthane par la réaction de Sabatier (PowerTo Gas)

Compte-tenu de l'importance des enjeux, il est apparu nécessaire de renforcer la position de la France sur la filière hydrogène. Un rapport parlementaire de l'OPECST a



été publié en 2013 (<https://www.senat.fr/rap/r13-253/r13-253.html>). Un plan de déploiement hydrogène a été ensuite présenté en 2018, à l'initiative de Nicolas Hulot (https://www.ecologiquesolidaire.gouv.fr/sites/default/files/2018.06.01_dp_plan_deploiement_hydrogene_0.pdf)

Une étude prospective a été préparée par McKinsey, sous l'égide de l'AFHYPAC (http://www.afhypac.org/documents/actualites/pdf/Afhypac_Etude%20H2%20Fce_VDEF.pdf).

Une vision d'avenir ambitieuse a été affichée par le Hydrogen Council prévoyant d'assurer d'ici 2050 près de 20% de la demande finale d'énergie au moyen du vecteur hydrogène. Il s'agit de mettre en place dès à présent un plan d'action en phase avec une telle vision 2050. Pour cela, il faut créer une filière industrielle d'hydrogène décarboné, développer des capacités de stockage des énergies renouvelables ainsi que des solutions zéro émission pour les transports routiers, ferrés, fluviaux, etc.

Le Plan National Hydrogène fixe comme objectifs 10% d'hydrogène décarboné dans l'hydrogène industriel d'ici 2023 et entre 20 et 40% d'ici 2028. Il prévoit également un large déploiement de véhicules à hydrogène (5 000 VUL, 200 véhicules lourds et 100 stations d'ici 2023, 20 000 à 50 000 VUL, 800 à 2 000 véhicules lourds et 400 à 1000 stations d'ici 2028). Il prévoit en outre de développer des capacités de stockage des énergies renouvelables.

Différents projets de démonstration sont en cours, parmi lesquels on peut citer le projet Zero Emission Valley en région Auvergne Rhône Alpes, qui vise à développer la mobilité hydrogène, le projet de démonstration de la filière PtG, Jupiter 1000, le projet Atlantech de La Rochelle tourné vers le résidentiel, le Technoparc d'Angoulême avec un stockage de 36 kg d'hydrogène (550 kWh), le projet Smart Energy Hub de Sylfen, (production d'hydrogène par électrolyse pour stocker l'électricité produite par des bâtiments à énergie positive).

Pour passer à l'échelle d'un territoire, il va falloir placer de gros électrolyseurs chez les consommateurs importants. À terme, il s'agit de développer un écosystème intégré à l'échelle territoriale par couplage entre les réseaux gaz et électricité.

3. Hydrogène à partir des énergies renouvelables- Accélérateur de la transition énergétique.

Olivier LHOTE, Coordinateur Stockage & Transport Business Unit Hydrogène, ENGIE

Actuellement l'hydrogène est produit principalement par vaporéformage du gaz naturel. Cette production s'accompagne d'une émission de 11 t de CO₂ pour chaque tonne d'hydrogène produit.

ENGIE se positionne sur l'hydrogène renouvelable produit par électrolyse à partir d'électricité renouvelable.

D'ici 2050, le marché de l'hydrogène qui représente actuellement 69 M t/an devrait être multiplié par 8 et atteindre 550 Mt/an. La vision ENGIE intègre la production massive d'hydrogène dans des régions où les renouvelables (REN) sont disponibles à faible coût et son transport vers des régions à faible potentiel de REN.

Les nouvelles utilisations de l'hydrogène passent par les initiatives d'industriels intéressés par la décarbonation de leur process et de régions motrices dans l'accélération de la transition énergétique (Californie, Hollande, Allemagne, Nord de l'Angleterre, Sud Est de l'Australie, Sud-Est de la France, Japon, ...).

ENGIE travaille à réduire les coûts de l'hydrogène produit à partir d'énergie renouvelable (actuellement 6 €/kg) par un facteur supérieur à 2 pour se rapprocher des coûts SMR actuels (2 à 2,5 €/kg). Pour y parvenir, il est nécessaire de déclencher les économies d'échelle, de contribuer à l'industrialisation du secteur, de développer des solutions technologiques permettant les usages de l'hydrogène à grande échelle, d'accroître l'efficacité de l'électrolyse, d'aligner les acteurs industriels, de créer les cadres réglementaires adéquats, d'engager les acteurs financiers dans des projets de grande envergure.

L'hydrogène peut être transporté sur de longues distances par camions, conduites ou navires soit sous pression, soit en phase liquide à la pression atmosphérique.

Il permet de stocker les surplus d'énergie renouvelable, mais requiert des solutions de stockage à grande échelle. Le stockage souterrain est le mieux adapté à un stockage massif. Le stockage en aquifère est le moins coûteux mais peut poser des problèmes d'environnement et d'acceptation ; le stockage en cavité saline représente une solution éprouvée, mais qui n'est pas disponible partout.

ENGIE intervient sur différents projets concrets qui visent à passer à l'échelle industrielle. Le projet GRHYD à Dunkerque est conçu pour alimenter un écoquartier en hythane (hydrogène additionné au gaz naturel). Le projet Zero Emission Valley Auvergne Rhône-Alpes prévoit la construction de 20 stations hydrogène entre 2019 et 2021 et l'achat de 1 000 véhicules à hydrogène. Le projet HYNETHERLANDS avec Gasunie prévoit la réalisation d'un hub pour des usages multiples. La première étape consiste à réaliser 100 MW de production d'hydrogène, l'objectif final, au-delà de 2030 étant de parvenir à 1000 MW. De multiples projets ont été engagés par ailleurs dans différentes régions en France.

4. Discussion / Conclusion

Débat animé par Jean-François LE ROMANCER, Animateur du Groupe IDées Énergies Renouvelables et Stockage de l'Énergie

Politique menée par les territoires

Les choix opérés par les territoires dépendent plus de la sensibilité culturelle et politique que de la rationalité économique.

Le fait que le nucléaire produit de l'électricité bas carbone est en général reconnu, mais la plupart des territoires souhaitent disposer d'un mix énergétique diversifié comprenant du gaz (de préférence du biogaz), de l'hydrogène et des renouvelables, ce qui entraîne une baisse de la part du nucléaire. Dans le cas des métropoles, la question de la mobilité est souvent au cœur des préoccupations.

En raison d'un manque de vision d'ensemble, on aboutit à un certain nombre de paradoxes. Faut-il à tout prix encourager l'autonomie, alors que par ailleurs, dans le cadre de la globalisation on favorise les échanges ? Faut-il dépenser des milliards d'Euros, alors que la France dispose d'un bon bilan CO2 par rapport aux autres pays européens et n'émet que 1% des émissions mondiales ? Faut-il réduire la part du nucléaire, au risque d'augmenter les émissions de CO2 ?

Temporalité de la transition énergétique



Pour parvenir à la limitation souhaitée du réchauffement climatique, il est nécessaire d'opérer un changement rapide. Il ne s'agit pas, comme précédemment, de parvenir à une substitution progressive des sources d'énergie par un mécanisme schumpetérien, mais il devient nécessaire de mener une politique volontariste pour répondre aux besoins de la lutte contre le réchauffement climatique.

Ce sera d'autant plus difficile que les changements à engager vont conduire, au moins dans un premier temps, à des solutions qui seront plus coûteuses et qui apparaîtront comme moins bonnes que les solutions actuelles.

Dès lors, on peut se demander quelle est la logique qui va l'emporter. Celle d'un modèle normatif, imposé par les impératifs de la prévention du réchauffement climatique ou la logique d'une transition relativement longue, à l'échelle des temps historiques.

Choix des priorités

Il manque actuellement un modèle de société auquel se référer pour effectuer des choix appropriés.

Les choix sont rendus d'autant plus difficiles que les solutions alternatives sont encore souvent débattues. Ainsi, les véhicules électriques, qui constituent la principale alternative en matière de mobilité, posent encore d'importants problèmes (autonomie, coût, gestion des batteries, bilan CO2 suivant la nature du mix énergétique).

L'arbitrage entre des types de mesures différents est souvent délicat. Faut-il favoriser en priorité d'efficacité énergétique avec des rendements décroissants ou miser sur de nouvelles sources d'énergie ?

Il se pose un problème important de cohérence des décisions au niveau d'un territoire et de cohérence des décisions entre les différents territoires.

Plus globalement on observe un déficit de compétences et de moyens, qui entraîne un risque important de mauvaises décisions et de contradictions.

Conclusion

La discussion a mis en évidence les nombreuses difficultés que la transition énergétique rencontre dans les territoires. Il est donc particulièrement important de favoriser l'élaboration d'une vision prospective cohérente, intégrant un schéma industriel ainsi qu'une prise en compte de l'ensemble des infrastructures requises.

5. Prochaine réunion

**Prochaine réunion du Groupe ENR
lundi 7 janvier 2019**

Sources de gaz renouvelable



Le biogaz constitue une option concurrente de l'hydrogène. Il n'est peut-être pas judicieux de parler de gaz décarboné, car le carbone qui pose problème est le carbone fossile et pas le carbone ex-biomasse.

Engie considère les deux options hydrogène et biogaz comme complémentaires, selon le contexte régional. Certaines régions comme la Hollande disposent de peu de ressources en biogaz.

Il est également possible de produire de l'hydrogène à partir de matière solide organique par pyrogazeification (AFNOR énergies). HAFFNER Energy a développé un procédé de thermolyse pour production d'hydrogène et de biochar utilisé comme combustible solide. Il existe également d'autres voies au stade de la R&D : production d'hydrogène et de noir de carbone par plasma, production d'hydrogène à partir d'algues.

L'hydrogène peut être également produit à partir de sources d'énergie actuellement inexploitées (énergie thermique des mers), parce qu'elles sont trop éloignées des sites de consommation

Les sources géologiques d'hydrogène naturel représentent un potentiel qui reste à évaluer. Le phénomène est bien connu en milieu marin (roches s'oxydant au contact de l'eau de mer avec production d'hydrogène, mais il a été également observé à terre, notamment au Mali et en Russie où l'on observe des « ronds de sorcières »)

Options de stockage

Le stockage solide d'hydrogène dans des hydrures est une solution intéressante, d'autant plus que la France dispose avec McPhy de technologies innovantes. Il s'agit toutefois d'une solution qui n'est applicable qu'à petite échelle, mais non pour le stockage massif d'hydrogène.

Le stockage de gaz peut être assuré en partie dans les conduites de transport mais la capacité de ce moyen de stockage reste faible par rapport à la quantité totale de gaz stocké (représentant 130 TWh).

L'hydrogène peut être stocké sous forme d'ammoniac, plus facile à transporter et à stocker que l'hydrogène lui-même. L'ammoniac peut-être notamment utilisé pour la propulsion des navires.

Perspectives d'avenir

Les perspectives globales pour l'hydrogène semblent s'ouvrir. L'AIE, en particulier, a révisé sa position en reconnaissant un rôle important au vecteur hydrogène. La Banque mondiale et le World Economic Forum considèrent que l'hydrogène représente un facteur clef pour la transition énergétique. La mise en place d'une taxe carbone favoriserait l'utilisation de l'hydrogène (avantage de 1,1 € /kg d'hydrogène pour 100 € de taxe par tonne de carbone).

Plutôt qu'envisager un déploiement à très grande échelle, ne faudrait-il pas privilégier les projets décentralisés, minimisant les distances de transport ? Cela permettrait d'amorcer le mouvement. En outre, une telle option présente l'intérêt de faire intervenir en priorité les particuliers, plutôt que la puissance publique. À 8 €/kg, pour le l'hydrogène décarboné, il est déjà possible de monter des projets intéressants, notamment pour la mobilité. On peut également envisager un déploiement par îlots autonomes interconnectés.



Dans le domaine des batteries, il sera difficile de rattraper le retard pris vis-à-vis de la Chine. Il faudrait éviter de se retrouver dans une situation comparable dans le cas de l'hydrogène et développer une puissante filière européenne des électrolyseurs. La Commission Européenne commence à se rendre compte de la nécessité d'une stratégie industrielle, comme en témoigne la création des IPCEI (plans de soutien de filières stratégiques).

L'aviation constitue un objectif intéressant. Le nouveau Président d'Airbus, Guillaume Faury a annoncé son intention de développer un transport aérien décarboné. À plus court terme, on peut envisager un mode de propulsion alimenté par l'hydrogène pour les opérations de roulage au sol.

Les infrastructures de transport de gaz représentent des investissements de long terme. Dans la perspective de la transition énergétique, il est intéressant de les convertir progressivement vers du transport de biométhane et d'hydrogène. Une des questions qui se pose est la limite de 6% actuellement fixée pour l'incorporation de l'hydrogène. Le gaz de houille qui était largement distribué contenait beaucoup plus d'hydrogène. Toutefois, l'hydrogène fragilise l'acier et les tuyaux actuels utilisés pour transporter du gaz à haute pression ne sont pas adaptés pour des teneurs élevées.