



LES PROGRAMMES HYDROGENE EN FRANCE

N.B. : Au vu de l'important développement actuel de l'hydrogène en France, la présente fiche ne saurait être exhaustive, aussi pour plus d'informations, le lecteur est invité à consulter les différentes rubriques du site www.afhypac.org

Sommaire

1. Programmes et actions stratégiques nationales
2. L'AFHYPAC
3. La France membre d'organisations internationales « Hydrogène »
4. Etudes et projets nationaux
5. L'hydrogène dans les régions
6. Recherche et développement
7. Principaux acteurs publics et privés
8. Rapport AFHYPAC « L'hydrogène en France en 2018 »

1. Programmes et actions stratégiques nationales

Jusqu'en 2018, la France n'a pas eu, à proprement parler, de programmes gouvernementaux nationaux « hydrogène » de longue durée à l'image de ce qui est le cas dans d'autres pays. Les programmes qui ont existé ne s'étalaient que sur quelques années comme par exemple celui sur l'automobile, VPE/PAC (véhicules propres et économes/piles à combustible), lancé par les pouvoirs publics et les constructeurs automobiles en 1990 et détaillé dans la fiche 9.1.10. Néanmoins ces dernières années furent prises plusieurs initiatives d'actions stratégiques :

Horizon Hydrogène Energie (H2E)

H2E est un programme qui vise entre 2013 et 2017 à contribuer à l'émergence d'une filière hydrogène-énergie durable et compétitive en France et en Europe. Coordonné par Air Liquide le programme rassemble 19 partenaires publics et privés. Les objectifs des développements technologiques et normatifs portent sur tous les maillons de la filière notamment sur :

- La production d'hydrogène décentralisée à partir d'énergies renouvelables
- Le transport, le stockage et la distribution d'hydrogène haute pression
- L'industrialisation de nouvelles gammes de piles à combustible

www.horizonhydrogeneenergie.com/programme-horizon-hydrogene-energie.html

Mobilité Hydrogène France

En 2013, un consortium de trente acteurs publics et privés fédérés par l'AFHYPAC a lancé une étude sur l'évaluation du potentiel que représente la pile à combustible à hydrogène dans les transports en

France. A la suite a été proposé un plan de déploiement de ces technologies. Cette étude rendue publique en 2014, est financée par les acteurs eux-mêmes et l'Union Européenne (projet Hydrogen Infrastructure of Transport), elle représente pour notre pays la continuité de ce qui se fait dans d'autres pays européens comme l'Allemagne, la Grande Bretagne, le Danemark, les Pays Bas, la Suède. Mobilité Hydrogène France prévoit des scénarios de déploiement synchronisés de véhicules et de stations hydrogène pour les alimenter. C'est-à-dire, dans un premier temps, mettre en place des flottes captives autour d'une station en attendant que la multiplication de ces ensembles couvre le territoire. A ce jour, une vingtaine de stations ont été ouvertes et plusieurs centaines de véhicules circulent (cf. §4 ci-après, L'hydrogène en France en 2018).

<http://www.afhypac.org/mobilite-hydrogene-france/>

Rapport de l'OPECST

Début 2014 fut publié un rapport de l'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques (OPECST) concernant une filière hydrogène. Rédigé par le Sénateur Pastor et le député Kalinowski, ce rapport établit un feuille de route hydrogène en cinq orientations:

- Mise en place du triptyque organisationnel nécessaire au développement d'une filière hydrogène nationale ainsi qu'un comité d'orientation ;
- Lever les freins à l'innovation d'ordre réglementaire ;
- Créer les conditions de développement de nouveaux marchés de l'hydrogène-énergie ;
- Donner une nouvelle place aux territoires ;
- Prendre en compte la dimension européenne de l'hydrogène-énergie.

La nouvelle France industrielle

Cette même année 2014, en mars, le comité de pilotage de « La nouvelle France industrielle » a validé dans le plan « autonomie et puissance des batteries » l'intérêt du vecteur hydrogène en tant que complément à cette autonomie grâce à la pile à combustible.

Article 121 de la Loi sur la transition énergétique pour la croissance verte

Toujours dans cette même période, la loi sur « La transition énergétique pour la croissance verte » a consacré à l'hydrogène-énergie son article 121 dans lequel est prévu un plan de développement du stockage des énergies renouvelables par hydrogène décarboné.

I. – Dans un délai de douze mois à compter de la promulgation de la présente loi, le Gouvernement remet au Parlement un plan de développement du stockage des énergies renouvelables par hydrogène décarboné qui porte notamment sur :

- 1° La mise en oeuvre d'un modèle économique du stockage par hydrogène de l'électricité produite à partir de sources d'énergies renouvelables, visant à encourager les producteurs d'énergies renouvelables à participer à la disponibilité et à la mise en oeuvre des réserves nécessaires au fonctionnement des réseaux publics de transport et de distribution d'énergie, ainsi que les conditions de valorisation de ces services ;*
- 2° La mise en oeuvre de mesures incitatives destinées à promouvoir des innovations technologiques visant plus particulièrement les piles à combustible, pour notamment développer le marché des véhicules électriques ;*
- 3° Le déploiement d'une infrastructure de stations de distribution d'hydrogène ;*
- 4° L'adaptation des réglementations pour permettre le déploiement de ces nouvelles applications de l'hydrogène, telles que la conversion d'électricité en gaz.*

Appel à projets Territoires Hydrogène

Initié en avril 2016 par le Ministère de l'environnement de l'énergie et de la mer et porté par la Nouvelle France Industrielle cet appel a eu pour but de labelliser des projets de démonstration d'envergure mettant en oeuvre le vecteur énergétique hydrogène dans les territoires. Vingt-neuf projets ont été retenus, ils bénéficieront d'un accompagnement des financeurs publics (ministères en charge du développement durable et de l'industrie, Commissariat général à l'investissement (CGI), Ademe, BPI France, Caisse des Dépôts et Consignations) "pour mobiliser les dispositifs de soutien permettant de concrétiser leurs projets", a précisé le ministère de l'Environnement.

https://www.ecologique-solaire.gouv.fr/sites/default/files/2016-12-17_Liste_laureats_appel_projets_territoires_hydrogene.pdf

Autres projets

Ont également existé comme sont encore en cours, de nombreuses incitations sous la forme de projets structurés portés par des acteurs publics, semi-publics et privés et qui concernent aussi bien des recherches de base et de développement, des applications, des opérations de démonstration ou encore la mise en place de réseaux de commercialisation. Sont impliqués: l'ADEME, l'ANR, la Caisse des dépôts et consignations, des régions et des collectivités locales¹ ainsi que de grands groupes industriels et des PME-PMI.

Plan de déploiement de l'hydrogène pour la transition énergétique

Le 1^{er} Juin 2018, le Ministre de la Transition écologique et solidaire Nicolas Hulot a présenté ce plan hydrogène « qui visera à faire de notre pays un leader mondial de cette technologie ». L'objectif est

- de créer une filière industrielle décarbonée à base d'hydrogène vert ;
- d'ouvrir de nouvelles perspectives de stockage des énergies renouvelables pour les sites isolés ;
- d'apporter une solution zéro émission pour les transports.

Pour mettre en oeuvre ce plan, 100 M€ seront mobilisés dès 2019. Ils seront gérés par l'ADEME pour permettre le déploiement de la filière. Seront ainsi proposés des appels à projets sur trois thématiques :

- « La production d'hydrogène pour des usages industriels » ;
- « Ecosystèmes de mobilité hydrogène » ;
- « Les systèmes autonomes renouvelables pour les ZNI² ».

https://www.ecologiquesolaire.gouv.fr/sites/default/files/2018.06.01_dp_plan_deploiement_hydrogene_0.pdf

2. L'AFHYPAC

L'Association Française pour l'HYdrogène et les Piles A Combustible, AFHYPAC, joue un rôle important d'identification, de coordination, d'incitation, d'expertise et de promotion de ce qui concerne la filière française de l'hydrogène-énergie. Créée en 2011, cette association est la continuation de l'Association Française de l'Hydrogène, AFH2, datant, elle, de 1998. L'AFHYPAC regroupe la plupart des acteurs qui se consacrent à l'hydrogène-énergie: groupes industriels, PME-PMI, organismes de recherche et centres techniques, associations nationales et régionales, collectivités territoriales, pôles de compétitivité, et laboratoires. L'association est financée par ses membres ainsi que par l'ADEME dans le cadre d'une convention qui lui confie un rôle d'animation de la filière. Le rapport qu'elle établit et édite tous les ans sur « L'hydrogène en France » illustre son action. Le dernier de ces rapports consacré à l'année 2018 constitue le § 7 ci-après dans lequel se retrouvent les derniers développements de certains des thèmes abordés dans la présente fiche.

3. La France membre d'organisations internationales « Hydrogène »

La France fut présente et est présente dans les organisations européennes et internationales impliquées dans l'hydrogène :

- L'European Hydrogen Association (<http://www.h2euro.org>), EHA;
- Hydrogen Europe (<http://hydrogeneurope.eu/>);
- Projet HyLaw qui regroupe 23 pays a pour objectif est de faire un inventaire des réglementations dans les différents pays européens

¹ A l'exception des départements qui au titre de la Loi Notre ont des implications financières limitées.

² Zones non interconnectées au réseau de distribution électrique métropolitain continental.

- L'International Association of Hydrogen Energy, IEA, s'efforce de faire avancer le jour où l'hydrogène deviendra le principal moyen par lequel le monde atteindra son objectif de longue date « Abundant Clean Energy for Human ». <http://www.iahe.org/>
- L'Agence Internationale de l'Énergie (http://www.iea.org) - International Energy Agency, IEA – fondée en 1974 par L'OCDE, agence qui facilite la coordination des politiques énergétiques des 29 pays membres. Elle publie annuellement un « World Energy Outlook », pour sa part la France participe à deux accords de mise en œuvre : l'un sur l'hydrogène énergie – *Hydrogen Implementing Agreement, HIA* - l'autre sur les piles à combustible – *Advanced Fuel Cell, AFC* -;
- L'International Partnership on Hydrogen and Fuel Cells in the Economy (http://www.iphe.net) , IPHE;
- Le Partnership for Advancing and Transition to Hydrogen (http://www.hpath.org), PATH (est clos);

4. Etudes et projets nationaux

4.1 L'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie, ADEME, très active dans le domaine de l'hydrogène énergie fut ces dernières années à l'origine de plusieurs initiatives :

Feuille de route stratégique: «L'hydrogène énergie et les piles à combustible». Publié en 2011, ce document avait pour objectif d'éclairer pour l'avenir les enjeux (industriels, technologiques, environnementaux et sociétaux), d'élaborer des visions cohérentes et partagées des techniques et du système sociotechnique. Cette feuille de route met aussi en avant les verrous (technologiques, organisationnels et socio-économiques), et rend prioritaires les besoins de recherche industrielle et de son développement. Pour l'horizon 2050, quatre visions sont proposées: (1) hydrogène bas carbone pour l'industrie, (2), hydrogène renouvelable pour l'industrie, (3), hydrogène bas carbone en réseau national et (4), une économie locale de l'hydrogène renouvelable maille le territoire.

<http://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/hydrogene-energie-piles-combustibles-feuille-route-strategique-2011-6923.pdf>

Séminaire ADEME « Hydrogène et piles » de mai 2016

Dans le cadre de la mise en œuvre de la loi sur la transition énergétique et la croissance verte, les acteurs publics et privés de la recherche sont invités à jouer un rôle prépondérant sur des thématiques telles que l'efficacité énergétique dans l'industrie, le bâtiment, l'urbanisme, la production décentralisée de l'énergie et la mutualisation énergétique. L'ADEME contribue au soutien à l'innovation et à la recherche au travers de nombreux appels à projets. <http://www.ademe.fr/hydrogene-piles>

4.2 - Le projet HyFrance 3 « Développement des marchés de l'hydrogène » a poursuivi les précédents HyFrance. Réunissant dix partenaires du secteur public, semi-public, privé et des associations qui sont coordonnés par le CEA, ce troisième projet a étudié les évolutions de certains maillons de la chaîne hydrogène à moyens terme. Furent concernés la demande industrielle, la production, le stockage massif et la distribution en région dans des stations-service pour l'automobile. Aujourd'hui ce projet est prolongé par le projet européen HyUNDER auquel participe toujours le CEA, il concerne le stockage souterrain de l'hydrogène: stockage à large échelle permettant de réguler la production fluctuante d'électricité renouvelable.

www.hyunder.eu

4.3 – Le projet PUSHY (Potential Use of Solid HYdrogen) porté par la société McPhy Energy en partenariat avec le CEA/Liten, Linde WH2 ENERGHY et Green Access a pour ambition de démontrer l'intérêt d'une filière de production massive d'hydrogène par électrolyse stocké par hydrure métallique.

www.mcphy.com/fr/projets/projets-de-demonstration/pushy

4.4 – L'initiative Blue Hydrogen d'Air Liquide est un engagement à produire au moins 50 % de

l'hydrogène nécessaire à la recharge des véhicules et des chariots de manutention sans rejet de CO2 d'ici à 2020 en combinant:

- le reformage de biogaz,
- l'utilisation des énergies renouvelables via l'électrolyse de l'eau,
- l'usage des technologies de captage et de valorisation du CO2 émis lors de la production d'hydrogène à partir de gaz naturel.

www.airliquideadvancedtechnologies.com/fr/blue-hydrogen-lengagement-dair-liquide.html

4.5 - L'incubateur programme office, Incubator Program Office (IPO), du Groupe Michelin lancé en 2014, vise à activer des projets en lien avec la mobilité, qui gravitent autour du cœur de métier du fabricant de pneumatiques. Il est en outre impliqué dans la mobilité hydrogène en partenariat avec Symbio. www.michelin.com

5. L'hydrogène dans les régions

Actuellement au moins un projet hydrogène est inscrit dans chacune des régions de l'hexagone.

• Les plus nombreux de ces projets régionaux concernent la mobilité en résonance avec le consortium Mobilité Hydrogène France :

- En Auvergne Rhône Alpes, le projet HYWAY I coordonné par le pôle de compétitivité Tenerrdis et soutenu par l'ADEME, déploie une flotte d'une cinquantaine de véhicules électriques à prolongateur d'autonomie³ entre deux stations de recharge en hydrogène situées à Lyon et à Grenoble sur sites privés avec accès public. Les véhicules sont achetés par des utilisateurs précurseurs à la fois publics et privés. Un nouveau projet « Zero Emission Valley » a pour ambition : 1 000 véhicules hydrogène au prix des véhicules thermiques, un réseau de bornes de recharge couvrant toute la région, un prix de l'hydrogène compétitif ;
- En Bourgogne Franche Comté, le projet MOBYPOST consiste en une flotte de véhicules pour la livraison du courrier, des véhicules alimentés en hydrogène décarboné issu d'énergies renouvelables; A Auxerre, **Eolbus**, consiste à créer une station de production, de stockage et de distribution d'hydrogène alimentée par des énergies renouvelables (l'éolien, ndlr) pour faire circuler les bus du réseau urbain ;
- En Franche Comté, la communauté d'agglomération **Le Grand Dôle** développe un programme « démonstrateur de la filière hydrogène » qui comprenant plusieurs actions : test de véhicules H2PAC in situ en flotte captive ; projet de tondeuse autoportée fonctionnant à l'hydrogène (projet BAYA) ; HYDOLE, bus urbain fonctionnant au mélange gaz naturel hydrogène; station-service Hydrogène située à l'entrée de l'aéroport de Dole Tavaux alimentant une flotte captive de véhicule hydrogène; CEECHY, Centre de certification et d'essai sur les systèmes de stockage d'hydrogène embarqué ; **VHycTor**, une station de distribution d'hydrogène produit chez Inovyn. Il s'agit de construire cette station de distribution alimentée par une source de gaz industriel transporté à haute pression, une opération faisant partie du projet régional ENERgHy ; création d'une filière de formation aux technologies et nouveaux métiers liés à l'hydrogène ; création d'un outil « tourisme et découverte de l'H2 ». www.grand-dole.fr/plaquette-hydrogene-080411.pdf
- En Bretagne où a été en grande partie construit Energy Observer, ce navire qui a entrepris un tour du monde en totale autonomie énergétique grâce à une propulsion alliant énergie solaire et énergie éolienne avec une chaîne de production d'hydrogène;
- En Centre-Val de Loire, L'Indre à vélo hydrogène est un parcours à bicyclettes à hydrogène que se propose de mettre en place la Communauté de communes Touraine Val de l'Indre qui également implante « Isoparc », une plateforme de distribution pour flotte captive de véhicules à Sorigny dans le sud de Tours;
- Dans le Grand Est, FAHYENCE est la première station de recharge avec de l'hydrogène produit in situ par électrolyse de l'eau avec de l'électricité renouvelable;
- A Paris HYPE assure depuis fin 2015 la circulation d'une flotte de taxis à hydrogène, actuellement une centaine, et plusieurs centaines en 2020;

³ Renault Kangoo électriques équipés d'un prolongateur d'autonomie à pile à combustible par la PME grenobloise Symbio (autonomie atteignant 300 km).

- En Normandie le programme EAS–HyMob, cofinancé par l'Union Européenne projette l'installation de 15 stations de recharge hydrogène sur le réseau routier local sur lequel devraient à terme circuler plus de 200 véhicules;
 - En Nouvelle Aquitaine est prévu le développement d'une flotte de bicyclettes à pile à combustible en premier lieu pour La Poste avant de l'étendre pour les usages touristiques autour de Biarritz et de Bayonne;
 - En Occitanie Pyrénées Méditerranée le projet HyPort, labellisé Territoire Hydrogène, prévoit des engins de service pour les aéroports (en premier lieu ceux de Tarbes et de Toulouse) et les ports fonctionnant avec de l'hydrogène vert. Un projet réunissant secteur public et privé.
 - En Pays de Loire, à Nantes, c'est à bord d'un petit bateau à hydrogène « Navibus » que l'on traverse la Loire et que plus tard on naviguera sur l'Erdre en attendant de plus grandes navigations en mer à bord d'un plus grand navire, le « Most'H ».
- Sont parallèlement développés des projets concernant le Power-to-Gas et l'autonomie énergétique:
 - Le projet GRHYD dans les Hauts de France qui est un démonstrateur de Power-to-gas. L'hydrogène produit à partir d'énergie renouvelable est injecté dans le réseau de distribution de gaz naturel de GrDF pour former de « l'hythane »⁴ distribué au quartier de Cappelle-la Grande près de Dunkerque. Une partie de cet hythane doit également alimenter des autobus à moteur thermique;
 - En Occitanie, près d'Albi, VABHYOGAZ est une démonstration de conversion en hydrogène du biogaz obtenu à partir de la fermentation des déchets ménagers des villes environnantes;
 - En Provence-Alpes-Cote d'Azur, le projet JUPITER 1000 est un autre projet de Power-to-gas consistant à produire du méthane de synthèse pour l'injecter dans le réseau de gaz naturel. En d'autres termes, il s'agit par méthanation⁵ avec de l'hydrogène vert (obtenu à partir des énergies renouvelables) de valoriser le dioxyde de carbone fatal rejeté par l'industrie;
 - En Corse, la plateforme MYRTE (cf. Fiche 9.3.1) associe l'électricité photovoltaïque à la production et au stockage d'hydrogène. Celui-ci est ensuite reconverti en électricité grâce à une pile à combustible, électricité qui, suivant les besoins est restituée au réseau de distribution. MYRTE est une expérimentation et une démonstration de l'intérêt que présente l'hydrogène pour le stockage des énergies renouvelables;
 - A La Réunion, dans le cirque de Malfate (cf. Fiche 9.3.1) a été installée une unité de production électrique autonome à base d'électricité photovoltaïque stockée pour le court terme par batteries et le long terme par production d'hydrogène.
 - De plus, des pôles de compétitivités régionaux contribuent à inciter et fédérer les initiatives et réalisations locales dans le domaine de la filière hydrogène-énergie:
 - Dans les Hauts de France, le pôle Energie 2020, www.energie2020.fr
 - Dans le grand Est, pôle Véhicules du futur, www.vehiculesdufutur.fr
 - En Auvergne Rhône Alpes, le pôle Tenerrdis, www.tenerrdis.fr
 - En Provence Côte d'Azur, le pôle Capénergie, www.capenergies.fr
 - En Bretagne, le pôle ERH₂-Bretagne, www.erh2-bretagne.com
 - Dans plusieurs régions ont été adopté, ou vont être, des plans hydrogène : en Normandie le « Plan Normandie Hydrogène » ; en Nouvelle Aquitaine le « Cluster Energies et Stockage » ; en Occitanie « HyDéO, Hydrogène Développement Occitanie » ; en PACA le pôle Capénergie a lancé le « Club H2 PACA » ; en Auvergne Rhône Alpes, le « Plan Hydrogène Rhône Alpes » et le programme « Zero Emission Valley » ; en Bourgogne Franche Comté « Energy » ; Le Grand Est lance son plan « Dynamyse » de transition énergétique qui repose sur l'hydrogène et la méthanisation.

6. Recherche et développement

⁴ Mélange hydrogène-méthane qui renforce le pouvoir énergétique et diminue l'émission de dioxyde de carbone lors de la combustion du méthane pur.

⁵ Obtention de méthane par combinaison chimique de l'hydrogène et du dioxyde de carbone (réaction de Sabatier).

6.1 Le **CEA** intervient sur plusieurs sujets du domaine de l'hydrogène-énergie. L'institut principal concerné est le CEA/LITEN basé à Grenoble. Un autre centre du Ripault est à Mont près de Tours. Les recherches sur la production d'hydrogène se concentrent sur l'électrolyse de la vapeur d'eau à haute température (EVHT, 700 à 800°C), au rendement énergétique élevé. Un système autonome de production d'H₂ par EVHT avec un rendement de 99% PCS (Pouvoir Calorifique Supérieur) a été mis en service. Parmi les autres débouchés de cette technologie : la coélectrolyse vapeur d'eau/dioxyde de carbone pour produire des précurseurs de combustibles de synthèse (power-to-gas). Ces électrolyseurs peuvent fonctionner en mode réversible pile à combustible (SOFC) alimentée par de l'hydrogène ou par d'autres gaz (gaz naturel, biogaz). Application prioritaire pour ces piles : la cogénération.

La plate-forme développe également des procédés de stockage solide basse pression de l'hydrogène, pour des applications stationnaires ou transports lourds.

D'autres travaux sont entrepris sur la production d'hydrogène par les microalgues et les cyanobactéries dans le laboratoire LB3M sur le site de Cadarache (www.biam.cea.fr). Et d'autres concernant le cœur des piles à combustible (film de Nafion recouvert de grains de carbone) le sont avec l'INAC (Institut des nanosciences et de cryogénie).

Au centre du Ripault le CEA conçoit, dimensionne, élabore et contrôle des réservoirs composites constitué d'un cylindre thermoplastique renforcés par un enroulement en fibre de carbone, ils sont prévus pour des pressions de service jusqu'à 700 bars. Pour répondre aux exigences réglementaires de sûreté et fiabilité et au meilleur compromis coût/performance, le CEA a développé des matériaux polymères qui font barrière à l'hydrogène et des procédés innovants comme le « rotomoulage réactif » consistant à synthétiser et à mettre en forme les polymères *in situ*, en une seule étape. Ces développements permettent d'engager des transferts de technologie avec ses partenaires industriels afin de s'inscrire dans les marchés émergents soutenus par les secteurs de l'automobile, de l'aéronautique et de la distribution d'hydrogène à grande échelle.

6.2 Dans un certain nombre de laboratoires du **CNRS**, le thème hydrogène énergie est abordé et les recherches correspondantes se retrouvent dans plusieurs Groupes de Recherche (GDR) fédérateurs: Le Groupement de Recherche (GDR) 3652 du CNRS "**Hydrogène, systèmes et Piles à combustible**" **HySPàC** a pour vocation de fédérer des chercheurs et des industriels des domaines du stockage et de la production d'hydrogène, des piles à combustible et des systèmes. Ce GDR rassemble plus d'une centaine d'équipes de recherche travaillant dans le domaine de l'hydrogène. www.gdr-hyspac.cnrs.fr/

La fédération de recherche **FCLAB** regroupe des équipes de recherche travaillant dans le domaine des systèmes pile à combustible en Franche-Comté. Elle possède également un caractère national marqué, avec la participation d'équipes parisiennes et lyonnaises et repose sur 4 laboratoires de recherche (FEMTO-ST, AMPERE, IFSTTAR-LTE et SATIE) et 5 établissements (CNRS, Université de Franche-Comté, UTBM, ENSMM, IFSTTAR). www.femto-st.fr

6.3 **L'ANR** (Agence Nationale de la Recherche) finance plusieurs projets concernant l'hydrogène énergie:

Le projet de biotechnologie **Algo H2** qui prévoit d'optimiser le processus de production d'hydrogène par photosynthèse avec la microalgue verte *Chlamydomonas reinhardtii* grâce à une enzyme Fe-hydrogénase à forte activité. Dans cette opération sont impliqués: deux laboratoires du CEA cités plus haut (IBITec-S à Saclay et LB3M à Cadarache) et trois laboratoires CNRS-Université (BIP à Marseille, LGCB à Clermont-Ferrand et GEPEA à Nantes).

Le projet Anabio-H2, sur la valorisation des produits agricoles. Achevé résultats non accessibles. www.agence-nationale-recherche.fr/?Projet=ANR-08-BIOE-0013

Le projet 3H2, interaction de H₂ sur les métaux de transition (Mt) sans rupture de liaison. Projet dont le suivi n'est pas révélé.

[www.agence-nationale-recherche.fr/projet anr/?tx_lwmsuivibilan...ANR-15-CE29](http://www.agence-nationale-recherche.fr/projet%20anr/?tx_lwmsuivibilan...ANR-15-CE29)

Le projet CYANY, exploitation de l'énergie solaire par le recours à l'hydrogène. Projet initié en 2013 dont le suivi n'est pas révélé.

www.agence-nationale-recherche.fr/?Projet=ANR-13-BIME-0001.

6.4 – **BioTfuel**, projet soutenu par l'ADEME qui l'a retenu dans le cadre des investissements d'avenir et par la Région Hauts-de-France et le fonds FEDER, développé par l'IFP Energies Nouvelles (IFPEN) en collaboration avec le CEA - et des industriels - Axens, Sofiprotéol, Total et ThyssenKrupp Industrial Solutions concerne la production par voie thermochimique de biocarburants de deuxième génération (biodiesel et biokérosène) à partir de déchets lignocellulosiques. Mais, l'axe central du procédé étant l'obtention de gaz de synthèse à partir de la biomasse lignocellulosique, il sera beaucoup plus judicieux et moins coûteux de convertir ce gaz en hydrogène plutôt qu'en biodiesel par synthèse de Fischer-Tropsch puisque les méfaits sur l'environnement et la santé de ce carburant sont –enfin – reconnus. Lancé en 2010, BioTfuel a pour objectif que 2020 soit une date cible à laquelle devra être démontrée la faisabilité de sa technologie.

C'est ainsi qu'après plusieurs années d'ingénierie, BioTfuel aborde l'étape clé de son déploiement avec le démarrage des deux unités de démonstration préindustrielles sur les sites Avril de Venette (Oise) et Total de Dunkerque (Nord-Pas-de-Calais). Le site de Venette abritera une installation de prétraitement de la biomasse par torréfaction.

7. Principaux acteurs publics et privés

Parmi les nombreux acteurs qui depuis ces dernières années s'impliquent dans l'hydrogène énergie on peut citer :

7.1 Secteur public et semi public, associations

Aux côtés des organismes de recherche déjà cités il convient d'ajouter comme acteur de l'hydrogène énergie des Universités, des Grandes Ecoles et l'IFPEN (Institut Français du Pétrole et des Energie Nouvelles) (www.ifpenenergiesnouvelles.fr).

Existent également d'autres collectivités territoriales, associations et initiatives locales actrices de l'hydrogène que celles mentionnés §5:

INEVA – CNRT association loi 1901 implantée à Belfort participe à l'orientation des formations et filières professionnelles en étant une interface pour les Transports Terrestres. Par son activité d'ingénierie et d'études techniques elle contribue à développer un pôle d'excellence autour de la pile à combustible.

www.societe.com/societe/ineva-cnrt-442379236.html

ASSOCIATION FRANÇAISE DES GAZ COMPRIMÉS, AFGC, regroupe en un syndicat professionnel les entreprises de fabricants des gaz et liquides cryogéniques : hydrogène, azote, gaz carbonique, oxygène, acétylène, hélium et argon. Ces entreprises adhèrent à une démarche de sécurité concernant la fabrication, la distribution, le stockage et l'utilisation de ces gaz comprimés et liquéfiés.

www.afgc.fr/

AprISTHY, Association de Préfiguration de L'institut de Stockage Hydrogène, crée en 2015 à Dole, exerce des activités économiques sur le territoire du Grand Dole pour promouvoir l'émergence et assurer la conduite de projets hydrogène, promouvoir et contribuer au développement de la filière hydrogène et faire émerger l'institut de stockage hydrogène.

<https://twitter.com/aprithy>

La mission hydrogène Pays de Loire MH2 qui regroupe des entreprises, des établissements d'enseignement et des centres de recherche est une association soutenue par l'ADEME, la

DIRRECTE et la Région Pays de Loire. Son intérêt se porte tout particulièrement sur les applications de l'hydrogène et de la pile à combustible dans le domaine maritime. www.mh2.fr

Normandie Energies, association représentative de la filière du mix énergétique de Normandie, Normandie Energies rassemble 230 adhérents dont une quinzaine autour de l'hydrogène. L'action régionale de Normandie Energies s'articule autour des pôles : développement des EnR ; pétrole et gaz ; nucléaire et nouveaux usages de l'énergie. Concernant l'hydrogène, l'association vient en appui à la région sur le projet « Eas-Hymob » et travaille à cartographier les besoins industriels en hydrogène à l'échelle de la vallée de Seine.
<https://www.normandie-energies.com/>

BERHY, association berrichonne, se propose d'implanter une (des) opération(s) de démonstration de mobilité et de Power-to-gas avec de l'hydrogène issu de l'électricité renouvelable produite sur son terroir : solaire (4,5 MW et prochainement 16 MW) et éolienne (300 MW).

Le département de **La Manche** vise à développer à grande échelle la filière hydrogène avec le déploiement de solutions de stockage et la gestion au niveau territorial des flux énergétiques avec les réseaux intelligents (smart grids). Dans le cadre de sa « feuille de route énergie », la Manche a pour ambition d'être un démonstrateur territorial de l'économie de l'hydrogène de niveau mondial, en prenant en compte l'ensemble des utilisations de ce vecteur énergétique. Au niveau de la mobilité sont déployés : 40 véhicules à hydrogène dans le cadre de la flotte de véhicules des collectivités et des donneurs d'ordres locaux ; 5 bus à hydrogène ; 3 stations-services à hydrogène ; 1 bateau de pêche à hydrogène. www.manche.fr/entreprendreDansManche/hydrogene.aspx

AVERE France est une association nationale créée en 1978 sous l'impulsion de la Commission Européenne. Sa vocation est de favoriser et promouvoir l'acquisition et l'utilisation des véhicules électriques et hybrides, notamment en stimulant et accompagnant le déploiement de la mobilité électrique auprès des collectivités locales et des entreprises. Elle rassemble les acteurs de l'écosystème de la mobilité électrique, dans les domaines industriel, commercial, institutionnel ou associatif.
www.avere-france.org/

...

7.2 Secteur industriel

- *Groupes industriels, Institutions financières et ETI :*

Air Liquide

Ce groupe international est présent dans de nombreux projets français, européens et nord-américains, sur tous les aspects de l'utilisation de l'hydrogène dans les piles à combustible. Ce groupe a d'ailleurs créé deux filiales Axane et Air Liquide Hydrogène Energie, qui se proposent d'assurer le développement, la fabrication et la commercialisation de piles à combustible pour usage portatif, pour des applications stationnaires et pour des équipements adaptés aux véhicules de manutention de transports collectifs ou aux véhicules utilitaires.

<http://www.airliquide.com> et <http://www.axane.fr>

AREVA Stockage d'Energie (filiale AREVA), produit des piles de puissance pour le stationnaire, et des unités complètes de stockage et restitution d'électricité dénommées Green Energy Box dont celle équipant le projet Myrte cité § 1.5.

www.areva.com/FR/activites-407/areva-stockage-d-energie.html

AXA, groupe international français spécialisé dans l'assurance depuis sa création, et dans la gestion d'actifs depuis 1994.

<https://www.axa.fr/>

[Caisse des Dépôts et Consignations, groupe public au service de l'intérêt général et du développement économique.](#)

<https://www.caissedesdepots.fr/>

EIFER, European Institute for Energy Research est un groupe d'intérêt économique entre Electricité de France, EDF, et le Karlsruhe Institute of Technology. Il s'agit d'un laboratoire commun de R&D qui regroupe une centaine de chercheurs, dont une dizaine de collaborateurs d'EDF. Y sont particulièrement pris en compte l'ingénierie des villes durables, les concepts énergétiques locaux et prospectives énergétiques européennes

<https://www.eifer.kit.edu/>

ENGIE important acteur du domaine de l'énergie se penche sur l'évaluation des technologies de pile à combustible au gaz naturel, en particulier pour des applications résidentielles et plus spécialement sur l'usage du mélange hydrogène gaz naturel pour le transport ou le réseau de distribution et aux biogaz issus de la biomasse et des déchets. Ce groupe industriel s'est préoccupé de la mise en oeuvre de l'hydrogène dans deux chaînes énergétiques à base d'énergie éolienne. La première est la chaîne éolienne-électrolyseur-hythane de l'opération ALTHYTUDE achevée en 2011 et de la nouvelle opération GRHYD évoquée ci-dessus. La seconde est la chaîne éolienne-électrolyseur-gazoduc -pile à combustible- réseau électrique qui fut l'objet de l'analyse technico-économique CYRANO terminée en 2011.

www.engie.com

GRTgaz, spécialisé dans le transport haute pression du gaz naturel est porteur du projet Jupiter 1000 évoqué ci-dessus § 1.5.

www.grtgaz.com

HYUNDAI, constructeur automobile indépendant de **Corée du Sud** qui le premier a commercialisé des berlines à pile à combustible. Il est implanté en France à La Garenne Colombes en Hauts de Seine.

<https://www.hyundai.fr/>

MICHELIN, fabricant de pneumatiques français aux nombreuses activités touchant à la mobilité.

<https://www.michelin.fr/>

TOTAL, entreprise pétrolière et gazière française privée,

<https://www.total.com/fr>

TIGF, initialement filiale du groupe Total cette société est autre acteur du transport de gaz naturel s'implique également dans la filière Power-to-gas pour stocker les énergies renouvelable et avec l'hydrogène produire du gaz naturel vert par méthanation.

www.tigf.fr

TOYOTA, constructeur automobile originaire du Japon parmi les premiers à s'être investi dans les voitures à pile à combustible qui est implanté en France, son siège est à Vaucresson en Hauts de Seine, depuis une cinquantaine d'années.

<https://www.toyota.fr/>

La **Compagnie Nationale du Rhône**, CNR, filiale du groupe ENGIE, est un producteur d'électricité entièrement renouvelable (pour l'essentiel hydroélectrique) participe au développement de la filière « Hydrogène vert en région Rhône-Alpes » en particulier au projet Hyway de développement de

la mobilité hydrogène autour d'une station de distribution installée au Port de Lyon. La CNR prévoit également de s'associer à des projets de Power-to-gas.

www.cnr.tm.fr

● *PME – PMI :*

AD-VENTA est une société spécialisée dans les solutions de stockage d'hydrogène embarqué, adaptées aux appareils nomades et au transport.

<http://www.ad-venta.com>

ALBHYON (HERA France) est une entreprise qui coordonne le projet VABHYOGAZ à Labessière-Candeil, près d'Albi, pour la valorisation de l'hydrogène produit par reformage de biogaz.

www.societe.com/societe/albhyon-s-a-s-534132899.html

ALCA Torda Applications propose des solutions innovantes pour tout projet de transition énergétique vers l'hydrogène énergie (production, stockage, mobilité, autonomie, enseignement),

www.alca-torda.com

Axane (filiale Air Liquide), produit des piles dans le domaine du groupe électrogène et des véhicules spécialisés.

<http://www.axane.fr>

AREVA H2gen est une entreprise qui fabrique des électrolyseurs à membrane polymère à échange de protons, technologie, dite « PEM » (Proton Exchange Membrane). Destinée initialement aux applications industrielles, l'électrolyse PEM vise désormais le marché du stockage des énergies renouvelables afin d'alimenter en hydrogène les stations-service pour les véhicules à pile à combustible ou les réseaux de gaz naturel (« Power-to-Gas »).

www.arevah2gen.com

ATAWEY spécialisée dans l'approvisionnement énergétique pour les sites isolés, est une entreprise qui évolue vers la mobilité hydrogène avec la mise sur le marché d'une gamme de station de recharge d'hydrogène vert pour une mobilité décarbonée dont certaines pour les bicyclettes.

www.ataway.com

ATMOSTAT, entreprise du groupe ALCEN, localisée en région parisienne, conçoit, développe et fabrique des équipements mécaniques complexe et en particulier des méthaneurs..

<https://www.atmostat-alcen.com/fr>

EnerCat issue du rapprochement d'IRMA et CTI est une société dont une part des activités concerne la production d'hydrogène à partir de source hydrocarbonées par voie catalytique en concevant et construisant des reformeurs destinés à être couplés à des piles à combustible.

www.enercat.fr

Haffner Energy, est une entreprise spécialisée dans le secteur de la production d'énergie à partir de matière organique solide et renouvelable, et notamment la biomasse avec en particulier la réhabilitation de la thermolyse pour produire de l'hydrogène à partir de déchets ligno-cellulosiques. Cette entreprise est localisée à Vitry-le-François. dans le département de la Marne.

<https://www.haffner-energy.com/>

Haskel France fabricant de compresseurs équipe en particulier des stations de recharge en hydrogène.

<https://www.haskel.fr>

HINICIO est une société de conseil en stratégie spécialisée dans les énergies renouvelables, le stockage d'énergie, l'efficacité énergétique et les technologies de mobilités durables. Hinicio a en particulier développé un pôle de compétences dans le domaine de l'hydrogène et des piles à combustible.

www.hinicio.com

HyCan - Hydrogen Canisher est une société qui commercialise par Internet des cartouches d'hydrogène en aluminium.

www.hycan.com .

HyPulsion était initialement une coentreprise Plug Power Axane liée au groupe Air Liquide qui s'étant retiré rend aujourd'hui l'entreprise indépendante seule filiale de Plug Power. Elle continue de développer et de commercialiser des piles à combustibles pour chariots élévateurs.

www.horizonhydrogeneenergie.com/hypulsion.html

Hydrogène de France, HDF, est un opérateur de l'hydrogène énergie qui accompagne les collectivités et les entreprises pour mettre en place la filière de l'hydrogène énergie en particulier le stockage massif de l'électricité, MSE (Mass Storage Energy).

www.hdf-energy.com

MaHyTec implantée à Dôle dans le Jura est une entreprise spécialisée dans la fourniture de réservoirs à hydrogène comprimé en matériaux composites.

www.mahytec.com.

McPhy Energy a étendu sa production initiale d'unités de stockage d'hydrogène sous forme d'hydrure de magnésium à la production d'électrolyseurs et de stations de distribution.

www.mcphy.com

NEXEYA groupe intervenant dans le domaine de l'Aéronautique, du Spatial et des Transports s'est allié au CEA pour concevoir et réaliser un système de stockage et de restitution d'énergie autour de l'hydrogène pour l'agglomération du Grand Angoulême, système qui permettra d'alimenter un bâtiment tertiaire.

www.nexeya.fr

Paxitech, entreprise spécialisée dans le cœur de pile PEMFC (membranes et électrodes).

<http://www.paxitech.com>

Powidian propose de produire de l'électricité renouvelable et d'en assurer le stockage par l'hydrogène. Pour cela est mis en œuvre un électrolyseur et différentes techniques de prise en réserve en bouteilles, réservoirs ou sous forme d'hydrures métalliques avant de régénérer l'électricité par une pile à combustible.

www.powidian.com

Pragma Industries, spécialisé dans les petites piles et le matériel pédagogique correspondant a étendu sa production à la bicyclette à pile à combustible

<http://www.pragma-industries.com>

SERTRONIC est une entreprise d'ingénierie de gaz qui traite l'hydrogène de la production par électrolyse, de son épuration par cryogénie à son conditionnement. Elle est le représentant français de la société norvégienne NEL (anciennement Norsk Hydro).

www.sertronic.com

SEIYA, société de conseil en stratégie auprès des entreprises publiques, privées et/ou de collectivités notamment dans les domaines de l'énergie, particulièrement de l'hydrogène énergie, des télécommunications et de l'innovation.

<https://www.seiya-consulting.com/>

RAIGI spécialisée dans le moulage de pièces en polyuréthane réalise des réservoirs à hydrogène pour automobiles.

www.raigi.com

Symbio, spécialisé dans les piles PEMFC de puissance pour les véhicules et les prolongateurs d'autonomie. La société a été renforcée par la participation à son capital de Michelin et du groupe ENGIE.

<http://www.symbioFcell.com>

TOP Industrie, implantée en région parisienne cette société est spécialisée en équipements hautes pressions : raccords, tubes et générateurs.

<https://www.top-industrie.com/>

Ullit est une entreprise du Centre de la France qui fabrique des réservoirs composites pour gaz comprimés à hautes pressions et, en particulier, des réservoirs à 700 bars pour l'hydrogène. www.ullit.com

WH2 est une société d'ingénierie spécialisée dans la transition énergétique par l'hydrogène vert (commercialisation d'hydrogène, installation et gestion de stations de distribution pour la mobilité etc.).

www.h2.fr

8. Rapport AFHYPAC « L'hydrogène en France 2018, un jalon majeur »

Se reporter à : « L'hydrogène en France, 2018, un jalon majeur »