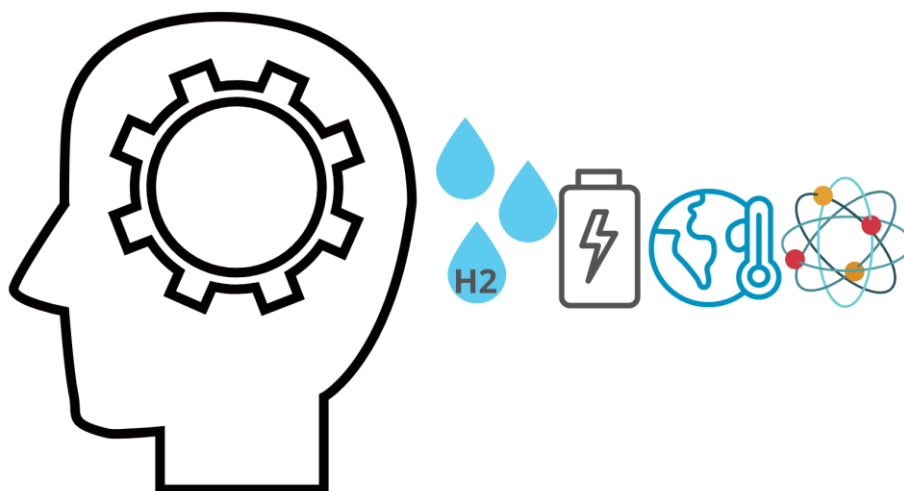


L'hydrogène : vecteur de transition énergétique

Octobre 2020

DOSSIER DOCUMENTAIRE



MOTS CLES / KEYWORDS

hydrogène, énergies fossiles, énergies renouvelables, stockage, pile à combustibles, coûts de production, filière décarbonnée, politiques publiques, Europe, enjeux économiques, enjeux environnementaux, enjeux scientifiques, appels à projets, territoires d'expérimentations, transports, bus, train, avion, rénovation thermique, habitat, création d'emploi, laboratoires de recherche, plateforme de recherche et développement, industrie, transition énergétique, transition écologique, changement climatique, émission de gaz à effet de serre, accord de Paris, Plan Climat, diversification économique, mutation économique, neutralité carbone, croissance, risque climatique

crédits photos :

Est républicain
Agglomération Pays de Montbéliard
batiweb.com
lesechos.fr
hydrogentoday.info
femto-st.fr
bourgognefranchecomte.fr
Le Trois - Pierre-Yves Ratti
fiev.fr
smartgrids-cre.fr



SOMMAIRE

INTRODUCTION

1	VOLET 1 : INFORMATIONS GLOBALES ET DONNEES DE CADRAGE	5
1.1	L'hydrogène c'est quoi exactement ?.....	5
1.2	Quels sont les atouts énergétiques de l'hydrogène ?.....	7
1.3	Quels sont les obstacles au développement de l'hydrogène ?	8
1.4	Objectif zéro carbone pour 2050 ?.....	8
1.5	Que prévoit le Plan Hulot ?	9
1.6	Un plan national hydrogène pour assurer le déploiement de la technologie : 24 milliards d'investissement et 12 propositions de l'AFHYPAC.....	10
2	VOLET 2 : L'UTILISATION DE L'HYDROGENE DANS LES TRANSPORTS ET LES APPLICATIONS STATIONNAIRES	12
2.1	Quelques exemples dans le domaine des transports.....	12
2.2	Quelques exemples d'applications stationnaires : immeuble, crèche, logement, maison	15
3	VOLET 3 : LA FILIERE HYDROGENE EN NORD FRANCHE-COMTE	17
3.1	Un environnement scientifique et technique performant.....	17
3.1.1	Instituts de Recherche	17
	L'Institut FEMTO-ST.....	17
	La plateforme pile à combustible de l'UTBM	17
	FEDERATION FC-LAB-CNRS.....	17
	Laboratoire ICB.....	17
3.1.2	Formations universitaires	17
3.1.3	Hydrogène : la médaille de l'innovation pour Daniel Hissel.....	18
3.1.4	Le Nord Franche-Comté reconnu « Territoires d'innovations ».....	18
3.2	Des industriels impliqués : des entreprises novatrices sur le territoire dans cinq domaines de compétences.....	19
3.3	Les dispositifs régionaux mis à disposition par la Région Bourgogne-Franche-Comté et les appels à projets.....	21
4	VOLET 4 : COMMUNICATION & SENSIBILISATION	23
4.1	Les animations, conférences-débats, visites terrains initiés par l'ADU	23
4.2	Les rencontres et matinées de la Transition énergétique initiées par l'UFRSTGI de Belfort	23
4.3	Salon international dédié à l'hydrogène.....	24
4.4	Les rencontres régionales Bourgogne-Franche-Comté.....	24

CONCLUSION ET PERSPECTIVES



INTRODUCTION

Ce dossier documentaire consacré à l'hydrogène, a été élaboré à partir d'une sélection non exhaustive d'un ensemble de sources spécialisées (études, ouvrages, presse, interviews, rapports, synthèses...) disponibles dans le fonds documentaire de l'ADU.

Nous proposons **un premier volet** autour des propriétés et des caractéristiques de l'hydrogène, ses modes et coûts de production, les obstacles au développement de sa filière, sa distribution et son stockage, la cogénération et la pile à combustible, ainsi que des enjeux économiques, scientifiques et environnementaux, technologiques. Nous mentionnerons par ailleurs quelques éléments clés en relation avec la politique énergétique durable à l'échelle de l'Union Européenne et du territoire français.

Nous aborderons à travers **un second volet**, l'utilisation de l'hydrogène dans l'industrie, principalement dans les transports et technologies embarquées, puis dans les applications stationnaires. Les exemples cités démontrent en quoi la production d'hydrogène vert contribuera à décarboner les transports, avec la possibilité de stocker de l'énergie renouvelable, ce qui représente un enjeu majeur pour la transition climatique.

Nous détaillerons dans **un troisième volet** les différentes applications développées sur le territoire Nord-Franc-Comtois dans l'industrie automobile, les transports, puis nous identifierons les différents laboratoires de recherche, ainsi que les entreprises locales qui investissent dans l'hydrogène en mentionnant également les dispositifs régionaux mis à disposition en Bourgogne-Franche-Comté, les politiques publiques et les appels à projets nationaux et régionaux.

Enfin, nous mettrons en avant à travers **un quatrième volet** les études et publications éditées par l'ADU depuis 2018, l'occasion de rappeler pourquoi et comment l'Agence s'est emparée de la thématique de la Transition énergétique à travers son programme de travail triennal, les liens existants entre l'aménagement du territoire et l'énergie. L'Agence organise et propose régulièrement des animations, des conférences-débats qui vise à sensibiliser les élus locaux. Nous mentionnerons également les rencontres organisées par l'UFRSTGI de Belfort qui a mis en place des Matinées en lien avec la thématique de la Transition énergétique depuis 2019 ainsi que les rendez-vous à l'échelle régionale.



1 VOLET 1 : INFORMATIONS GLOBALES ET DONNEES DE CADRAGE

1.1 L'hydrogène c'est quoi exactement ?

La molécule de dihydrogène est constituée de deux atomes d'hydrogène (H₂).

Sa combustion avec le dioxygène (O₂) ne produit que de l'eau.

Le dihydrogène se présente comme un gaz invisible et indolore. Rarement présent à l'état pur sur terre, il est cependant constitué des éléments les plus abondants de l'univers.

L'hydrogène (H₂) n'est pas une source d'énergie mais un vecteur énergétique, il doit être produit puis stocké avant d'être utilisé.

Les ressources principales permettant de produire **le dihydrogène H₂ sont l'eau et les hydrocarbures** (le charbon, le pétrole ou le gaz).

Chaque molécule d'eau est le fruit de la combinaison entre un atome d'oxygène et deux atomes d'hydrogène suivant la formule H₂O.

On trouve aussi de l'hydrogène dans les hydrocarbures qui sont issus de la combinaison d'atomes de carbone et d'hydrogène. C'est par exemple le cas du méthane ou gaz naturel, dont la formule est CH₄, l'une des combinaisons les plus simples pour les hydrocarbures.



A retenir :

Un processus qui ne date pas d'aujourd'hui, non corrosif, présente l'avantage d'être particulièrement énergétique.

La combustion d'1 kg de ce gaz libère environ 3 fois plus d'énergie qu'1 kg d'essence (soit 120 MJ/kg contre 45 MJ/kg pour l'essence).

Pour produire autant d'énergie qu'avec 1 litre d'essence, il faut 4,6 litres de dihydrogène comprimé à 700 bars.

La France produit annuellement 900 000 tonnes d'hydrogène par an (sur 61 Mtonnes dans le monde)

L'hydrogène est très léger, ce qui est un handicap pour son stockage et son transport. On utilise en général des bouteilles ou des pipelines dans lesquels il voyage sous forme comprimée. La forme liquide (à une température de - 253°) est beaucoup plus coûteuse.



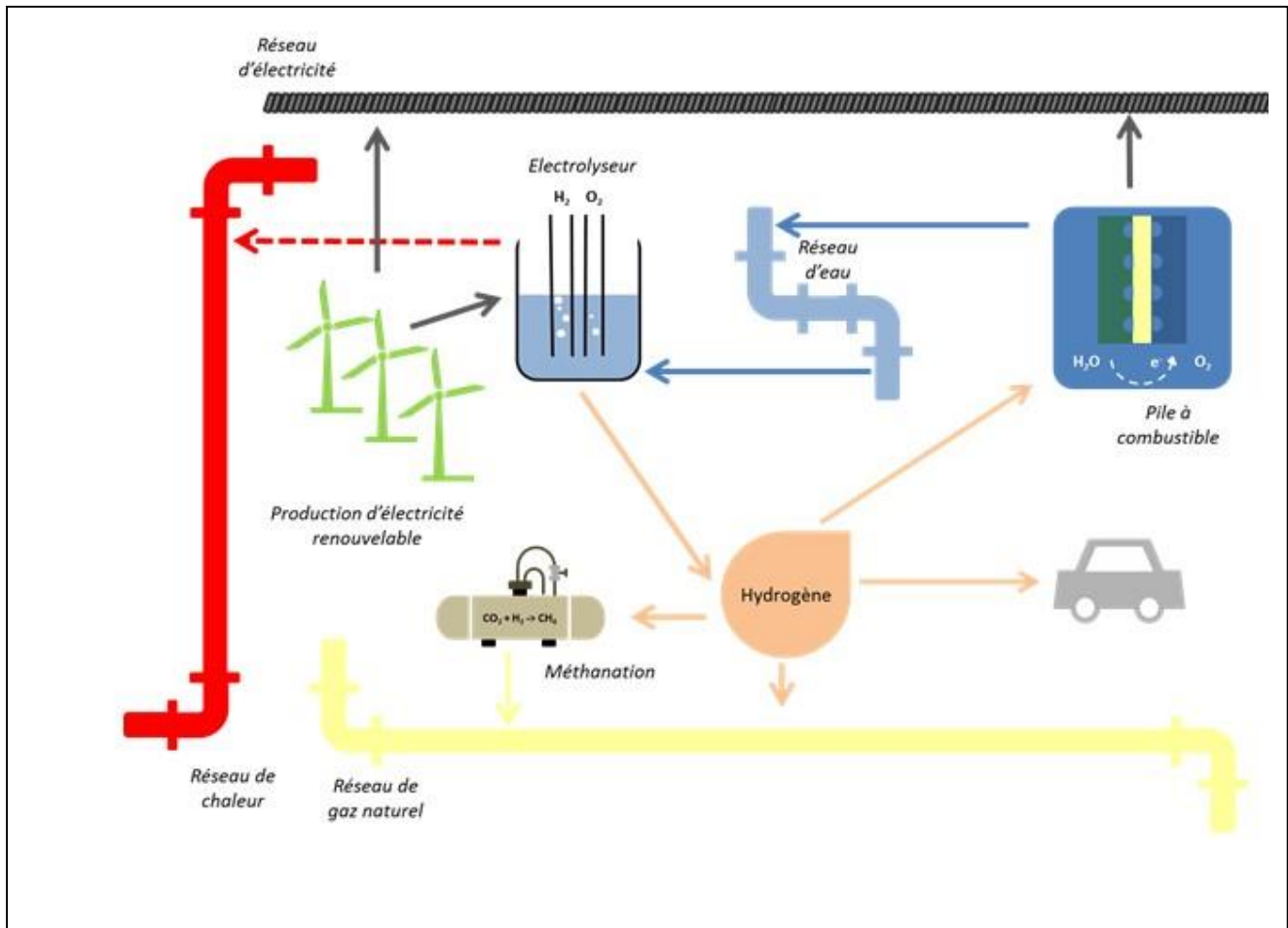
Quelques dates :

1839 : l'anglais William R. Grove découvre le principe de la pile à combustible : il s'agit d'une réaction chimique entre le dihydrogène et le dioxygène avec production simultanée d'électricité, de chaleur et d'eau

1939-1953 : L'anglais Francis T. Bacon fait progresser les générateurs chimiques d'électricité, qui permettent la réalisation du premier prototype industriel de puissance.



1960 : A partir de cette date, la Nasa utilise la pile à combustible pour alimenter en électricité ses véhicules spatiaux.



source : www.smartgrids-cre.fr



1.2 Quels sont les atouts énergétiques de l'hydrogène ?

Cette molécule qui renferme énormément d'énergie, va devenir indispensable compte-tenu de ses multiples propriétés, puisqu'elle permet de **stocker l'électricité, d'alimenter des véhicules, de recycler du CO₂, de rendre les processus industriels plus propres.**

Stockage : l'hydrogène peut être produit par électrolyse à partir d'eau et d'électricité, et ensuite être stocké, ce qui permet de stocker l'électricité sous forme de gaz

Electricité : en l'utilisant dans une pile à combustible, l'hydrogène se transforme en électricité et en eau, ce qui permet de l'utiliser comme un carburant propre pour les véhicules notamment sans émettre de polluants ni de CO₂

Gaz vert : Il peut être injecté dans le réseau de gaz, mélangé au méthane

Captage du CO₂ : Il peut se coupler au CO₂, pour fabriquer du méthane de synthèse, qui peut être utilisé comme un gaz normal : il permet d'utiliser le gaz carbonique qui s'échappe de certaines usines et de le réutiliser dans les réseaux de gaz



A retenir :

L'hydrogène représente une solution pour arriver à **100 % d'énergies renouvelables**

Les usages de l'hydrogène ne sont vertueux que s'il est produit à partir d'une **électricité décarbonée.**

Le développement des énergies renouvelables exige de faire preuve d'innovation pour stocker l'électricité produite et pour la réutiliser au moment où on en a besoin.

La France est à la pointe sur cette filière d'excellence, qui vise à accélérer notre indépendance énergétique, à démocratiser les usages de cette énergie et à créer de nombreux emplois.



1.3 Quels sont les obstacles au développement de l'hydrogène ?

Actuellement, le processus de production de l'hydrogène pose quelques problèmes puisqu'il est à la fois polluant et coûteux.

Aujourd'hui 96 % de l'hydrogène est produit à partir d'énergie fossile, car cette méthode reste la plus rentable (charbon, pétrole, gaz naturel).

Les technologies sont pourtant prêtes à l'emploi, toutefois il faut passer à des échelles de productions importantes pour agir sur la réductions des coûts.

Le déploiement d'une filière décarbonnée nécessite des investissements lourds tant pour la production, la distribution et le stockage. D'où la nécessité d'un engagement d'acteurs industriels ainsi qu'une maîtrise du risque économique par le soutien des pouvoirs publics.



A retenir :

Le plan Hydrogen Council (Au cours du Forum économique mondial de Davos, 13 grands patrons de l'énergie et du transport ont annoncé la formation d'un conseil de l'hydrogène, dont la vocation est promouvoir auprès des gouvernements cette forme d'énergie afin de lutter contre le réchauffement climatique) chiffre les besoins d'investissements entre 20 et 25 milliards de dollars par an, soit environ 280 milliards de dollars d'ici 2030.

Le spécialiste Daniel Hissel insiste sur la nécessité de développer l'utilisation et de moderniser la production de ce gaz à partir d'énergies renouvelables.

L'Agence internationale de l'énergie insiste également sur la place majeure de ce gaz « propre » dans la lutte contre le réchauffement climatique et prévoit une baisse des coûts de production à hauteur de 30 % d'ici 2030.

La production d'hydrogène se révèle essentiellement industrielle.

Il demeure un frein important, celui des contraintes normatives encore très lourdes, dans la mesure où cette technologie sera déployée en destination du grand public (véhicule individuel, chaudière...)

1.4 Objectif zéro carbone pour 2050 ?

La Commission européenne a publié un document de stratégie à long terme dans lequel elle dévoile pourquoi l'Union européenne devrait atteindre la neutralité carbone à l'horizon 2050, et confirme son engagement à mener l'action mondiale contre le réchauffement climatique.



A retenir :

La mise en œuvre des politiques énergétiques et climatiques de l'UE prévoit des objectifs de réduction des émissions de 45 % d'ici 2030 et de 60 % d'ici 2050. Ces ambitions restent cependant insuffisantes pour atteindre les objectifs de température de long terme prévus dans l'Accord de Paris.

La réduction d'émission de gaz à effet de serre à hauteur de 2 % par an contribuerait à réduire les importations d'énergies de 70 % principalement des énergies fossiles, ce qui représenterait environ 2000 à 3000 milliards d'euros sur la période 2031-2050.



1.5 Que prévoit le Plan Hulut ?

En 2018, le Ministère de la transition écologique et solidaire a lancé un Plan hydrogène qui vise à faire de la France un leader mondial notamment de ces technologies de mobilité et de stockage intermittente, et d'aller vers un pays moins carboné.

Un plan ambitieux : 100 millions d'euros par an, pendant cinq ans, l'ADEME est le pilote du déploiement des crédits et l'accompagnateur des projets et des acteurs de la filière en France.

Il sera revu à la baisse en 2019, les crédits alloués se feront en fonction des projets les plus avancés, allant même jusqu'à abandonner certains pans initialement planifiés.



A retenir :

A l'horizon 2023, l'ancien ministre avait proposé de fixer à 10 % la part d'hydrogène produite à partir d'énergies renouvelables et de mobiliser 100 M d'euros à partir de 2019 (sous l'égide de l'ADEME pour accompagner les premiers déploiements technologiques pour produire ou favoriser la mobilités hydrogène sur le territoire français.

Principaux objectifs :

- **Créer une filière industrielle décarbonée et fixer des objectifs spécifiques à l'hydrogène dans les usages industriels : 10 % d'hydrogène décarboné d'ici 2023, entre 20 et 40 % d'ici 2028**
- **Développer des capacités de stockage des énergies renouvelables**
- **Développer des solutions zéro émission pour les transports routiers, ferrés, fluviaux...**

Quelques indicateurs :

5 000 véhicules utilitaires légers et 200 véhicules lourds (bus, camion, TER, bateaux) ainsi que la construction de 100 stations, alimentées en hydrogène d'ici 2028.

De 20 000 à 50 000 véhicules utilitaires légers à l'horizon 2028.

800 à 2000 véhicules lourds et de **400 à 1000 stations** d'ici 2028.



1.6 Un plan national hydrogène pour assurer le déploiement de la technologie : 24 milliards d'investissement et 12 propositions de l'AFHYPAC

L'association française pour l'hydrogène et les piles à combustible a élaboré douze propositions et milite pour un plan national hydrogène ambitieux et cohérent qui vise au déploiement de la technologie. Principal objectif : faire de la France un leader de l'hydrogène renouvelable bas carbone.

En répondant à ce plan, la filière estime que l'on peut éviter d'émettre 21 millions de tonnes de CO₂ sur la décennie et créer entre **120 et 250 000 emplois directs et indirects**

L'AFHYPAC réunit 190 membres des acteurs de la filière hydrogène :

- 33 grands groupes industriels,
- 81 PME, des start-up,
- 10 laboratoires de recherche,
- Des associations, des pôles de compétitivité, et 12 collectivités locales.



A retenir :

D'après Philippe Boucly président de l'association, le plan Hulot a donné une formidable ambition mais manquait de visibilité et de soutiens financiers et l'enveloppe des 100 millions d'euros était insuffisante.

Pour atteindre une production de **700 000 tonnes d'hydrogène renouvelable en 2030** (article 1 de la loi énergie-climat de nov 2019) cela exige un investissement de **24 milliards d'euros** de l'ensemble des acteurs.

Pour y répondre, il est nécessaire d'installer 7 Gigawattheure d'électrolyseurs, qui transforment l'électricité renouvelable en hydrogène, ainsi que des unités de capture de CO₂.

L'AFHYPAC pense que le parc de mobilité fonctionnant à l'hydrogène avoisine **300 000 véhicules utilitaires légers, 5000 poids lourds, 1000 bateaux et 250 trains en Europe d'ici 2030.**

En septembre 2020, le Gouvernement prévoit **un plan de relance** à hauteur de **7 milliards d'euros** pour construire **une filière de l'hydrogène en France d'ici à 2030, dont 2,4 entre 2020 et 2023 pour construire une filière française de l'hydrogène décarboné de portée internationale.**

Le plan prévoit de développer les capacités de production de la France pour favoriser le développement **d'une mobilité lourde à hydrogène** (camions, bennes à ordures, bus...) et soutenir la **recherche et l'innovation.**

Principaux objectifs du plan :

Faire passer la France d'une production à **94% d'origine fossile** à une **production décarbonée.** Actuellement, l'hydrogène est couramment utilisé dans l'industrie pétrolière (raffinage) et chimique (production d'engrais) pour une consommation française totale de 900 000 de tonnes de CO₂ par an. Concrètement, il s'agit de :



- ✓ **créer une capacité de production d'hydrogène décarboné de 6,5 gigawatts par an afin de produire annuellement 600 000 tonnes d'hydrogène à partir d'électricité décarbonée d'origine renouvelable ou nucléaire ;**
- ✓ **créer entre 50 000 et 150 000 emplois ;**
- ✓ **économiser 6 M de tonnes d'émissions de CO₂ par an.**

Corpus de documents associés à la recherche documentaire :

Banque des territoires(2020). Plan de relance , un pari à 7 milliards d'euros pour construire une filière de l'hydrogène en France

Ministère de la Transition écologique(2018).Nicolas Hulot annonce son plan de déploiement de l'hydrogène pour la transition énergétique

Ministère de la Transition écologique(2018).Dossier Plan de déploiement de l'hydrogène pour la transition énergétique.- 26 pages

Ministère de la Transition écologique(2018).Rapport hydrogène DGEC-CEA .- 64 pages

Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives(2013).Dossier hydrogène.- 27 pages

GreenUnivers(2020).Dossier l'hydrogène au défi du changement d'échelle

FuturaSciences(2015).Dossier pile à combustible, la féé hydrogène : l'énergie de demain ?.- 4 pages

LeTrois(2020). Hydrogène pour un plan ambitieux

AFHYPAC(2019). Témoignage de Philippe Boucly, président

Feda.fr(2020).Synthèse stratégie hydrogène 2020



2 VOLET 2 : L'UTILISATION DE L'HYDROGENE DANS LES TRANSPORTS ET LES APPLICATIONS STATIONNAIRES

2.1 Quelques exemples dans le domaine des transports

L'hydrogène est utilisé depuis de nombreuses années dans l'industrie où un ensemble de normes de sécurité a été mis en œuvre.

Dans le domaine **des transports**, les recherches portent sur les matériaux constituant **les réservoirs** afin d'éviter les risques de fuite. L'accent est également mis sur les **systèmes de refroidissement** et de **ventilation** afin d'éviter les points chauds dans le moteur et de diminuer les risques d'incendie.

Au-delà des **applications spatiales**, pour lesquelles l'hydrogène est devenu d'emploi courant ou des applications militaires de niches, les **constructeurs** et les **pouvoirs publics** travaillent à un développement des **véhicules alimentés à l'hydrogène à plus grande échelle**.

Le Japon et la Corée ont réalisé des investissements très importants dans les véhicules alimentés à l'hydrogène.

Pour que les véhicules à hydrogène se démocratisent, ceux-ci devront être fiables, posséder **une autonomie** comparable aux véhicules actuels et **le plein d'hydrogène** devra être aisé à effectuer.



AVION

Mauboussin, il y a de l'hydrogène dans l'air Zéphyr, un souffle d'hydrogène

Développée en partenariat avec l'Université de Technologie de Belfort-Montbéliard, la chaîne de traction est conçue comme un produit propre capable de s'adapter techniquement et réglementairement à une déclinaison d'applications de mobilité air, terre et mer. Une version hydrogène de Zéphyr, en cours de développement, doit permettre de s'affranchir totalement des énergies fossiles. Cette innovation est rendue possible par une collaboration active avec les nombreux acteurs de la filière hydrogène dans le Nord Franche-Comté.



TRAIN

Le train à l'hydrogène : une alternative écologique aux trains diesel

Construit par Alstom, c'est le premier train à l'hydrogène du monde à rouler avec des passagers. Coradia iLint, est un train équipé d'une pile à combustible alimentée en hydrogène. Non polluant, il n'émet pas de CO₂, seulement de la vapeur et de l'eau par intermittence. Il est aussi plus silencieux que les autres trains.

Testé depuis 2018 en **Allemagne sur la ligne Cuxhaven - Bremervörde**, près de Hambourg, Coradia iLint peut accueillir **300 passagers et roule en autonomie pendant 1000 km**.

À partir de 2021, après deux ans de test positif, **14 trains** à hydrogène **remplaceront complètement la flotte des trains diesel**, d'ici 2022, **41 trains** Coradia iLint fonctionneront sur deux lignes allemandes.



Alstom va fournir 27 trains à hydrogène à l'Allemagne

En 2019, Alstom a enregistré une commande de **27 trains iLint, alimentés par une pile à combustible**, pour un opérateur allemand.

Des trains à livrer en 2022. L'ensemble de ce projet s'élève à 500 millions d'euros d'investissement.

Train à hydrogène : 4 millions d'euros en plus pour la BFC

La Région Bourgogne-Franche-Comté va consacrer **50 millions d'euros** à l'achat de **trains à propulsion mixte hydrogène/électricité**.

Trois rames seront acquises auprès d'Alstom et seront utilisées sur la ligne du Morvan Auxerre-Migennes en 2023. L'avantage de ces trains est de pouvoir rouler sur des lignes partiellement électrifiées en évitant les motorisations diesel.

L'enjeu est également de mutualiser **la station de production d'hydrogène avec le projet de bus hydrogène d'Auxerre**.



VOITURE

Transports : la Chine prépare sa « société de l'hydrogène »

Les autorités chinoises prévoient une **réorientation industrielle massive vers l'hydrogène**.

Le gouvernement chinois a coupé les aides accordées jusqu'alors aux véhicules électriques pour consacrer ses ressources au développement des véhicules à pile à combustible. Actuellement, **moins de 2 500 véhicules à hydrogène sont en circulation dans le pays**.

Le cap **du million de véhicules pourrait être atteint d'ici 2030**.

Le gouvernement a déjà investi l'équivalent de plus de **10,7 milliards** d'euros dans **la technologie des piles à combustible** et devrait offrir **des incitations pour accélérer la construction de stations de distribution d'hydrogène**.

L'hydrogène, avenir de la voiture électrique ?

La pile à combustible va désormais concurrencer les batteries dans les véhicules électriques. Reste à faire baisser les coûts, produire de l'hydrogène propre et mailler le territoire de stations.

L'Agence internationale de l'énergie (AIE), longtemps réservée sur l'hydrogène, a publié en juin 2019, un rapport très favorable sur le potentiel de l'hydrogène qui jouera un rôle clef dans un environnement énergétique propre, sûr et sécurisé.

Le point crucial consiste à avoir une station sous la main.

Le Japon et l'Allemagne ont déjà installé plusieurs **dizaines de stations**, tout comme **la Californie** et **la Chine**, qui prévoient d'en avoir **un millier à l'horizon 2030**. La France est plus timide et ne voit aujourd'hui circuler que **400 véhicules**.



BUS

Belfort Optymo : Des bus à hydrogène en 2024

En 2024, **20 bus à hydrogène arriveront** sur le réseau Optymo. Ils compléteront la flotte hybride.

Un premier bus test à hydrogène est déployé en 2020 à Belfort.

Six autres véhicules devraient suivre en 2021, mais cette fois-ci sur **une nouvelle ligne qui devrait être créée entre Belfort et Montbéliard**.



A terme, la flotte de bus doit **être entièrement propre**.

« A l'horizon 2025, toutes les commandes devront être issues de l'énergie propre », assure *Bernard Guillemet* »

Coût d'un bus à hydrogène : **650 000 euros** contre **moins de 300 000** pour un bus hybride.

Ce qui change avec l'hydrogène, c'est l'utilisation de l'électricité pour le carburant, que l'on récupère à partir d'énergie durable : **énergie hydraulique ou éolienne** notamment.



CAMION

En Suisse : le camion du futur est déjà sur la route

A Saint-Gall, une station-service délivre de l'hydrogène à la pompe, comme un vulgaire gazole.

Elle permet surtout de **ravitainer les premiers camions** d'une flotte dont l'exploitation commerciale débute.

Ces **Hyundai Xcient Fuel Cell** des 36 tonnes électriques alimentés par une pile à combustible sont déjà 10 à parcourir la Suisse, ils seront 50 d'ici la fin de l'année, le projet en prévoit **1600 dans moins de cinq ans**.

ROAD, une première au monde dans l'hydrogène

En 2019, le projet du premier semi-remorque frigorifique fonctionnant à l'hydrogène a été présenté, auquel ont contribué deux structures locales : **Le FC Lab, fédération de recherche dont le siège est au Techn'Hom de Belfort et H2Sys, start-up de Belfort spécialisée dans les piles à combustible**. Pour le moment en test, ce prototype pourrait se multiplier à l'avenir à l'initiative du leader français **dans la fabrication de camion frigorifique Chéreau**.



Source : Est républicain



2.2 Quelques exemples d'applications stationnaires : immeuble, crèche, logement, maison

Un immeuble de Territoire Habitat chauffé grâce à l'hydrogène

Territoire Habitat, le bailleur social public du Territoire de Belfort, construit 30 nouveaux logements, le long de la Savoureuse et de la promenade François-Mitterrand, répartis dans deux immeubles. Les deux répondront aux normes RT 2012. Les deux immeubles auront la même exposition et la même isolation. Mais ils auront une différence de taille : l'un sera chauffé de manière **traditionnelle ; l'autre sera chauffé grâce à un système de chauffage à l'hydrogène stationnaire.**

Un projet qui fait partie des **29 actions** inscrites dans le projet **Territoire d'innovation – transformation d'un territoire industriel**, sélectionné par l'État pour recevoir un soutien financier important. L'immeuble sera équipé « **d'un système de production, stockage et utilisation d'hydrogène pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire** »

Objectif : les deux bâtiments permettront de mener des études comparatives, avec le soutien du laboratoire FEMTO-ST afin de *préfigurer les bâtiments de demain, non émetteurs de CO₂ et d'obtenir une réduction des charges locatives au bénéfice des locataires de ces logements sociaux*, précise le dossier *Territoire d'innovation – transformation d'un territoire industriel*.



Source : agglomontbelliard.fr

La pile à combustible fait ses preuves à Forbach

En 2014, Forbach a été choisie pour une expérimentation d'ampleur nationale.

Trois bâtiments, **une crèche, une maison individuelle et deux logements collectifs**, ont été équipés d'une **chaudière utilisant une pile à combustible**. Une technologie innovante qui transforme du gaz naturel en hydrogène. Le procédé produit de l'électricité et dégage une chaleur qui est récupérée, pour participer au chauffage et à la production d'eau chaude sanitaire. Le projet est porté par GrDF et la société Viessmann.

Le bilan est positif, avec des économies d'énergie de l'ordre de 40 %.

Laurent Kalinowski, le maire de la commune fut porteur d'un rapport à l'assemblée sur l'hydrogène comme vecteur de la transition énergétique, avec Jean-Marc Pastor.



Source : batiweb.com



Source : lesechos.fr

Au Japon, 200 000 maisons sont branchées sur des piles à combustible

Dans les quartiers en pleine mutation, comme près d'Ikebukuro dans le nord de Tokyo, de plus en plus de hauts placards blancs marqués des mots « ENE-farm » font ainsi leur apparition au dos des maisons neuves. Reliés au réseau de Tokyo Gas, **ces générateurs extraient l'hydrogène du gaz de ville et produisent lors d'une interaction avec de l'oxygène de l'électricité ainsi que de la chaleur pour le logement.**

Le Premier ministre japonais, Shinzo Abe, décrit **l'hydrogène comme « l'énergie du futur »** pour l'Archipel, qui doit importer pour le moment, au prix fort, la totalité du charbon, du gaz et du pétrole qu'il consomme dans ses centrales électriques.

Corpus de documents associés à la recherche documentaire :

Rtbf.be(fev2020). *Le train à l'hydrogène, une alternative écologique aux trains diesel*
Invest in-Nord-Franche-Comté (sept 2020). *Avions Mauboussin, il y a de l'hydrogène dans l'air*
Le Parisien (juin 2019). *Transports : la chine prépare sa société de « l'hydrogène »*
Les Echos (oct 2019) *L'hydrogène, l'avenir de la voiture électrique ?*
France Bleu (juin 2019). *Optymo présente sa nouvelle flotte de bus « propres » pour l'environnement*
LeTrois (oct2020). *En Suisse, le camion du futur est déjà sur la route*
Est Républicain(sept 2019). *ROAD, une première au monde dans l'hydrogène*
LeTrois (sept 2019). *Un immeuble de Territoire Habitat de Belfort chauffé grâce à l'hydrogène*
Républicain Lorrain(juillet 2016). *La pile à combustible fait ses preuves à Forbach*
Les Echos(avril 2017) *Au Japon, 200 000 maisons sont branchées sur des piles à combustible*
Bourgognefranchecomte.fr(nov 2019). *Train à l'hydrogène, 4 millions d'euros en plus pour la Bourgogne-Franche-Comté*



3 VOLET 3 : LA FILIERE HYDROGENE EN NORD FRANCHE-COMTE

3.1 Un environnement scientifique et technique performant

3.1.1 Instituts de Recherche

L'Institut FEMTO-ST

Domaines de recherche : Systèmes hybrides, gestion de l'énergie, convertisseurs statiques, optimisation systémique, convertisseur d'énergie, diagnostic de l'état de santé, pronostic de durée de vie, contrôle tolérant aux fautes, intégration dans des applications transport et stationnaires, stockage solide.

La plateforme pile à combustible de l'UTBM

Un des plus importants équipements publics européens destiné à la recherche, aux essais et au transfert industriel sur la thématique des systèmes Pile à Combustible (900 m² destinés aux essais pour des puissances de test de quelques watts à près de 200 kWe).



Source : hydrogentoday.info

FEDERATION FC-LAB-CNRS

Fédération de recherche unique en Europe combinant recherche et ingénierie de haut niveau sur la thématique Hydrogène.

Laboratoire ICB

Développement de matériaux avancés, étude de leur durabilité, procédés et phénomènes de réactivité aux interfaces solide/solide et solide/gaz.

3.1.2 Formations universitaires

➤ UFC Université de Franche-Comté



Des formations calquées sur les besoins du marché

L'UNIVERSITÉ DE FRANCHE-COMTÉ dispose d'une plateforme pédagogique et propose un CMI (Cursus de Master en Ingénierie) H3E dédié à l'Hydrogène-énergie

Du DUT au Master, l'UFC dispense des formations autour des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique.

Un cursus de master en ingénierie unique en France

Le CMI Hydrogène-Énergie et Efficacité Énergétique proposé par l'Université de Franche-Comté forme sur 5 ans aux métiers d'ingénieur en production et gestion de l'énergie, des étudiants qui seront des experts dans les domaines de l'efficacité énergétique et des énergies propres, avec une compétence particulière en matière d'Hydrogène-Énergie (production, applications transport et stationnaire, ...).

Une formation d'excellence, très sélective, dont la 1^{re} promotion est sortie en 2019.



➤ UTBM (BELFORT-MONTBÉLIARD) UNIVERSITÉ DE TECHNOLOGIE DE BELFORT-MONTBÉLIARD



- **Filières Énergie** : Production de l'énergie, Réseaux, conversion et stockage, Transports et systèmes énergétiques embarqués
- **2 plateformes pédagogiques** : Compatibilité électromagnétique, Énergie et transport terrestre
- Ingénieurs Génie Électrique par apprentissage : master Energie électrique

3.1.3 Hydrogène : la médaille de l'innovation pour Daniel Hissel

Le chercheur belfortain du FC-LAB (la plateforme Pile à combustible), Daniel Hissel, a reçu la médaille de l'innovation du CNFRS, l'une des plus hautes distinctions dédiées à la recherche en France.

Une récompense qui concrétise surtout le pari pris au début des années 2000 de se pencher sur la technologie de l'intégration des piles à combustible. Et de parier déjà sur les perspectives liées à l'hydrogène.

Cette distinction fait écho à une période propice à l'hydrogène. « Tous les industriels s'y intéressent peu ou prou dans une dynamique de diversification, de relocalisation post covid-19, de transition énergétique et de souveraineté énergétique, car il ne faut que de l'eau et de l'électricité pour faire de l'hydrogène », analyse Daniel Hissel. « La Région Bourgogne-Franche-Comté est l'une des seules régions à avoir écrit une feuille de route et à avoir fléché un budget », apprécie-t-il également. Cette feuille de route générale 2020-2030 est dotée de 90 millions d'euros.



Source : femto-st.fr

3.1.4 Le Nord Franche-Comté reconnu « Territoires d'innovations »

Le projet présenté par Pays de Montbéliard Agglomération et le Grand Belfort au nom du nord Franche-Comté en 2019 dans le cadre de l'appel à projet national Territoires d'innovation a été retenu.



Trois axes structurent ce projet :

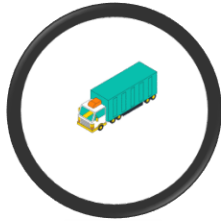
- > Accompagner les entreprises du territoire dans les mutations de l'industrie 4.0
- > Développer une nouvelle filière industrielle de l'hydrogène-énergie
- > Associer l'ensemble des citoyens à la transformation du territoire en proposant une large diffusion des compétences numériques et de la culture de l'innovation.

Il porte sur la période 2020/2028.

Ses premières actions représentent à ce jour un investissement total de 70 millions d'euros, dans le contexte d'un investissement industriel total sur le territoire de plus de 400 millions d'euros.

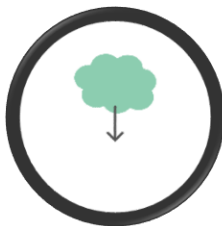


3.2 Des industriels impliqués : des entreprises novatrices sur le territoire dans cinq domaines de compétences



Véhicules

ALSTHOM , ARQUUS,
GAUSSIN, LAMBERET,
PACKMAT, VALMETAL



Stockage

Faurecia, Mahytec,
Plasticomnium, Rougeot
énergie, Schrader



Ingénierie

H2sys, Justy



Fournisseur d'énergie

Avia, Dats24,
EDF (Hymamics), ENGIE,
Gest'hydrogène, H2sys



Composants

Delfingen, Dephis, Presse
étude, Streit, Technitube,

Bavans

Faurecia Automobile a inauguré son centre mondial des réservoirs à hydrogène dédié aux systèmes de stockage à hydrogène, l'équipementier leader mondial de la mobilité propre. Financé avec l'aide de la Région (4,5 M€), ce « core center » abrite un atelier industriel pilote pour la fabrication de réservoirs et un centre d'essais où travaillent une cinquantaine de salariés.



Source : bourgognefranchecomte.fr

Etupes

Faurecia ouvrira une usine de production en grande série de réservoirs à Etupes sur le site de Technoland à l'horizon 2023. « Un investissement de 50 M€ dans ce site qui fabriquera des systèmes de stockage destinés, dans un premier temps, aux camions et utilitaires ». 5 millions de véhicules dans le monde devraient rouler à l'hydrogène à l'horizon 2030.

Héricourt

Le **groupe GAUSSIN** a présenté début octobre 2020 sa nouvelle gamme de véhicules à hydrogène, à Héricourt, destinés aux plateformes logistiques et portuaires.

Les modèles seront commercialisés début 2021. « Ces véhicules se rechargent en quelques minutes pour une autonomie de plusieurs heures, ce qui donne à l'hydrogène un net avantage sur les autres solutions technologiques » explique Christophe Gaussin, directeur général du groupe qui compte Amazon, Ikea, UPS ou le port de Singapour parmi ses clients.

Le manutentionnaire français a dévoilé la déclinaison de 2 modèles de transporteurs logistiques qui sont l'aboutissement de nombreuses années de recherche et de partenariats technologiques réussis. Leurs réservoirs sont fournis par Faurecia Bavans.

Belfort

L'Institut national du stockage hydrogène verra le jour en 2022 dans le Grand Belfort. Il s'agira du seul centre de certification français. La Région se mobilise pour que ces projets bénéficient du fonds de réindustrialisation (50 millions d'euros) abondé par General Electric pour n'avoir pas tenu ses engagements en matière d'emploi.

L'entreprise H2sys révolutionne le groupe électrogène

La start-up **H2sys**, lancée en 2017, est hébergée à la plateforme Pile à combustible, au Techn'Hom, à Belfort, co-fondée par Daniel Hissel.

Elle a conçu le groupe électrogène Boxhy un groupe électrogène qui fonctionne avec un moteur électrique, non polluant et non bruyant, alimenté grâce à de l'hydrogène, par l'intermédiaire d'une pile à combustible. Ce groupe électrogène peut avoir des applications mobiles ou stationnaires. La start-up a notamment travaillé avec les pompiers allemands. Le groupe électrogène est en cours de certification outre-Rhin.



Source : Le Trois - Pierre-Yves Ratti



3.3 Les dispositifs régionaux mis à disposition par la Région Bourgogne-Franche-Comté et les appels à projets

Le 15 novembre 2019, les élus régionaux ont adopté une feuille de route afin de **faire de l'hydrogène une opportunité de transition énergétique, favoriser l'innovation, développer les usages.**

En conséquence, la Région accélère ses investissements en mobilisant **90 millions d'euros sur la période 2020-2030.**



Le Centre d'expertise mondial Faurecia : un investissement total de 25 millions d'euros, financé à hauteur de 4,9 millions par la Région Bourgogne-Franche-Comté

Le Centre d'expertise mondial situé à Bavans, un centre unique en Europe, il est dédié aux systèmes de stockage à hydrogène a été inauguré le 6 octobre 2020. Ce « core center » abrite un atelier industriel pilote pour la fabrication de réservoirs et un centre d'essais où travaillent une cinquantaine de salariés.

A l'horizon 2023, Faurecia va produire des réservoirs à hydrogène en Franche-Comté sur la zone de Technoland, la firme investira **50 Millions d'euros pour la construction de ce site.**



435 millions d'euros

En octobre 2020, un Plan d'accélération de l'investissement régional de 435 millions d'euros a été voté en Assemblée plénière régionale avec notamment un soutien affirmé au **développement de la filière hydrogène, au transport ferroviaire, aux nouvelles forme de mobilités, aux mutations industrielles, aux projets d'innovation...**



ENRgHy est la réponse de la Bourgogne-Franche-Comté à l'appel à projets pour des « **Territoires Hydrogène** » lancé par le Ministère de l'Environnement de l'Énergie et de la Mer en mai 2016.



L'objectif était de labelliser des projets de démonstration d'envergure mettant en œuvre le vecteur énergétique Hydrogène dans les territoires.

2 projets d'équipements structurants pour la filière nationale

ISTHY, la plateforme nationale de stockage de l'Hydrogène

Porté par le Grand Dole, ce projet réunit des **industriels, des agences et des organismes** oeuvrant dans le domaine de l'hydrogène. Il a pour objectif de devenir **le centre français d'homologation et de requalification des systèmes de stockage** et d'être **le centre de formation et de R&D** permettant d'anticiper les évolutions technologiques.

HYBAN, un banc de test grande puissance

Porté par l'Aire Urbaine Belfort-Montbéliard, ce projet va lancer un banc de test industriel de **Pile à Combustible** de type PEMFC et HT PEMFC, de grande puissance (100 – 120 kWe) indispensable pour la mise sur le marché de véhicules « full fuel cell power ». Ce banc de test viendra compléter les équipements de la plateforme Pile à Combustible de Belfort.

5 projets expérimentaux

- Hy CAUNAIS
- VHycTor
- EOLBUS
- NewMHyLL, Hydroélectricité et Hydrogène
- HyDATA

Corpus de documents associés à la recherche documentaire :

LeTrois (2019). *Le nord Franche-Comté reconnu « Territoire d'innovations »*

LeTrois (2020). *Hydrogène : la médaille de l'innovation pour Daniel Hissel*

Agence économique régionale de Bourgogne-Franche-Comté (2020)



4 VOLET 4 : COMMUNICATION & SENSIBILISATION

Les enjeux de la transition énergétique : un champ d'investigation majeur pour l'Agence d'Urbanisme de Montbéliard.

L'ADU s'implique depuis 2018, aux côtés des acteurs locaux, dans la sensibilisation aux enjeux de la transition énergétique, un des défis majeurs et centraux de l'aménagement des territoires.

Pour répondre à cet enjeu, l'Agence s'engage pour :

- sensibiliser les élus au travers de rencontres, débats, visites terrain
- capitaliser des données
- apporter des analyses régulières

4.1 Les animations, conférences-débats, visites terrains initiés par l'ADU



Source : ADU

L'ADU a organisé deux rencontres importantes entre 2018 et 2019 sur les thématiques de la transition énergétique et de l'hydrogène.



Source : ADU

En 2018 : Rencontres sur la transition énergétique, entre défis et opportunités locales

L'ADU- PMA ont co-organisé cet évènement dans le cadre de la semaine du Développement Durable.

Une des contributions de l'ADU à la révision du Plan Climat Air Energie Territorial à l'échelle des 72 communes de l'Agglomération.

Trois temps forts ont été proposés dans le cadre de ces rencontres :

une conférence, une série d'ateliers ainsi qu'une visite de la commune d'UNGERSHEIM.



Source : ADU

En 2019 : L'hydrogène : vecteur de transition énergétique sur nos territoires ?
2 invités à l'honneur : Daniel Hissel et Laurent Kalinowski

4.2 Les rencontres et matinées de la Transition énergétique initiées par l'UFRSTGI de Belfort

En partenariat avec l'ESTA, le Pôle métropolitain Nord-Franche-Comté, Grand Belfort, et la CCI Belfort, ont lieu à Belfort ponctuellement.



Source : UFRSTGI



4.3 Salon international dédié à l'hydrogène

Cet évènement se déroulera les 13 et 14 janvier 2021 à l'Atria de Belfort.

Organisé par le Pôle véhicule du futur avec le soutien de l'État, de la Région, du Grand Belfort et de la Ville de Belfort.

Les organisateurs annoncent la venue de 300 participants et 50 experts internationaux pendant deux jours.

4.4 Les rencontres régionales Bourgogne-Franche-Comté

La 1ère édition des « **Matinales de la FIEV** » (Fédération des Industries des Equipements pour Véhicules) s'est tenue début octobre 2020.

La Fédération, autour d'acteurs majeurs comme DELFINGEN, s'est engagée avec son fonds de dotation, KEYROS, à financer des actions et des projets locaux d'intérêt général pour la recherche, le développement et la promotion des nouvelles mobilités.

La FIEV est le syndicat professionnel des équipementiers automobiles ; il représente et défend à ce titre les intérêts d'une industrie réalisant près de 19 milliards d'euros de chiffre d'affaires et rassemblant 70 900 emplois. Le syndicat travaille également à définir les perspectives économiques au regard des enjeux du secteur.

3 structures régionales ont été sélectionnées pour bénéficier d'un soutien financier :

- **la Burgundy School of Business, école de commerce basée à Dijon**, sur un projet concernant l'analyse de données ;
- **H2SYS**, entreprise belfortaine qui développe des systèmes pile à combustible et des générateurs électriques produisant de l'électricité à partir de l'hydrogène ;
- **le Pôle Véhicule du Futur, pôle de compétitivité** de référence sur les véhicules, les solutions de mobilité et les services associés, rassemblant et animant 500 adhérents sur les régions de la Bourgogne-Franche-Comté et du Grand Est.



Source : fiev.fr



Source : fiev.fr

Corpus de documents associés à la recherche documentaire :

Est Républicain (2019). *L'hydrogène est-il l'avenir de nos véhicules ?*

Est Républicain(2020). *Un salon international dédié à l'hydrogène en train de se finaliser*

Le Trois.(2019). *Daniel Hissel : « un phénomène d'agrégation de compétences autour de l'hydrogène énergie »*

ADU. (Juillet 2019). *Dossier de presse conférence l'hydrogène, vecteur de la transition énergétique du 2 juillet 2019*

ADU. (Mai 2018). *Dossier de presse conférence co-organisée par l'ADU et PMA : Rencontres sur la transition énergétique, entre défis et opportunités locales*

ADU.(Juillet 2019). *Synthèse de la conférence l'hydrogène, vecteur de la transition énergétique du 2 juillet 2019- 5 pages*

ADU.(Mai 2018). *Etude Réussir la Transition énergétique, le point sur le Pays de Montbéliard- 28 pages*

ADU.(Juillet 2019). *Interview filmée Daniel Hissel et Laurent Kalinowski, Maire de la ville de Forbach*

ADU.(Juin 2018). *Interview filmée de Jean-Claude Mensch, Maire de la ville d'Ungersheim*

ADU. *Storymap des journées ADU'rables, panorama des 23 conférences depuis 2010*

Conclusion et perspectives

Hydrogène : énergie d'avenir ?

Le principal frein au développement de l'hydrogène renouvelable est lié aux coûts de production encore très élevés. Un véhicule doté d'une pile à combustible coûte « deux à quatre fois plus cher qu'un véhicule diesel équivalent ». Ce gaz vert est également coûteux pour les industriels : le kilo d'hydrogène produit à partir de gaz naturel coûte 1,5 euro, contre 4 à 5 euros pour le renouvelable. D'après l'ADEME, pour favoriser le déploiement de l'hydrogène renouvelable, il faudra industrialiser sa production ainsi que la fabrication des technologies correspondantes. De son côté, Daniel Hissel exprime la nécessité d'effectuer des investissements massifs pour transformer les industriels de ce secteur, de soutenir la recherche et financer la formation spécialisée d'ingénieurs et de techniciens.

Le Plan Hulot datant de 2018 mentionnait un investissement de 100 millions d'euros par an sur trois ans, un chiffre très en deçà des 9 milliards d'euros prévus en Allemagne par exemple.

La question qui se pose aujourd'hui est celle d'un choix de société :

- quel est le modèle énergétique que l'on souhaite pour l'avenir ?
- Veut-on un modèle durable, local, propre ?
- Et va-t-on se donner les moyens d'y parvenir ?

L'hydrogène renouvelable n'est qu'une partie de la solution pour lutter contre le réchauffement climatique, et pour viser la neutralité carbone.

Enfin, l'hydrogène n'est intéressant que s'il s'accompagne d'une évolution profonde de nos pratiques, pour aller vers une plus grande sobriété et un mix énergétique.

