



Plan de déploiement de l'hydrogène pour la transition énergétique

Dossier de presse
Paris, vendredi 1^{er} juin 2018



SOMMAIRE

Message de Nicolas Hulot.....	3
Les systèmes électriques du futur.....	4
L'hydrogène : comment ça marche ?.....	6
L'hydrogène aujourd'hui.....	8
Le plan de déploiement de l'hydrogène pour la transition énergétique.....	9
1 - Créer une filière industrielle décarbonée	
2 - De nouvelles perspectives de stockage des énergies renouvelables	
3 - Une solution zéro émission pour les transports	
La filière industrielle.....	15

MESSAGE DE NICOLAS HULOT

L'hydrogène est un sujet qui me tient à cœur, car je suis intimement convaincu que l'hydrogène jouera un rôle important dans la transition énergétique.



C'est une révolution potentielle pour les systèmes énergétiques. Aujourd'hui, en effet, compte tenu de la baisse spectaculaire des prix des énergies renouvelables il devient enfin possible de produire des quantités importantes d'hydrogène à bas coût et, évidemment, sans émission de gaz à effet de serre.

L'hydrogène peut aussi devenir une solution majeure pour notre mix énergétique de demain, tout d'abord en rendant possible le stockage à grande échelle des énergies renouvelables, permettant ainsi de rendre crédible un monde où l'hydrogène vient se substituer, petit à petit, au fossile et au nucléaire pour combler les intermittences du solaire et de l'éolien.

Enfin, l'hydrogène, s'il est produit à base d'énergies renouvelables, peut contribuer à la mobilité sans émission de gaz à effet de serre des trains, des flottes de camions, des flottes municipales et des bus, permettant ainsi d'apporter une réponse aux problèmes de qualité de l'air. Vous le savez mieux que moi, l'Allemagne et les Pays-Bas expérimentent en ce moment même des trains à hydrogène fabriqués en France ; avec Elisabeth Borne, nous sommes convaincus que ces trains ont également vocation à circuler sur les lignes françaises.

Aujourd'hui, l'hydrogène est surtout utilisé dans l'industrie : c'est là que je vais commencer mon action, en cherchant à verdir les technologies existantes. C'est la première brique qui nous permet de rentrer très rapidement dans un monde moins carboné.

C'est dans cet esprit, que je présente un plan pour l'hydrogène qui visera à faire de notre pays un leader mondial de cette technologie. Pour ce faire, j'ai proposé de fixer à 10 % la part d'hydrogène produit à base de sources renouvelables à l'horizon 2023. Par ailleurs, parce que nous avons besoin d'innovations, de démonstrateurs et de champions économiques du stockage de l'électrolyse, j'ai décidé de mobiliser 100 millions d'euros pour accompagner les premiers déploiements de ces technologies de production et de transport dans les territoires.

Toute la filière industrielle de l'hydrogène existe en France. Ne loupons pas cette transition énergétique ! Soyons les premiers dans cette filière d'avenir.

Nicolas Hulot,
Ministre d'État,
Ministre de la Transition écologique et solidaire

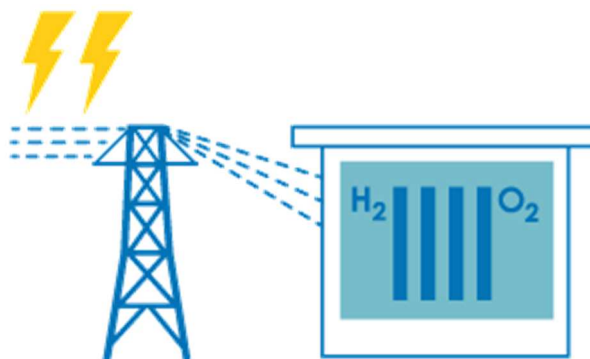
LES SYSTEMES ELECTRIQUES DU FUTUR

Aujourd'hui, la France possède des moyens de production électrique « pilotables », telles que les centrales nucléaires, les centrales thermiques fossiles, les barrages hydro-électriques, qui permettent d'utiliser l'électricité sur demande.

Demain, avec le développement des énergies renouvelables intermittentes (solaire, éolien...), qui ne produisent pas nécessairement l'électricité au moment où l'on en a besoin, il faut développer des capacités de stockage.

Les solutions de stockage sont multiples, chacune ayant ses atouts et ses faiblesses, les rendant ainsi complémentaires les unes aux autres : l'hydrogène, les batteries, le pompage-turbinage d'eau grâce aux stations de transfert d'énergie par pompage (STEP), les volants d'inertie, le stockage thermique, le stockage d'énergie par air comprimé, etc.

L'hydrogène est ainsi un moyen de stockage de l'électricité dans la mesure où pour le produire par le biais du procédé d'**électrolyse**, un apport d'électricité est nécessaire. L'idée est donc, en valorisant des excédents d'électricité qui ne peuvent pas être utilisés en l'absence de consommation suffisante, de séparer une molécule d'eau (H_2O) en hydrogène (H_2) et en oxygène (O_2).



L'hydrogène ainsi produit peut être stocké de différentes façons en fonction de l'usage que l'on veut en faire. En particulier, l'hydrogène est aujourd'hui la seule technologie qui permet de stocker massivement et sur de longues périodes (semaines, mois) l'électricité produite à partir d'énergies renouvelables intermittentes. **C'est donc un élément clef de la stabilité du mix électrique de demain.**

L'hydrogène, un sujet d'envergure mondiale



L'Allemagne est le pays historique de l'hydrogène en Europe avec la présence de ses industriels engagés sur le sujet (Daimler, Shell, Linde). Le pays dispose d'une centaine de véhicules et environ 25 stations déployées à ce jour.



Le Japon a mené une politique historique permettant l'émergence d'une mobilité hydrogène progressive au travers de l'industriel Toyota qui ambitionne de devenir leader de la filière. La feuille de route du gouvernement nippon vise une accélération du déploiement des stations hydrogène (160 en 2020 – contre 90 opérationnelles en 2017 -, 320 en 2025) et le déploiement de véhicules (200 000 en 2025 – soit une multiplication par 100 de la production de 2017- 800 000 en 2030.



La Chine a plus récemment découvert le sujet de l'hydrogène, notamment en cherchant à diminuer ses pertes d'énergie, tout en visant le démarrage d'une industrie de la mobilité pour les bus. Le gouvernement chinois a annoncé en novembre 2016 un plan pour construire une infrastructure de remplissage hydrogène suffisante pour alimenter 50 000 véhicules à pile à combustible en 2025 pour atteindre 1 million en 2030.



Les États-Unis et plus particulièrement la Californie sont engagés dans le domaine de la mobilité. Cette région est la pionnière mondiale et la plus avancée en matière de déploiement. Au travers du programme AB8 du California Fuel Cell Partnership, 62 stations hydrogène ont vu le jour et près de 7 000 véhicules ont été déployés.

L'HYDROGENE : COMMENT CA MARCHE ?

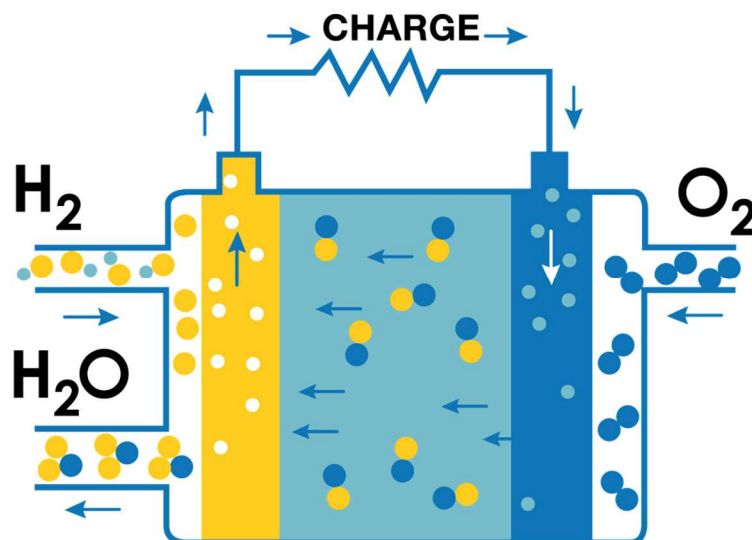
L'hydrogène ou dihydrogène (H_2) se présente comme un gaz invisible et inodore. De tous les éléments chimiques, c'est le plus léger. C'est également l'élément chimique le plus abondant dans l'univers. Sur Terre, il est rarement présent à l'état pur, mais il entre dans la composition de l'eau et des hydrocarbures.

Le saviez-vous ?

L'hydrogène n'est pas une source d'énergie mais « un vecteur énergétique ». Il doit être produit puis stocké avant d'être utilisé.

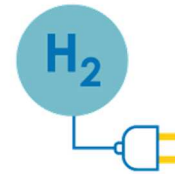
Cette molécule de gaz qui stocke l'énergie peut la restituer de plusieurs manières :

- **En le brûlant** : la combustion d'un kilo d'hydrogène libère trois fois plus d'énergie que celle d'un kilo d'essence et ne produit que de l'eau
- **Par une pile à combustible** : l'hydrogène couplé à un apport d'air introduit dans une pile à combustible permet de produire de l'électricité en ne rejetant que de l'eau



Par le biais de ces deux moyens de produire de l'énergie, il sera possible de l'**utiliser** :

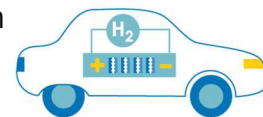
- **Sur le réseau électrique** pour injecter de l'électricité produite par les énergies renouvelables



- **Dans le réseau de gaz** mélangé au méthane pour faire de la chaleur

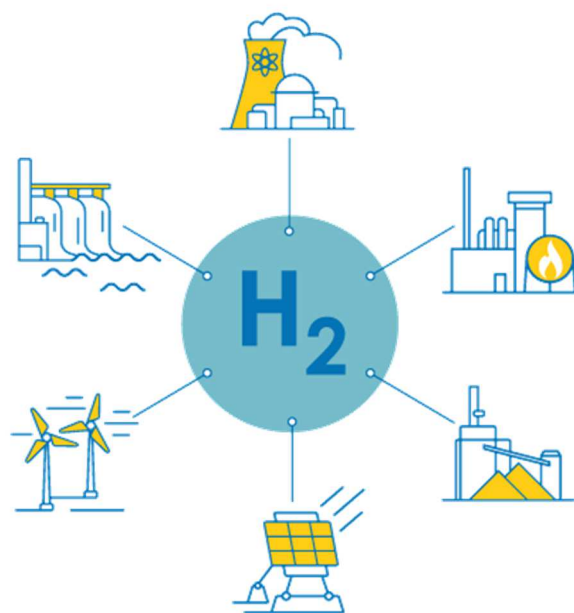


- **Dans une voiture comme carburant** d'un véhicule à motorisation électrique (l'électricité est produite par une pile à combustible directement dans le véhicule)



L'hydrogène peut aussi intervenir dans le domaine de la chimie :

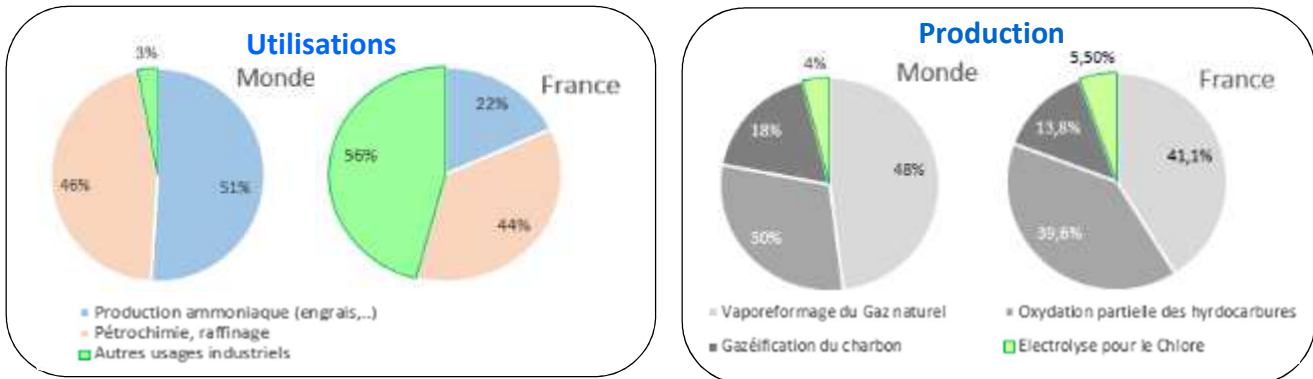
- Dans les secteurs du raffinage d'hydrocarbure, de la production d'engrais, et certains usages de la chimie, on utilise l'hydrogène comme matière première
- L'hydrogène mélangé au dioxyde de carbone (CO₂) produit du méthane de synthèse (CH₄) molécule identique au gaz naturel, qui peut être utilisé comme gaz



L'HYDROGENE AUJOURD'HUI

L'hydrogène est utilisé actuellement en France et dans le monde essentiellement dans le secteur industriel à raison de près d'1Mt par an en France et de près de 61 Mt dans le monde.

Aujourd'hui, l'hydrogène est produit majoritairement à partir de méthane (gaz naturel) par un procédé appelé « vaporeformage », consistant à casser la molécule de gaz naturel avec de la vapeur d'eau pour obtenir de l'hydrogène. Ce procédé émet du CO₂.



Les modes de production de l'hydrogène industriel utilisent des technologies fortement émettrices de gaz à effet de serre : de l'ordre de 13 tonnes de CO₂ pour une tonne de H₂ produit.

En France, la production d'hydrogène émet ainsi plus de 11 Mt de CO₂ par an, ce qui représente près de 3% des émissions de CO₂ en France et près de 26% des émissions de CO₂ du secteur de l'industrie en France.

Le verdissement des modes de production d'hydrogène est donc un enjeu majeur pour réduire les émissions de CO₂.

L'hydrogène peut en effet être produit sans émettre de CO₂, par le procédé d'électrolyse, à partir d'électricité n'émettant pas de CO₂, telles que les énergies renouvelables. Produit par ce biais, on obtient donc un vecteur énergétique propre, utilisable dans de nombreux domaines.

Nicolas Hulot, ministre d'Etat, ministre de la Transition écologique et solidaire souhaite que cette façon de produire de l'énergie prenne sa juste place dans la transition énergétique. Elle est au cœur du plan de déploiement de l'hydrogène :

/// Créer une filière industrielle décarbonée

/// De nouvelles perspectives de stockage des énergies renouvelables pour les sites isolés

/// Une solution zéro émission pour les transports

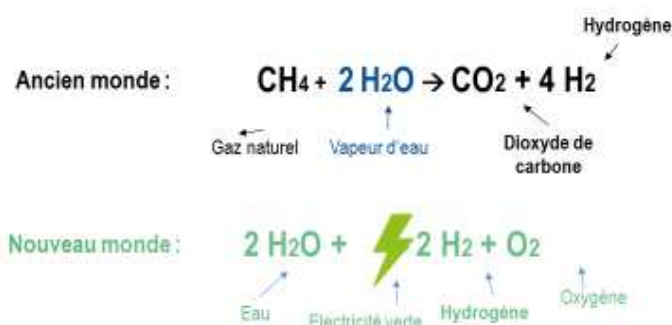
Pour mettre en œuvre ce plan, 100M€ seront mobilisés dès 2019. Ils seront gérés par l'ADEME pour permettre le déploiement de la filière.

1 - CREER UNE FILIERE INDUSTRIELLE FRANÇAISE DECARBONEE

Les industries comme le raffinage et la chimie sont très consommatrices d'hydrogène, aujourd'hui produit par des technologies fortement émettrices de gaz à effet de serre.

L'hydrogène produit à partir de la technologie de l'électrolyse mènera vers une filière industrielle française décarbonée. Il peut significativement diminuer l'empreinte carbone de la filière industrie.

Comment produit-on de l'hydrogène ?



La France possède une expertise technique reconnue par les industriels sur cette technologie. La compétitivité de l'hydrogène décarboné, c'est-à-dire, uniquement produit à partir de sources d'énergies n'émettant pas de CO₂ telles que les énergies renouvelables, pourrait être atteinte à l'horizon 2035, par rapport aux technologies utilisant le gaz fossile.

Le marché de l'hydrogène industriel offre un volume suffisamment important pour pouvoir permettre un développement en grande série d'électrolyseurs et ainsi de réaliser les économies d'échelle qui permettront de réduire les coûts.

Pour développer le potentiel de l'hydrogène décarboné sans attendre, **deux types d'industries sont particulièrement concernées :**

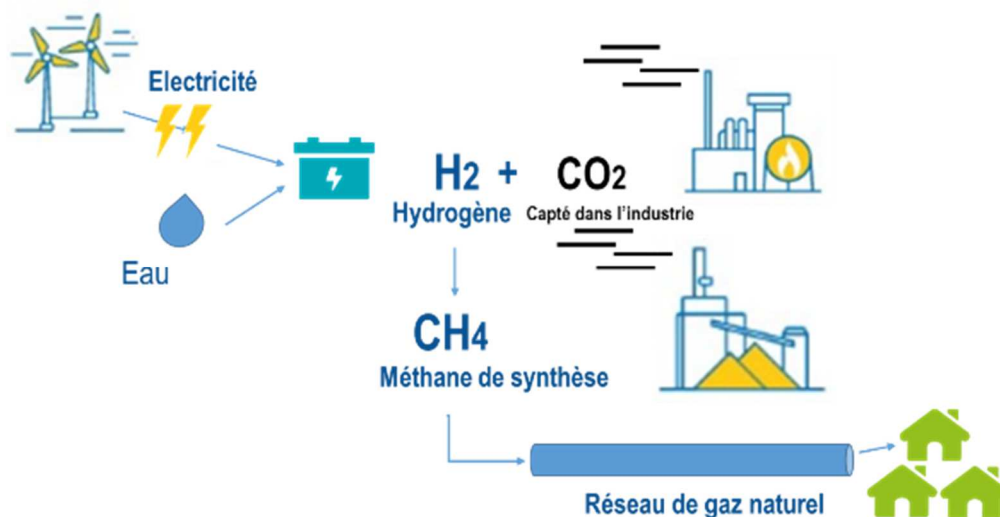
- les industries qui produisent massivement du CO₂ : par exemple, l'industrie du ciment représente environ 4 % des émissions mondiales ;
- les industries qui consomment de l'hydrogène comme intrant : verrerie, sidérurgie...

La recombinaison de l'hydrogène et du CO₂ conduit à produire des molécules de synthèse. Elles peuvent être du méthane (gaz naturel) ou d'autres molécules constituant des additifs ou des carburants de synthèse contenant une part d'origine renouvelable au travers des atomes d'hydrogène produits par électrolyse. Cette capacité de production d'un **nouveau carburant sur ces sites émettant du CO₂** peut être valorisée à 3 niveaux :

- **A l'échelle du procédé industriel**, en utilisant ce carburant plus vertueux pour alimenter les besoins en combustion, cela permet :

- de traiter une partie du CO₂ en cycle fermé, le carbone étant ainsi piégé sur le site lui-même, puis réutilisé en le combinant à l'hydrogène.

- de **diminuer le volume des carburants fossiles**, déchets carbonés pour les cimenteries et d'abaisser de fait les émissions de CO₂ fossiles.



- **A l'échelle du territoire, une surproduction d'hydrogène locale pourrait être dimensionnée pour alimenter des stations-services de proximité.** Une partie des carburants produits, surtout si c'est du méthane de synthèse, pourrait alimenter les flottes de camions associées à l'activité industrielle du site, mais également les véhicules lourds de la collectivité (bus, cars, bennes à ordures, engins de chantiers...).

Afin de développer ces filières, des soutiens à la R&D (programme ANR) et à la démonstration (programme d'investissement d'avenir) existent déjà. Ils permettent un accompagnement des plus bas niveaux de maturité technologique jusqu'à la démonstration. Il n'existe toutefois pas d'outils spécifiques aujourd'hui pour accompagner les premiers déploiements industriels.

Les mesures

/// N°1 : Intégrer des objectifs spécifiques à l'hydrogène dans les usages industriels :

- 10 % d'hydrogène décarboné dans l'hydrogène industriel d'ici à 2023
- Entre 20 à 40 % d'ici 2028.

/// N°2 : Mettre en place dès 2020 un système de traçabilité de l'H₂, s'inscrivant dans le cadre européen en cours de discussion (révision de la directive relative aux énergies renouvelables).

/// N°3 : Assurer la mise en évidence de l'impact environnemental de l'hydrogène dans la réglementation relative aux gaz à effet de serre, ce qui permettra de différencier l'hydrogène en fonction de son mode de production :

- en inscrivant l'hydrogène dans la Base Carbone® gérée par l'ADEME ;
- en faisant ressortir l'hydrogène comme un vecteur énergétique, au même titre que l'électricité, la vapeur... au niveau national comme à l'international.

2 - DES NOUVELLES PERSPECTIVES DE STOCKAGE DES ENERGIES RENOUVELABLES

En tant que vecteur énergétique, l'hydrogène produit par électrolyse est à long terme une **solution structurante pour l'intégration des énergies renouvelables au système électrique** : il est le moyen de stockage massif inter-saisonnier des énergies renouvelables électriques intermittentes le plus prometteur. Il permet de stocker l'électricité en la « transformant » en gaz.

Outre le **stockage sous forme d'hydrogène** pour le transformer en électricité, les pistes les plus prometteuses sont le « power-to-gas », qui consiste en l'injection **directe d'hydrogène dans les réseaux gaziers** ou en la **conversion de l'hydrogène en méthane de synthèse**, après combinaison avec du CO₂ capté dans l'industrie, pour l'injecter dans les réseaux gaz. L'électricité est ainsi stockée sous forme d'hydrogène ou de méthane de synthèse dans le réseau gaz. Ce gaz peut être à nouveau transformé en électricité ou valorisé sous d'autres formes (chaleur, etc.). L'injection d'hydrogène décarboné ou de gaz de synthèse dans le réseau gaz permet de valoriser le CO₂ industriel et permet de verdir les réseaux gaziers.

Ce type de besoin émerge d'ores et déjà dans les zones ayant des taux de **déploiement d'énergies renouvelables intermittentes (solaire, éolien...) très importants, surtout sur des réseaux isolés**. Les électrolyseurs sont également capables de rendre d'autres services au réseau électrique, au même titre que d'autres technologies de stockage ou d'autres moyens de flexibilité (pilotage de la demande, développement des interconnexions).

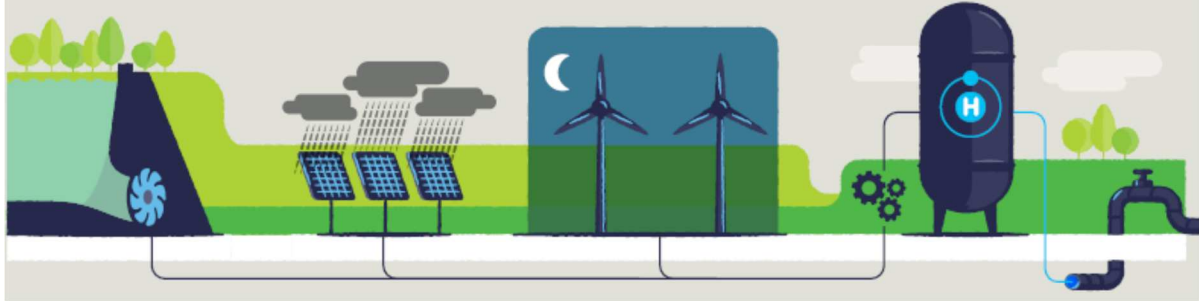
Les mesures

- /// N°4 : Lancer rapidement des expérimentations dans les territoires isolés.** Les électrolyseurs sont en mesure d'apporter immédiatement des services aux réseaux électriques et un débouché supplémentaire au développement des énergies renouvelables.
- /// N°5 : Identifier les services rendus par l'hydrogène, pour leur donner une valeur.** Pour la métropole continentale, RTE et ENEDIS auront pour mission d'identifier la valeur des services rendus au réseau par les électrolyseurs et les moyens existants ou à mettre en place pour valoriser ce type de service. Cela permettra de développer les *business models* de l'hydrogène.
- /// N°6 : Identifier les besoins pour le stockage par hydrogène pour chaque zone non interconnectée.** EDF (par son entité dans les territoires insulaires appelés Systèmes Energétiques Insulaires) et l'ADEME sont chargées de caractériser pour chaque zone non interconnectée les services que peuvent rendre les électrolyseurs afin de permettre aux collectivités concernées de prévoir dans leurs programmations pluriannuelles de l'énergie des mesures et objectifs spécifiques concernant le stockage et l'hydrogène.
- /// N°7 : Déterminer les conditions techniques et économiques d'injection d'hydrogène acceptables pour les réseaux.** Afin de préparer l'arrivée du procédé « power-to-gas » qui permet de procéder à la conversion de l'électricité issue des énergies renouvelables, les transporteurs et distributeurs de gaz devront déterminer ces conditions techniques et économiques. Un rapport intermédiaire est attendu pour la fin 2018.

DE LA FLEXIBILITÉ ET DE L'OPTIMISATION POUR LES RÉSEAUX ÉNERGÉTIQUES

Grâce au procédé du « power-to-gas », on peut convertir l'électricité issue des énergies renouvelables (solaire, éolien, hydraulique) en hydrogène.

L'hydrogène est alors disponible et stockable dans les infrastructures gazières.



(Source : Ademe)

Une valorisation massive et flexible

Les électrolyseurs sont des consommateurs intensifs d'électricité qui peuvent démarrer en **quelques minutes** lorsqu'il y a du vent ou du soleil et **s'arrêter aussi rapidement** lorsqu'il n'y en a plus. Ils sont donc capables d'absorber les surplus d'électricité produits à partir d'énergies renouvelables lorsque la demande n'est pas suffisante, afin de les transformer en hydrogène.

3 - UNE SOLUTION ZERO EMISSION POUR LES TRANSPORTS

L'hydrogène est une des solutions clés pour développer des mobilités propres.

Il présente des avantages pour les usages intensifs qui nécessitent une forte autonomie et un faible temps de recharge, particulièrement en milieu urbain. Ces avantages se retrouvent surtout dans certains transports lourds (routier, ferroviaire et fluvial), pour lesquels le poids, l'encombrement et l'énergie embarquée des batteries constituent aujourd'hui un frein.

- **Pour les voitures**, face aux voitures équipées de batteries électriques (véhicule « tout batterie »), l'utilisation d'hydrogène alimentant directement une batterie présente **trois avantages majeurs** qui pourraient contribuer à terme à l'adoption de véhicules zéro émission par un plus grand nombre :
 - un **faible temps de recharge : 3 minutes, comparable à un plein d'essence** ;
 - une plus **grande autonomie** comparable à celle des véhicules thermiques ;
 - un **poids plus faible du véhicule et un encombrement moindre** car la batterie du véhicule hydrogène est plus petite
- **Pour le transport routier**, le choix entre plusieurs technologies bas-carbone s'analyse au regard du coût du véhicule, de l'autonomie recherchée et du volume/poids de ce que l'on souhaite transporter. Le véhicule hydrogène est ainsi plus adapté que le véhicule tout batterie pour les transports lourds. Par ailleurs, plus les véhicules sont gros et plus la station qui l'alimente en hydrogène pourra être rentable car les volumes d'hydrogène nécessaires sont plus importants.
- **Pour les transports publics**, le bus électrique à hydrogène présente des **modes d'utilisation équivalents au diesel** (rechargement, autonomie, vitesse...) et comme les bus à batteries, n'émettent pas de particules, responsables de la pollution atmosphérique.
- **Pour les liaisons fluviales et maritimes**, le passage à un mode hybride batterie /H₂ permet d'accroître les performances et d'assurer la continuité du service public rendu, tout en préservant la **réduction sonore et l'absence de polluants atmosphériques**.
- **Pour les lignes du réseau ferré français**, les motrices à hydrogène pourraient assurer une **électromobilité à moindre coût, sans recourir à l'électrification de petites lignes et en remplacement des motrices diesel**.



(Source : Ademe)

Les mesures

/// N°8 : Déploiement des écosystèmes territoriaux de mobilité hydrogène sur la base notamment de flottes de véhicules professionnels :

- 5 000 véhicules utilitaires légers et 200 véhicules lourds (bus, camions, TER, bateaux) ainsi que la construction de 100 stations, alimentées en hydrogène produit localement à l'horizon 2023 ;
- de 20 000 à 50 000 véhicules utilitaires légers, 800 à 2000 véhicules lourds et de 400 à 1000 stations à l'horizon 2028.

/// N°9 : Accompagner le développement d'une gamme de véhicules lourds routiers mais aussi pour d'autres modes : bateaux, trains aéronautique. Des appels à manifestation d'intérêt utilisant les outils existants de soutien à l'innovation seront lancés.

/// N°10 : Accompagner le déploiement de flottes territoriales, de véhicules hydrogène (camions, véhicules utilitaires, bus...), sur la base de l'hydrogène produit dans la phase d'amorçage industriel.

/// N°11 : Lancer une mission parlementaire d'ici la fin du premier semestre 2018 pour élaborer une trajectoire de verdissement du parc ferroviaire (remplacement des locomotives aux automotrices les plus polluantes).

/// N°12 : Afin d'accompagner les projets, l'ADEME aura une mission de pilote pour l'Etat, consistant à orienter les porteurs de projets notamment pour les questions réglementaires ou de financement, de structurer et de piloter les déploiements d'écosystèmes hydrogène et d'assurer un rôle de mise en cohérence des sujets relatifs à l'hydrogène.

/// N°13 : Poursuivre le travail important déjà réalisé pour clarifier la réglementation relative à la sécurité et à la prévention des risques. D'ici mi-2018, un cadre réglementaire spécifique pour les stations-services distribuant de l'hydrogène sera mis en place.

/// N°14 : Instruire et accompagner la création d'un centre international de qualification - certification de composants H₂ haute pression pour la mobilité routière, l'aéronautique, le maritime, le fluvial, le ferroviaire.

L'hydrogène apportera sans aucun doute une part importante des réponses pour décarboner et dépolluer nos solutions de mobilité. Avec Nicolas Hulot, nous avons choisi de travailler sur deux échéances : soutenir dès aujourd'hui les solutions déjà pertinentes en levant les verrous réglementaires et en accompagnant les dynamiques territoriales, et préparer l'avenir en poursuivant les efforts de développement technologique. Avec ce plan, nous donnons la visibilité nécessaire aux acteurs économiques et territoriaux pour s'engager dans cette filière d'avenir.



Elisabeth Borne,
*Ministre auprès du Ministre d'État,
Ministre de la Transition écologique et solidaire,
chargée des Transports*

LA FILIERE INDUSTRIELLE

Le secteur de l'hydrogène emploie aujourd'hui près de 2000 personnes en France.

Selon l'étude McKinsey sur le développement de l'hydrogène pour l'économie française, les perspectives pour le développement de la filière hydrogène en France sont les suivantes :

- Environ 8,5 Md€ de chiffre d'affaires annuel en 2030 et 40 Md€ en 2050
- Un potentiel à l'export de 6,5 Md€ d'ici 2030
- Plus de 40 000 emplois dans le secteur en 2030 et plus de 150 000 emplois en 2050
- 10 à 12 Mt CO₂ en moins en 2030 et 55 Mt en 2050

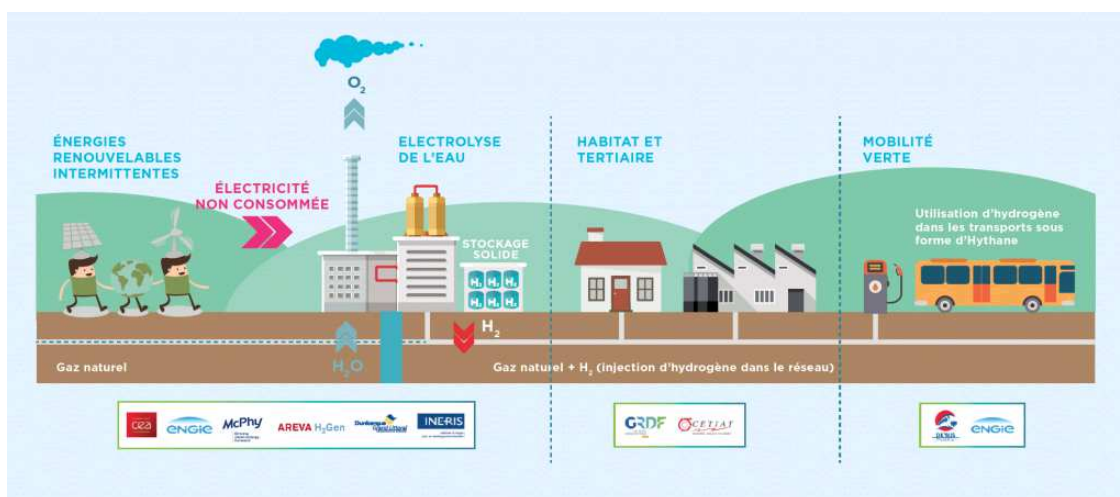
ENGIE : le projet de démonstration GRHYD

ENGIE expérimente l'injection d'hydrogène dans les réseaux de gaz naturel d'un nouveau quartier et l'injection d'hythane dans une station de bus GNV de la Communauté Urbaine de Dunkerque. L'objectif de ce projet est d'évaluer et de valider la pertinence d'une nouvelle filière énergétique composée d'un mélange d'hydrogène et de gaz naturel.

L'État accompagne le projet de démonstration GRHYD, projet de stockage d'énergie via l'hydrogène, mené par ENGIE au sein d'un groupement de partenaires industriels.

Ce projet ambitieux vise à transformer en hydrogène l'électricité issue d'énergies renouvelables et produite en dehors des périodes de consommation, pour la valoriser via les usages du gaz naturel (chauffage, eau chaude, carburant, etc.). Les producteurs d'énergies renouvelables intermittentes (éolien, solaire, ...) disposeront ainsi d'un nouveau vecteur de valorisation de leur électricité et de réduction des émissions de gaz à effet de serre.

Une douzaine de partenaires industriels participent avec ENGIE au projet de démonstration GRHYD. Parmi eux les sociétés GRDF, NVERT, AREVA Hydrogène et Stockage de l'énergie, le CEA, McPhy Energy, l'INERIS, le CETIAT, CETH2.



« Jupiter 1000 » : démonstrateur Power to Gas mettant les réseaux d'énergie au service de la transition énergétique

Jupiter 1000, le premier projet Power to Gas raccordé au réseau de transport de gaz français, est construit à Fos-sur-Mer.



Ce projet unique en France vise à tester la viabilité technico-économique du Power to Gas et de faire émerger une nouvelle filière de production de gaz renouvelable à l'horizon 2030. L'idée étant de détecter et de traiter toutes les difficultés, techniques, économiques ou réglementaires, et de réduire à terme les coûts d'investissement et d'exploitation.

L'ambition du projet est de mettre en œuvre à l'échelle industrielle une installation innovante de production d'hydrogène. Le démonstrateur comprendra également une unité de captage de CO2 sur les cheminées d'un industriel local et une unité de méthanation compacte basée sur une technologie du CEA pour convertir l'hydrogène produit et le CO2 ainsi recyclé en méthane de synthèse. Ce gaz neutre en carbone sera ensuite injecté sur le réseau de transport.

Coordonné par GRTgaz, ce projet mobilise un ensemble de partenaires français aux compétences complémentaires : McPhy pour l'électrolyse, Atmosat et le CEA pour la méthanation, Leroux & Lotz pour le captage de CO2, le CEA pour la R&D, CNR fournissant l'électricité renouvelable et assurant la conduite future à distance de l'installation, RTE pour le traitement des données électriques et GRTgaz et TIGF gérant l'injection dans les réseaux de gaz.

ALSTOM : le premier train à hydrogène au monde

Alstom, membre fondateur du Conseil de l'Hydrogène, est pleinement mobilisé pour contribuer à l'émergence d'une flotte de trains zéro émission propulsée à l'hydrogène en France.

Lancement du Coralia iLint

Alstom, premier constructeur au monde à avoir développé, avec la contribution des sites français de Tarbes et Ornans, va lancer un train à hydrogène dont la mise en service est prévue à pour l'été 2018 sur le réseau ferré allemand. Avec comme objectif la réduction des émissions de GES, ce projet ouvre des perspectives dans le domaine ferroviaire et du remplacement des vieilles locomotives diesel.



Alstom est prêt à travailler dès aujourd'hui avec les autorités organisatrices et l'ensemble des acteurs de la filière, à la définition et l'homologation d'une solution de trains à hydrogène basée sur la flotte de trains de nouvelle génération circulant actuellement sur les lignes régionales françaises.

Ville de PAU : le premier bus à hydrogène de France

La ville de Pau (Pyrénées Atlantique) va s'équiper de la première ligne complète de bus alimentés par de l'hydrogène. Elle devrait être mise en service en septembre 2019.



Le futur « Fébus », bus à haut niveau de service électrique produira son électricité à bord, grâce à une pile à hydrogène. L'hydrogène sera produit sur place, au dépôt de bus, grâce à un électrolyseur alimenté par des panneaux solaires. Les stations de recharge seront installées par GNVERT, filiale d'ENGIE spécialisée dans les solutions de mobilité durable pour les entreprises et les collectivités territoriales. L'autonomie des véhicules rechargeables en dix minutes, serait de plus de 300 km. Le coût de ce projet s'élève à 72 millions d'euros (dont 53 millions d'euros de travaux d'aménagement des voies urbaines), mais reste toutefois moins cher qu'une ligne de tramway. Les subventions européennes et régionales, liées au choix de la technologie hydrogène, sont estimées à 7 millions d'euros.

Le projet Zéro Emission Valley (ZEV) : premier projet de mobilité hydrogène renouvelable à l'échelle d'une région

ENGIE, Michelin, Symbio sont partenaires de la Région Auvergne-Rhône-Alpes (AURA) pour le projet Zero Emission Valley (« ZEV »), premier projet de mobilité hydrogène renouvelable à l'échelle d'une région. Ce projet a reçu le soutien du Ministre de l'environnement dès l'été 2017.



Ce projet, lauréat d'un appel à projet européen, prévoit la construction d'un réseau de 20 stations à hydrogène entre 2019 et 2021, ainsi que la mise en place de subventions de l'Europe et de la Région pour l'acquisition de 1000 véhicules à hydrogène.

Le projet vise en priorité les véhicules légers des professionnels et des collectivités. Afin de produire un hydrogène « propre », les 20 stations seront alimentées par de l'électricité renouvelable. Le prix de l'hydrogène, identique dans toutes les stations, sera défini de sorte que le coût total soit le plus proche possible de celui du diesel. Les collectivités pourront également tester leurs bus ou camions de collecte de déchets ménagers à hydrogène sur les stations ZEV.

L'investissement dans les stations sera porté par une société commerciale publique et privée associant également des partenaires financiers.

SAFRAN

En tant que leader mondial de la motorisation des avions commerciaux moyen-courriers et des hélicoptères, Safran est concerné au premier chef par l'indispensable réduction de l'empreinte écologique du secteur aéronautique.

Le projet PIPAA, soutenu par le CGI et BPI France, a pour objectif de court terme de déployer la technologie piles à combustibles sur des avions existants et pourra permettre une réduction significative des émissions polluantes par retrofit des équipements sur les avions en service.



La stratégie de Safran, au travers des feuilles de route technologiques mises en place, vise maintenant à étendre l'utilisation de l'hydrogène au système propulsif des aéronefs, dans des configurations hybrides associant propulsion thermique et propulsion électrique. Cette nouvelle étape passe par le développement de piles à combustible plus puissantes et, pour les applications de l'aéronautique commerciale, par la mise au point de solutions d'emport de quantités d'hydrogène plus importantes à bord des aéronefs, nécessitant a priori un stockage sous forme liquide (LH2). Elle ouvre ainsi la voie aux études et développement de la future génération d'aéronefs qui sera nativement conçue pour accueillir la technologie hydrogène.

Cimentier VICAT : futur hub énergétique territorial ?

Avec comme objectif de réduire les rejets de CO2 de l'industrie cimentière (2,6% du total des émissions), Vicat a engagé depuis plusieurs années une politique de réduction de ses émissions, notamment par l'utilisation croissante de combustibles non-fossiles, mais aussi par le développement de produits et systèmes constructifs en les adaptant pour être non plus une contrainte pour les territoires d'implantation mais une solution.



Le process cimentier est un process industriel à feu continu, nécessitant une grande quantité d'énergie thermique et électrique. L'énergie électrique est majoritairement utilisée pour la préparation et le broyage des matières et l'énergie thermique est requise pour la réaction de transformation minéralogique de la matière.

Pour répondre à ces enjeux, l'hydrogène est une des solutions qui pourrait s'imposer. Produit par électrolyse à partir d'électricité renouvelable, il peut en effet être recombinaison par méthanisation avec ce CO2 capté sur les fumées. Le méthane produit (application «Power-to-Gas») remplacera une partie des combustibles fossiles habituellement utilisés, ou pourra, selon les conditions économiques, être réinjecté dans le réseau.

En complément de cette application Power-to-Gaz, la valorisation du vecteur énergétique hydrogène pour des usages «électromobilité», et «industriels» (réinjection directe de l'hydrogène dans le four) peut être envisagée.

La cimenterie du futur deviendrait alors un véritable hub énergétique territorial et un outil de transformation fournissant chaleur, hydrogène et méthane de synthèse pour des usages de proximité.

Air Liquide accompagne l'une des premières flottes de taxis électriques hydrogène au monde

En plus de 40 ans, Air Liquide a développé un savoir-faire unique dans la maîtrise de l'ensemble de la chaîne de l'hydrogène, de la production au stockage, de la distribution au développement d'applications pour les utilisateurs finaux contribuant ainsi à la généralisation de l'utilisation de l'hydrogène comme énergie propre, en particulier pour la mobilité. A ce jour, Air Liquide a déjà conçu et installé 100 stations hydrogène dans le monde.

Depuis 2015, Air Liquide installe un réseau de stations hydrogène localisées en Ile de France (Paris centre Pont de l'Alma, aéroport d'Orly, Versailles) pour accompagner le déploiement de la première flotte de taxis électriques hydrogène au monde : Hype. Cette flotte, créée par la start-up STEP (Société du Taxi Électrique Parisien dont Air Liquide est actionnaire minoritaire), compte déjà 75 véhicules à hydrogène circulant en région parisienne alimentés par les stations hydrogène Air Liquide et prévoit le déploiement de 600 taxis d'ici 2020.



Un véhicule électrique à hydrogène dispose de plusieurs atouts : aucune pollution au point d'utilisation - zéro gaz à effet de serre, zéro particule et zéro bruit -, une autonomie de 500 km et une recharge rapide en station en moins de 5 minutes.