

Les enjeux de développement de l'hydrogène

Potentialités, stratégies des acteurs et projets dans
m2A et le Sud Alsace



L'essentiel.....	3
Introduction.....	4
Chapitre 1 : productions & usages de l'hydrogène.....	5
Synthèse chapitre 1.....	5
De l'hydrogène essentiellement carboné en 2021.....	6
L'hydrogène vert : vertueux mais coûteux !.....	7
Trois grands usages de l'hydrogène.....	8
Une forte ambition de développement en France.....	9
Une innovation disruptive.....	10
Chapitre 2 : ambitions & stratégies H₂.....	11
Synthèse chapitre 2.....	11
Union Européenne : produire massivement de l'hydrogène vert.....	12
France : une logique décentralisée.....	14
Région Grand Est : encourager le développement des écosystèmes H ₂ dans les territoires.....	16
Allemagne: l'H ₂ au cœur du système énergétique.....	18
Suisse : le cocktail détonnant électricité verte + taxe PL...20	
Chapitre 3 : exemples d'applications.....	21
Synthèse chapitre 3.....	21
Plusieurs façons de produire de l'H ₂	22
L'enjeu d'une production massive.....	23
En 2021, peu de modèles de véhicules H ₂	24
La grande technicité des écosystèmes.....	25
Des intégrations fortes.....	26

Chapitre 4 : état des lieux m2A & Sud Alsace.....

Synthèse chapitre 4.....

De nombreuses et diverses entreprises potentiellement H₂.....29

La densité du réseau de gaz naturel dans le Haut-Rhin : une opportunité pour l'H₂.....31

La forte concentration de PL dans m2A.....33

Des mobilités lourdes bien présentes.....35

Au-delà du Sud Alsace, des mobilités lourdes s'inscrivant à l'échelle du bassin rhénan.....36

Des initiatives à amplifier et surtout à coordonner.....38

Chapitre 5 : douze enjeux & préconisations 41

Synthèse chapitre 5.....

ANNEXES.....

Méthode pour identifier les entreprises potentielles H₂....48

Bibliographie.....49

Remerciements.....50

Glossaire.....51

Remarque : dans l'ensemble de la publication, l'hydrogène est abrégé par son symbole chimique = H₂

“ L’essentiel

« Verdir » la production d’hydrogène

En 2021, l’hydrogène produit en France est à **95 % d’origine fossile**. Il est principalement utilisé par l’industrie chimique. Or, il y a un réel enjeu à “verdir” la production d’hydrogène afin de réduire les émissions de gaz à effet de serre.

Des stratégies H₂

C’est pourquoi, les États, les collectivités ont défini des stratégies de développement de l’H₂ vert qui leurs sont propres. Elles ont été élaborées en fonction de leurs **mix énergétiques**.

Le Sud Alsace se situe à la jonction de **3 pays** donc de **3 stratégies H₂ nationales différentes**. Cela sera un réel défi mais aussi une grande opportunité pour co-construire des projets H₂ transfrontaliers.

Le très fort potentiel H₂ de m2A et du Sud Alsace

A l’échelle de m2A et du Sud Alsace, le diagnostic fait état de nombreuses entreprises potentiellement H₂, d’un réseau dense de transport de gaz naturel, d’une forte concentration de PL et de mobilités lourdes : TER thermique, transport fluvial, aéroport, bus/cars. Il pointe également l’existence de **nombreuses initiatives H₂ à amplifier et à coordonner**.



Conclusion

L’écosystème H₂ Sud Alsace présentent un **très fort potentiel pour les usages industriels et les mobilités lourdes**. Il a la particularité de jouxter l’Allemagne et la Suisse.



Préconisations

- Créer un écosystème H₂ à l’échelle du Sud Alsace en élaborant une **feuille de route pour le monde économique et les collectivités**.
- S’appuyer sur les 3 spécificités de l’écosystème : le **Rhin** = transport fluvial, l’industrie chimique et potentiel de production d’H₂ vert, l’**A 35** = trafic PL et le **transfrontalier** = démultiplier les opportunités production / consommation H₂ ainsi que les usages.
- Avoir **toutes les cartes en main** pour pouvoir rapidement **répondre aux appels à projets**.

Pour mener à bien un objectif de décarbonation de l’économie, des mobilités, de l’énergie etc. il faut jouer sur l’ensemble de la **palette des énergies renouvelables dont l’hydrogène**.



Contexte

En 2021, il y a un grand enthousiasme pour l'hydrogène, enthousiasme impulsé, d'une part, par l'UE, l'État et les collectivités avec d'importants moyens financiers et, d'autre part, par la nécessité de **décarboner l'économie**. En effet, l'hydrogène a l'avantage de n'émettre aucun gaz à effet de serre.

Dans le cadre de son Plan Hydrogène, l'État va débloquer une enveloppe de **7,2 Md€ d'ici 2030**. La Commission Européenne a des objectifs très ambitieux de développement de l'hydrogène vert dans le cadre de sa stratégie hydrogène approuvée en 2020.

Les initiatives concrètes se multiplient : taxis et trains à hydrogène, installations d'éoliennes couplées à des électrolyseurs, projets de valorisation d'hydrogène fatale généré par l'industrie chimique etc.

m2A porte le projet **Blue industrie**. Il prend en compte l'hydrogène : industrie, développement d'un écosystème, stations-services H₂ etc.

Périmètre

La publication a été réalisée à l'échelle de m2A, du Haut-Rhin et transfrontalière. Elle mobilise les données et les connaissances les plus récentes.

Elle donne également des perspectives par rapport aux projets et stratégies des collectivités à un horizon 2030, 2040.

Jules Verne a écrit dans son roman L'île mystérieuse : *"Oui, mes amis, je crois que l'eau sera un jour employée comme combustible, que l'hydrogène et l'oxygène, qui la constituent, utilisés isolément ou simultanément, fourniront une source de chaleur et de lumière inépuisables et d'une intensité que la houille ne saurait avoir"*.

Il y a 150 ans, l'hydrogène était vu comme une énergie d'avenir dans le roman d'aventure "L'île mystérieuse".

Objectifs

La publication est complémentaire aux travaux menés par la Région Grand Est et les collectivités. En effet, à l'échelle de l'agglomération mulhousienne et du Sud Alsace, la publication a pour objectif :

- De rappeler les **différents modes de production** de l'H₂ ainsi que ses **usages** ;
- De présenter les **stratégies hydrogène** de l'UE, nationales, de la Région Grand Est et des pays voisins ;
- De montrer des **exemples** de production et d'usages de l'hydrogène ;
- D'établir l'**état des lieux** de l'agglomération mulhousienne et du Sud Alsace ;
- Et d'esquisser des **pistes de préconisations**.

Limites

Il y a très peu de données concernant l'hydrogène : entreprises, volumes produits par les entreprises, développement en cours etc.

Les projets de développement H₂ sont soumis à **des clauses de confidentialité** de la part des entreprises.

Pour pallier cette absence de données, l'Agence d'urbanisme a, par exemple, développé une méthode spécifique de repérage d'entreprises H₂.

Finalité

La finalité de la démarche est de disposer d'un **recueil de connaissances** et d'esquisser quelques **préconisations** pour favoriser l'émergence d'un écosystème hydrogène à l'échelle locale. Elle servira à alimenter les **débats et la discussion** à destination des techniciens et des élus.

Source : à gauche = Estate Brassai - Photo CNAC/MNAM, Dist. RMN / Gérard Bori & à droite/journalistes.fr/RMN/fonds photographique de presse



A la fin du 18^{ème} siècle, Philippe Lebon constate qu'en distillant (chauffant) de la sciure de bois, un gaz inflammable se dégage. Il découvre ainsi, en 1791, le principe de l'éclairage par le gaz hydrogène carboné qui s'est développé dans les villes. L'H₂ était déjà utilisé il y a deux siècles. Les allumeurs de réverbères, l'heure venue, parcouraient alors les rues et les avenues pour allumer les éclairages au gaz.

1. Productions & usages de l'hydrogène

“ Synthèse

- > En 2021, **95 %** des **880 000 tonnes d'H₂** produits en France sont d'origine fossile. Il est produit par vaporeformage du gaz naturel : 41 %, par gazéification du charbon : 14 % ou par oxydation partielle des hydrocarbures : 40 %. Il est quasi exclusivement **utilisé par l'industrie**.
 - > L'**électrolyse** représente seulement **5 %** de la production d'hydrogène. Il y a donc un enjeu à basculer vers de l'H₂ vert en :
 - Réduisant ses coûts de production, en jouant sur les taxes et les normes, en rapprochant les lieux de production et de consommation H₂ etc.
 - Basculant les usages industriels vers l'hydrogène vert et en développant de nouveaux usages H₂ : mobilités lourdes et énergie.
- L'objectif 2030 est de produire **1 345 000 tonnes d'H₂** à l'échelle nationale dont **700 000 tonnes d'H₂ vert**.
- > Il y a beaucoup d'**enthousiasme** par rapport à l'H₂ vert. Toutefois, c'est un sujet marqué du **sceau du secret** où chaque acteur essaye de jouer discrètement sa carte.
 - > Comme toutes les nouvelles technologies, la technologie et les usages de l'H₂ sont **flous, mouvants** et présentent beaucoup d'**inconnues**. Il va falloir attendre **une dizaine d'années** pour voir quelle forme va prendre cette innovation disruptive.



De l'hydrogène essentiellement carboné en 2021

⊕ De l'hydrogène partout mais pas seul

92 % de l'univers est composé d'atomes d'hydrogène. L'hydrogène est partout mais malheureusement, il n'est jamais vraiment seul. Il se combine avec d'autres atomes. Pour qu'il soit utilisable, il faut le produire sous une forme de **dihydrogène** : H_2 . Ce gaz est inodore et incolore.

Contrairement aux énergies fossiles (pétrole, gaz et charbon), l'hydrogène n'est pas une énergie primaire, mais un « **vecteur énergétique** » qui, comme l'électricité, est produit à partir d'une autre source d'énergie.

⊕ Plusieurs façons de produire de l'hydrogène

La publication présente les processus de fabrication les plus courants.

L'hydrogène naturel

Il est le plus souvent issu de « **sources** » sous-marines. Il peut également être rejeté par certains types de sous-sols. Il est rare. Les techniques de captation sont peu au point et très coûteuses. C'est ce que l'on appelle l'**hydrogène blanc**.



Source : www.industrie-techno.com

Turquie - Chimaera : flammes permanentes générées par la combustion d'un mélange de méthane et d'hydrogène naturel.

Méthanation

Elle consiste à obtenir du méthane par interaction d'hydrogène et de dioxyde ou de monoxyde de carbone. Cette réaction utilise du CO_2 . C'est un avantage. Actuellement, très peu d'installations permettant la méthanation existent en France. Le produit final n'est pas l'hydrogène mais du méthane pouvant être injecté dans le réseau de gaz naturel.

Biomasse

La biomasse peut également être transformée en hydrogène par gazéification. Il y a différents types de biomasse. Il existe aussi des technologies pour capter et stocker le carbone.

La production d'hydrogène peut s'effectuer grâce à l'action combinée du soleil, d'algues ou de bactéries, mais ces techniques en sont au stade de la recherche.

Cinq grandes sources

=> *Vaporeformage du gaz naturel*

La fabrication de l'hydrogène s'effectue par vaporeformage du gaz. Du **méthane** (CH_4) et de la **vapeur d'eau** (H_2O) surchauffée sont mis en contact. Les atomes d'hydrogène s'assemblent, mais les atomes de carbone et d'oxygène se combinent également pour produire du CO_2 , gaz à effet de serre.

Cet hydrogène est dit « **gris** » dans la mesure où il **émet beaucoup de gaz à effet de serre**. La production est réalisée sur les sites industriels de la chimie.

=> *Oxydation partielle des hydrocarbures*

Elle fait réagir des hydrocarbures et de l'air afin de produire un gaz de synthèse composé d'hydrogène et de monoxyde de carbone. Le procédé est similaire à celui du reformage du gaz naturel, à ceci près que l'oxydation de l'hydrocarbure choisi est effectuée par du **dioxygène** au lieu de la vapeur d'eau. La réaction se fait à **hautes températures et à hautes pressions**.

=> *Gazéification du charbon*

L'hydrogène est issu de la gazéification du charbon chauffé à très haute température (pyrolyse). C'est un procédé très polluant puisque que le CO_2 et le CO ne peuvent être réutilisés et sont relâchés dans l'atmosphère.

L'hydrogène sera dit **brun ou noir** selon le type de charbon utilisé : brun pour le lignite et noir pour le charbon bitumineux.

=> *Electrolyse de l'eau*

De l'eau est traversée par un courant électrique qui la décompose en oxygène et en hydrogène. Si l'énergie utilisée n'est pas issue de combustibles fossiles, il est dit « **vert** » car non émetteur de gaz à effet de serre. On parlera d'hydrogène **décarbonné** lorsque le courant est d'origine nucléaire.

=> *Hydrogène fatal*

Le procédé consiste à **recupérer l'hydrogène issu de réactions chimiques**. C'est ce qui est communément appelé l'hydrogène fatal.

Les industries chimiques, particulièrement celles fabricant du chlore ou ses dérivés, sont génératrices d'hydrogène fatal.

Origine de la production de H_2 en France

Processus de production	Part en %
Vaporeformage du gaz naturel	41 %
Oxydation partielle des hydrocarbures	40 %
Gazéification du charbon	14 %
Electrolyse de l'eau	5 %
Total	100 %

Seulement 5 % de l' H_2 est produit par électrolyse.

Source : ministère de la transition écologique



L'hydrogène vert : vertueux mais coûteux !

⊕ Avantages / inconvénients des cinq grandes sources

=> *Vaporeformage – Oxydation – Gazéification : des coûts de productions réduits*

Ces trois procédés de fabrication ont comme pour principal avantage un coût de production assez bas. Mais, côté inconvénient, ils émettent d'importantes quantités de gaz à effet de serre, a fortiori si l'énergie utilisée pour la fabrication n'est pas issue de l'énergie renouvelable.

=> *Hydrogène fatal : co-produit dans un processus industriel*

L'hydrogène fatal est un co-produit d'une réaction chimique industrielle. Il doit être purifié avant d'être employé pour d'autres usages : énergie, mobilités etc. Il permet d'éviter à devoir produire de l'hydrogène par d'autres procédés. Toutefois, ce mode de production repose sur des sites industriels qui ne sont pas toujours «très verts».

=> *Electrolyse : le défi des prochaines années*

Dans le cas de l'électrolyse, l'avantage est de ne pas émettre de gaz à effet de serre. Mais pour que cet hydrogène puisse être qualifié de « vert », il faut que l'électricité utilisée pour la production de l'hydrogène soit une énergie renouvelable : éolien, solaire, hydraulique...

C'est le procédé le plus fiable de production. Les autres solutions sont souvent encore à l'état de pilote industriel.

L'hydrogène vert 3 X plus cher !

Avec un coût allant jusqu'à 6 € le kg, l'H₂ vert présente un coût 3 fois supérieur à l'hydrogène produit par vaporeformage : environ 2€ le kg. Cela s'explique par le coût de l'énergie utilisée et le coût des électrolyseurs.

Le rendement énergétique de l'électrolyse se situe aux alentours de 70 % en 2021.

⊕ La nécessité de basculer vers l'hydrogène vert

Aujourd'hui, plus de 95 % de l'hydrogène consommé dans le monde sont extraits des combustibles fossiles, principalement du gaz naturel.

Ces prochaines années, il faudra basculer la production d'hydrogène majoritairement gris vers de l'hydrogène vert produit à partir d'électricité issue des énergies renouvelables. Il s'agira également de récupérer l'hydrogène fatal généré par les grands sites industriels.

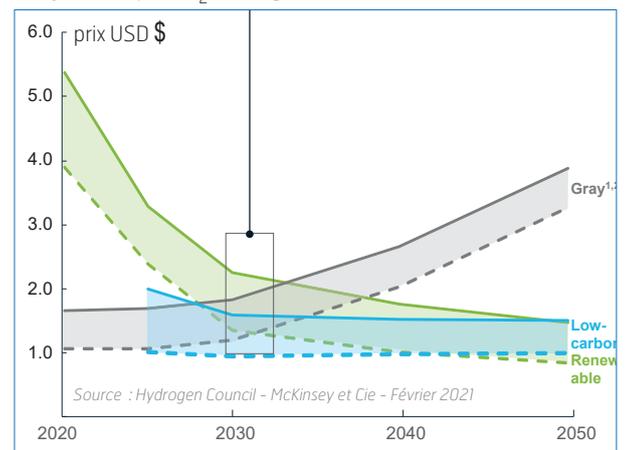
En effet, les objectifs de réduction des émissions à effet de serre (GES) ainsi que l'évolution vers la réglementation vers un air plus propre avec l'instauration de Zones à Faible Émission mobilité (ZFE-m) vont inéluctablement conduire vers le développement d'hydrogène vert.

⊕ Coûts + taxes + normes + écosystème H₂ = équation gagnante

Pour que l'hydrogène vert se développe, il faut :

- Réduire le coût de production de l'H₂ vert. Il est en effet en 2021 trop élevé pour disposer d'une production massifiée et généraliser les usages. En effet par rapport au prix, les usages ne sont pas encore là.

Projection prix H₂ vert, gris et bleu en USD \$



- Jouer sur les taxes et notamment la taxe carbone qui pourrait inciter les grands consommateurs de la chimie à basculer vers de l'H₂ vert : enjeu de décarbonation de l'économie.

Evolution taxe carbone en France : € / tonnes CO₂

2014	2015	2016	2017	2018	2030
7 €	14,5€	22€	30,5€	46,6€	100€

Source : www.connaissancedesenergies.org

- Adapter les normes : pour accompagner ce développement, l'UE va changer certaines règles et normes pour faciliter le développement de ce gaz. L'objectif est de donner un cadre.
- Positionner ce vecteur énergétique, au-delà des émissions de GES, comme une des réponses pour améliorer la qualité de l'air à l'échelle locale imposée par les Plans de Mobilités, les ZFE-m.
- Rapprocher les lieux de production et de consommation de l'hydrogène pour réduire les coûts de transport et éviter au maximum le stockage = > logique d'écosystème territorial hydrogène.
- Élaborer des stratégies de développement à plusieurs échelles.

⊕ Le local a un rôle à jouer

Les territoires ont une marge de manœuvre pour élaborer une stratégie hydrogène locale et développer les usages. Les aspects coûts de production relèvent des industriels et les normes et les taxes du politique.

Trois grands usages de l'hydrogène

➔ Les usages industriels = power to industry

L'hydrogène est utilisé dans :

- La chimie => fabrication d'ammoniac et d'éthanol, de fibres nylons et de mousses polyuréthanes principalement.
- Le raffinage => l'hydrogène est utilisé comme réactif pour désulfurer les carburants.
- La transformation de certains produits métalliques=> traitements thermiques.
- La production de verre notamment pour les écrans plats, les semi-conducteurs.
- L'agroalimentaire => huiles et graisses hydrogénées, fabrication de mannitol en associant hydrogène et sorbitol, édulcorant que l'on retrouve dans les chewing-gums, des chocolats.

En 2021, les usages de l'hydrogène sont actuellement quasi exclusivement industriels.

L'hydrogène peut également être utilisé dans l'industrie pour traiter les émissions de CO₂. Le dioxyde de carbone émis est capté pour être associé à de l'hydrogène pour former un méthane de synthèse.

➔ Les usages dans la mobilité = power to mobility

En France, les transports génèrent près d'un tiers des émissions de gaz à effet de serre ce qui en fait le premier secteur émetteur. Les enjeux sur la mobilité de l'hydrogène sont donc considérables. De plus, les gaz à effet de serre issus des moteurs à combustion du secteur des transports sont diffus et non captables, d'où l'intérêt d'un changement de technologie.

Les solutions hydrogène appliquées à la mobilité permettraient de réduire considérablement les émissions de GES.

Les camions, les trains, les péniches voire à moyen / long terme les avions pourraient fonctionner à l'hydrogène via une pile à combustible. Actuellement, les réflexions hydrogène portent principalement sur la mobilité lourde.

➔ Les usages énergétiques = power to gas

L'hydrogène peut servir à fabriquer de l'électricité, ou du méthane avec lequel il peut également être mélangé, ou encore à chauffer des bâtiments... Sont ainsi développés des systèmes de chauffage à cogénération, ou des systèmes de production électrique dans des sites ou des bâtiments non raccordés au réseau, ou en secours en cas de panne (catastrophe naturelle...)

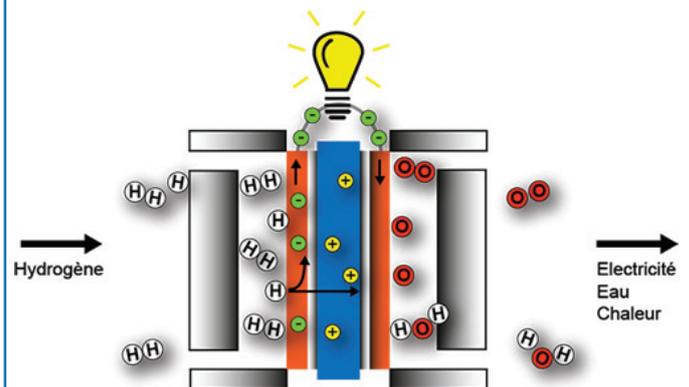
À l'avenir, avec la miniaturisation des piles, certains espèrent pouvoir alimenter des ordinateurs portables, des téléphones...

Zoom Comment passer de l'hydrogène à l'énergie ?

L'hydrogène est un vecteur énergétique. Pour pouvoir l'utiliser, il faut le transformer ou l'associer, en ou avec du méthane par exemple (dans les chaudières à cogénération), ou le transformer en électricité.

La transformation de l'H₂ en électricité se fait au travers d'une pile à combustible. Cette pile à combustible est formée de 3 éléments centraux : une électrode pour oxyder l'hydrogène, une électrode pour réduire l'oxygène de l'air et un catalyseur, le plus souvent du platine, qui est contenu dans une fine membrane séparant les deux électrodes. Compte tenu du prix du platine et de sa rareté, des recherches sont en cours pour trouver d'autres catalyseurs.

La rencontre de l'hydrogène et de l'oxygène autour du catalyseur produit une réaction chimique dont émanent de l'électricité, de l'eau et de la chaleur.



Source : www.energieplus-lesite.be

➔ Production sans émissions de GES

La production d'hydrogène puis sa transformation en énergie ne produisent pas de gaz à effet de serre, dès lors qu'il est fabriqué avec des énergies renouvelables comme l'éolien ou le solaire.

➔ Stockage d'énergies intermittentes

L'hydrogène peut également stocker l'énergie produite par des sources intermittentes d'énergie. Par exemple, en cas de surproduction d'électricité, le courant est transformé en hydrogène. Il pourra ensuite être transformé en électricité lorsque la demande sera plus forte.



Une forte ambition de développement en France

Situation 2020

Objectifs 2030

Développement de la production d'hydrogène pour l'industrie et les nouveaux usages

880 000 T
dont 45 000 T H₂ vert
=> 5 % H₂ décarbonée
=> 95 % H₂ carboné
5 MW d'électrolyse déployés

1 345 000 T
dont 700 000 T H₂ vert
=> 48 % H₂ décarbonée
=> 52 % H₂ carboné
6,5 GW d'électrolyse déployés

Pour quels usages ?

Industrie : un vecteur de décarbonation

5 % du marché
soit 45 000 T
d'hydrogène décarboné

30 % du marché
soit 295 000 T
d'hydrogène décarboné

Pour la mobilité

342 000 T d'H₂ décarboné en 2030

400 véhicules légers
2 bateaux
0 train
21 bus
0 poids lourds
42 stations de recharge H₂ ouvertes

300 000 véhicules légers
1 000 bateaux
250 trains
5 000 poids lourds / bus, bennes à ordures,
1 000 stations de recharge H₂

Bénéfices Pour l'emploi

2 000 emplois

100 000 emplois

Pour l'environnement

6 000 000 T CO₂ évitées chaque année
soit autant d'émissions que celle générées par la ville de Paris



Une innovation disruptive

➔ Beaucoup d'enthousiasme

Il n'y a pas un jour sans qu'il y ait un **article**, une **conférence** un **webinaire** portant sur l'hydrogène.

Les **plans hydrogène avec leurs moyens financiers colossaux**, les développements industriels, la recherche / développement, la transition énergétique etc. sont autant de signaux montrant que l'hydrogène a un réel potentiel. Les planètes semblent s'être alignées.

➔ Le sceau du secret

L'hydrogène est un sujet en pleine ébullition mais marqué du sceau du secret. Un grand nombre d'industriels cherchent à se placer, à prendre une position dominante afin de dégager le plus de chiffres. Au-delà des acteurs historiques de la chimie, de l'énergie, il y a également des OVNI comme cela avait été le cas pour Bouygues, un grand acteur de la téléphonie / internet, mais qui était initialement un acteur uniquement spécialisé dans les travaux publics.

Il est **difficile d'obtenir des chiffres sur les volumes d'hydrogène produits**. Les industriels dévoileraient indirectement les éléments chimiques mobilisés dans les réactions, ce qui relève du secret industriel.

L'information est littéralement **fragmentée** lorsqu'elle est diffusée par les acteurs. Les techniciens des collectivités signent des clauses de confidentialité avec les industriels avec lesquels ils travaillent. Il est donc impossible de disposer de certaines informations.

C'est donc un **véritable défi de construire une cartographie des acteurs, des projets, des enjeux de l'hydrogène** surtout quand ils sont privés et portés par de grands groupes.

➔ Chaque acteur joue sa carte

=> *La sphère publique*

Les États, les Régions élaborent des stratégies hydrogène correspondant à leurs spécificités, notamment en lien avec le mix de production électrique, des taxes (carbone, PL) et la présence d'industries chimiques consommatrices d'H₂ ou de transporteurs.

Des collectivités locales ont pour objectif de faire émerger des écosystèmes hydrogènes locaux en lien avec les stratégies nationales / régionales et les acteurs locaux : industries, transporteurs, énergéticiens etc.

=> *Les grandes entreprises : des stratégies de groupe*

Par exemple, Hynamics, filiale du groupe EDF, accompagne les territoires pour le développement de **solutions H₂ décarbonées par électrolyse**. Cette filiale à 100 % EDF, travaille au développement d'écosystèmes territoriaux H₂. L'énergéticien ambitionne de produire de l'H₂ au plus près des consommateurs afin de limiter les coûts de transport.

Pour verdir leur process, les grands groupes industriels, notamment ceux de la chimie, avaient déjà engagé des réflexions liées à l'H₂ bien avant les plans européens, nationaux et régionaux. Ces plans sont des accélérateurs de projets mais ne représentent qu'une petite part des budgets investis par les industriels. En effet, les investissements permettant de verdir la production d'H₂, surtout dans l'industrie chimique, se chiffrent en Md€.

=> *PME – ETI : des paris !*

Les sociétés de petite taille adoptent une attitude proactive en proposant des solutions sans pour autant avoir un retour sur investissement immédiat. Par exemple, les stations-service hydrogène en France et en Allemagne sont encore peu utilisées. Les usages sont émergents.

➔ Les usages : l'œuf ou la poule ?

En 2021, la technique, la production de l'H₂ commencent à être maîtrisées. Les usages sont les points durs. S'il n'y a pas d'utilisateurs en bout de chaîne, cela ne peut pas fonctionner. Il est donc nécessaire de trouver des débouchés, des applications à l'hydrogène. Les **usages industriels** et la **mobilité lourde** sont les principales utilisations émergentes.

À l'avenir, il conviendra de démultiplier les usages : habitat, mobilités légères, agriculture etc. Le tissu de PME-ETI pourrait avoir sa carte à jouer.

➔ Une grande incertitude

Fallait-il tout miser sur l'électrolyse ? A-t-on suffisamment de stations H₂ pour les autobus / camions ? Développer un réseau de conduites H₂ ou miser sur des écosystèmes territoriaux H₂, quel est le modèle le plus adapté ? Pour savoir qui « aura raison », il faudra attendre une dizaine d'années pour disposer des premiers éléments de réponse.

Les acteurs économiques et institutionnels composent avec cette incertitude. Il y a de grandes inconnues par rapport à la valeur finale du projet, du coût de l'hydrogène, et des taxes. Comme toutes les nouvelles technologies, la technologie et les usages de l'H₂ sont flous, mouvants et présentent beaucoup d'inconnues.

2. Ambitions & stratégies H₂

“ Synthèse

—> Les États, les collectivités ont défini **des stratégies H₂** :

- **Union Européenne** : produire massivement de l'hydrogène vert en faisant passer sa part dans le mix énergétique de **2 %** en 2021 à **12-14 %** en 2050
- **France** : une approche décentralisée avec l'encouragement à la mise en place d'**écosystèmes territoriaux H₂**.
- **Région Grand Est** : une déclinaison de la stratégie nationale H₂, plus opérationnelle, en lien avec les acteurs locaux = collectivité, monde économique.
- **Allemagne** : l'hydrogène au **cœur du système énergétique** en raison de l'intermittence des ENR.
- **Suisse** : un écosystème hydrogène basé sur la mobilité lourde favorisée par une **électricité verte** et la **taxe PL**.

—> Conclusion :

- Des stratégies **propres à chaque État**, définies en **fonction du mix énergétique**.
- Le Sud Alsace se situe à la jonction de **3 pays aux stratégies H₂ nationales différentes**. Cela constitue un réel défi mais de grandes opportunités pour élaborer des projets H₂ transfrontaliers sont présentes.



Union Européenne : Produire massivement de l'hydrogène vert

Porter l'hydrogène à une part de 12-14 %

En 2021, l'hydrogène représente 2 % du mix énergétique de l'UE. Il est carboné. La commission européenne a pour objectif de porter l'hydrogène à 12 ou 14 % du mix énergétique d'ici 2050. Ce sera de l'hydrogène vert.

Pour atteindre cet objectif, une coopération européenne forte des acteurs politiques, économiques et de la recherche-développement est indispensable. La stratégie positionne donc la production d'hydrogène vert au cœur de ses actions.

L'objectif est de soutenir la décarbonation dans les secteurs de l'industrie, des transports, de la production d'électricité et de la construction.

Rien que pour la production, la Commission estime que les investissements cumulés dans les capacités de production d'hydrogène renouvelable en Europe pourraient se situer entre 180 et 470 Md€ d'ici 2050.

Les ambitions sont colossales. Les industriels européens vont investir 430 Md€ dans les dix prochaines années. Il va être nécessaire de réaliser des investissements massifs pour « faire décoller » la filière. Pour répondre à ces ambitions, l'UE a mis en place un certain nombre de dispositifs d'aide pour les projets en lien avec la mobilité, production d'H₂ décarboné, de stations-services H₂ etc.

➔ Green Deal : feuille de route croissance verte

La Commission Européenne a des objectifs très ambitieux en matière de développement de l'hydrogène vert. Tout est lié au Green Deal. Cette feuille de route de la croissance verte de l'Europe a été approuvée le 11 12 2019 par la Commission Européenne. Le Green Deal flèche, entre autres, le développement de l'hydrogène.

Il a pour objectif d'investir 100 Md€ par an, pendant 10 ans, en finançant des actions pour atteindre la neutralité carbone en 2050.

➔ Développement de gigafactories

Dès 2030, l'Europe s'est fixé comme perspective la production de 40 GW d'électrolyse. Pour atteindre cet ambitieux objectif, les énergéticiens et industriels souhaitent créer des centrales massives de production H₂ pour réduire les coûts. Des gigafactories de production d'hydrogène vont progressivement voir le jour tout au long de la prochaine décennie dans l'UE.

➔ Plan de relance : hydrogène vecteur de croissance

Dans le cadre du plan de relance de l'UE post-Covid 19, les États membres européens ont mis l'hydrogène en tête de leurs priorités d'investissement. L'hydrogène est identifié comme l'un des piliers de croissance majeurs. La crise du Covid-19 a joué un rôle de catalyseur pour l'hydrogène.

750 Md€ seront débloqués dans le cadre du Plan de relance dont une part de 40 Md€ pour la France. Le but est notamment d'accélérer la transition énergétique. En effet, pour l'ensemble des États membres, au moins 37 % de cet argent doit servir à la transition écologique dont fait partie l'hydrogène, et 20 % à la transition numérique. L'objectif de neutralité climatique à l'horizon 2050 n'est donc pas oublié par le plan de relance.

La France et l'Allemagne, notamment, ont annoncé vouloir consacrer respectivement 7 et 9 Md€ de fonds publics au cours des dix prochaines années à la création d'une industrie de l'hydrogène.

➔ Stratégie hydrogène : une très forte ambition

Le Conseil Européen du 21 juillet 2020 a approuvé le lancement de la nouvelle stratégie pour le développement de l'hydrogène dans l'UE.

➔ L'enjeu de mettre tous les acteurs autour de la table

=> *Clean Hydrogen Alliance*

La Commission Européenne a créé la Clean Hydrogen Alliance. Cette instance permettra d'organiser et coordonner les travaux collectifs des États membres, les industriels, les énergéticiens, les acteurs des transports etc. sur cette thématique. Plusieurs États membres ont déjà exposé leur stratégie sur l'hydrogène, comme l'Allemagne ou le Portugal.

=> *Hydrogène Europe*

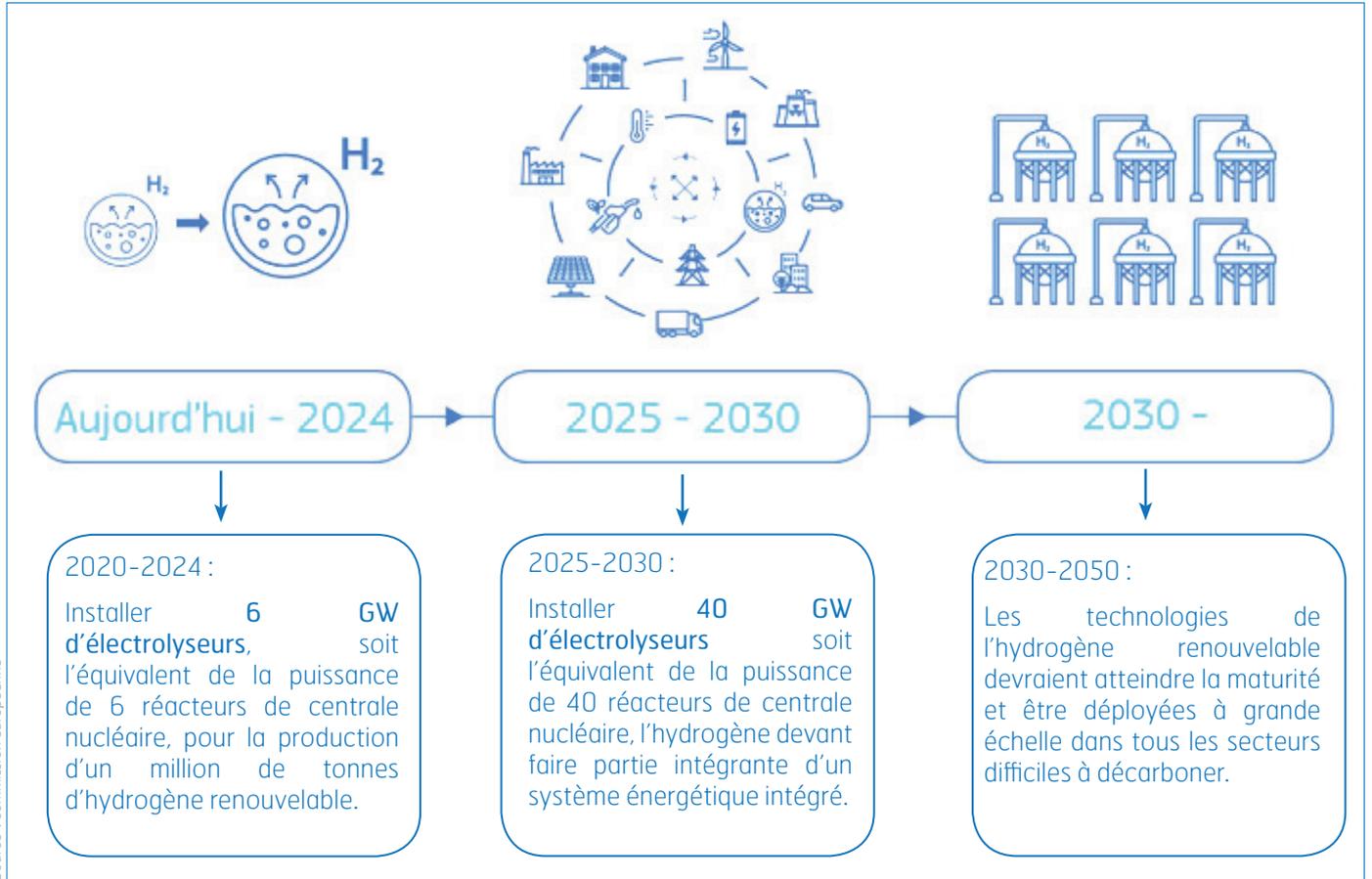
L'association Hydrogen Europe regroupe des acteurs de l'industrie, de grandes entreprises et des PME travaillant pour le développement et la fourniture de technologies de l'hydrogène et des piles à combustible.

=> *Créer une sorte d'Airbus Européen de l'hydrogène*

La Commission Européenne, les États membres, les industriels et l'Association H₂ Europe avancent dans le même sens. L'objectif, c'est vraiment de disposer d'une filière H₂ européenne forte, robuste qui puisse se développer dans le monde. L'UE souhaiterait avoir une sorte d'Airbus de l'hydrogène ou les États et les industriels coordonneraient leurs efforts pour créer une véritable filière hydrogène européenne d'excellence.

2. Stratégies

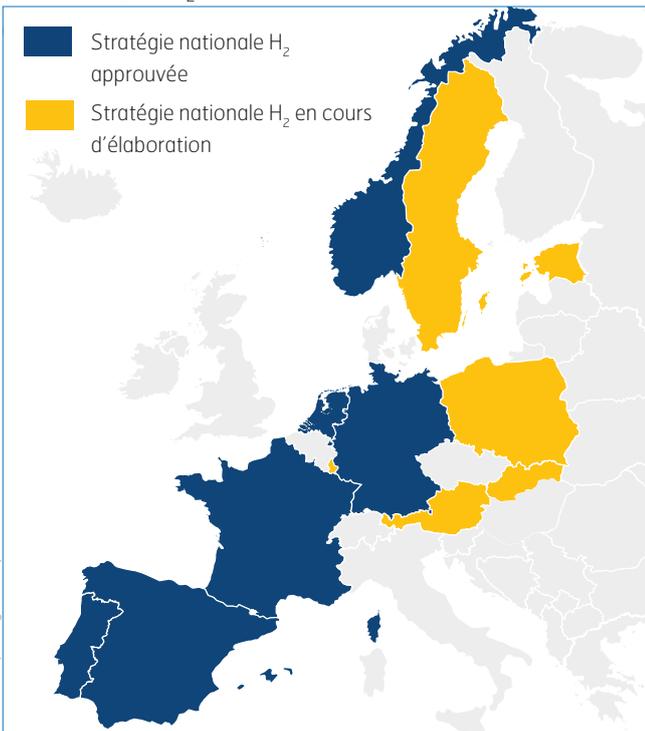
Une stratégie européenne en plusieurs étapes



Source : commission européenne

Vers un écosystème hydrogène européen

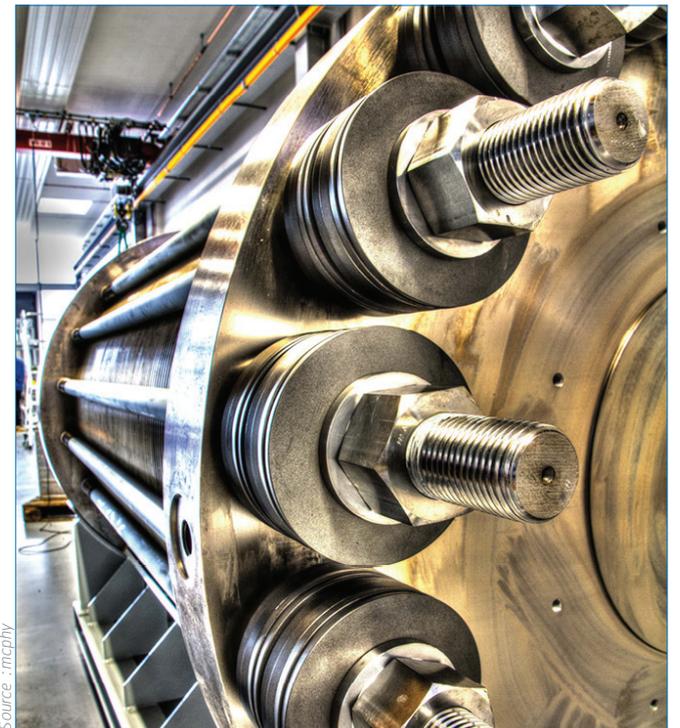
Les stratégies H₂ des États en 2020



Source : Hydrogen Europe

Six États ont adopté une stratégie H₂, 5 sont en train d'élaborer leur plan.

Les capacités d'électrolyse au cœur de la stratégie de l'UE



Source : mcpby

Électrolyseur de grande capacité de production industrielle.



France : Une logique décentralisée

Une électricité décarbonée

En 2019, les énergies renouvelables : hydraulique, éolien, solaire, bioénergies ne représentent que 22 % de l'électricité produite en France. Le nucléaire pèse environ 70 %. En France, **92 % de l'électricité produite est donc décarbonée.**

La stratégie hydrogène française s'appuie à la fois sur de l'H₂ vert et de l'H₂ décarboné. L'objectif est de remplacer les énergies fossiles dans l'industrie et les transports lourds par de l'H₂ décarboné ou vert.

Le réseau électrique est performant à l'échelle nationale. C'est pourquoi la démarche française s'appuie également sur une approche décentralisée reposant sur des **écosystèmes hydrogène vert rapprochant production et consommation.**

➔ 2018 : un premier plan H₂ à 100 M€

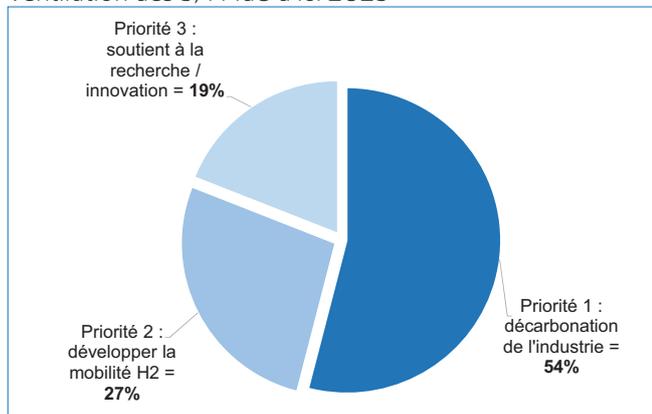
La France a été parmi l'un des premiers pays à identifier tout le potentiel de l'hydrogène pour réduire les émissions de gaz à effet de serre et en étant un vecteur de développement économique. Dès 2018, l'État a soutenu la filière. Un programme d'investissements d'avenir (PIA) de 100 M€ a été mis en place pour soutenir le développement de l'hydrogène.

L'Agence Nationale de la Recherche (ANR) a soutenu la recherche publique en mobilisant plus de 110 M€ ces 10 dernières années. BPI France, l'ADEME, la banque des territoires a également soutenu des projets des entreprises, des collectivités en lien avec l'hydrogène. Par exemple, l'ADEME a soutenu le déploiement de la mobilité hydrogène en apportant 80 M€.

➔ 2020 : stratégie nationale à 7Md€

« La stratégie nationale pour le développement de l'hydrogène décarboné en France » a été présentée le 8 septembre 2020. Elle doit permettre à la France de devenir un acteur mondial de l'hydrogène à l'horizon 2030.

Ventilation des 3,4 Md€ d'ici 2023



Avec 54 % des subventions, la décarbonation de l'industrie est la priorité numéro 1.

Elle prévoit une enveloppe de **7,2 Md€ d'ici 2030** dont **3,4Md€ d'ici 2023**. Les entreprises de la filière hydrogène ont identifié un besoin d'investissement de **24 Md€ d'ici 2030**. Les 7Md€ de la stratégie nationale couvriront environ **1/3 des investissements**.

La décennie qui s'ouvre sera celle de l'hydrogène. L'État va répondre à cet enjeu en y mettant des moyens financiers très conséquents.

Le développement des technologies de l'hydrogène représente une opportunité, tant dans les territoires qu'à l'échelle européenne, pour accélérer la transition écologique et créer une véritable filière industrielle hydrogène.

=> Trois objectifs :

La stratégie nationale pour le développement de l'hydrogène décarboné en France a pour objectif de :

- Créer suffisamment d'**électrolyseurs** pour décarboner l'économie ;
- Développer les mobilités propres en particulier pour les **véhicules lourds** ;
- Construire une **filière industrielle** : créatrice d'emplois, innovation et développement technologique.

=> Trois priorités :

La stratégie nationale pour le développement de l'hydrogène en France a pour objectif de :

- **Décarboner l'industrie** en faisant émerger une filière française de l'électrolyse :
 - * Passer de **5 MW en 2020 à 6,5 GW en 2030** produits par électrolyse soit un facteur 1 000 par rapport à la production actuelle.
 - * Pour l'industrie, utiliser de l'**hydrogène vert** au lieu de l'hydrogène carboné.

Il y a un changement d'échelle colossal pour atteindre cet objectif.
- Développer une **mobilité lourde** à l'hydrogène :
 - * Cible : décarbonation des mobilités lourdes : poids lourds, train, péniches etc. ;

H₂ particulièrement adapté aux véhicules lourds avec des capacités de stockage, répond aux besoins de fortes puissances motrices et aux besoins de longue autonomie, notamment pour les flottes captives parcourant de grandes distances à flux tendu.

 - * Projet : il s'agit de mutualiser la demande entre le secteur industriel et celui de la mobilité, à l'échelle des territoires. L'idée est de favoriser et de faire émerger des partenariats forts entre collectivités, les industriels et les acteurs du transport.
- Soutenir la **recherche et l'innovation** (universités, industriels) et développer de nouvelles compétences (formations) afin de favoriser les usages de demain.

➔ Un plan s'inscrivant dans la stratégie européenne

La stratégie nationale s'inscrit dans une logique européenne. Pour réussir, être compétitif et conserver l'avance par rapport à l'Amérique du Nord et l'Asie, la France doit unir ses forces à l'échelle européenne.

Il faut faciliter la coopération entre les chercheurs, l'industrie ce qui permet de regrouper les financements publics.

➔ Les appels à projet ADEME

L'AAP « Hub territoriaux d'hydrogène » a été lancé en 2020 par des consortiums réunissant des collectivités et des industriels fournisseurs de solutions et par des écosystèmes territoriaux de grande envergure regroupant différents usages (industrie et mobilité), pour favoriser au maximum des économies d'échelle.

➔ Coordonner les acteurs

=> *Le Conseil national de l'Hydrogène*

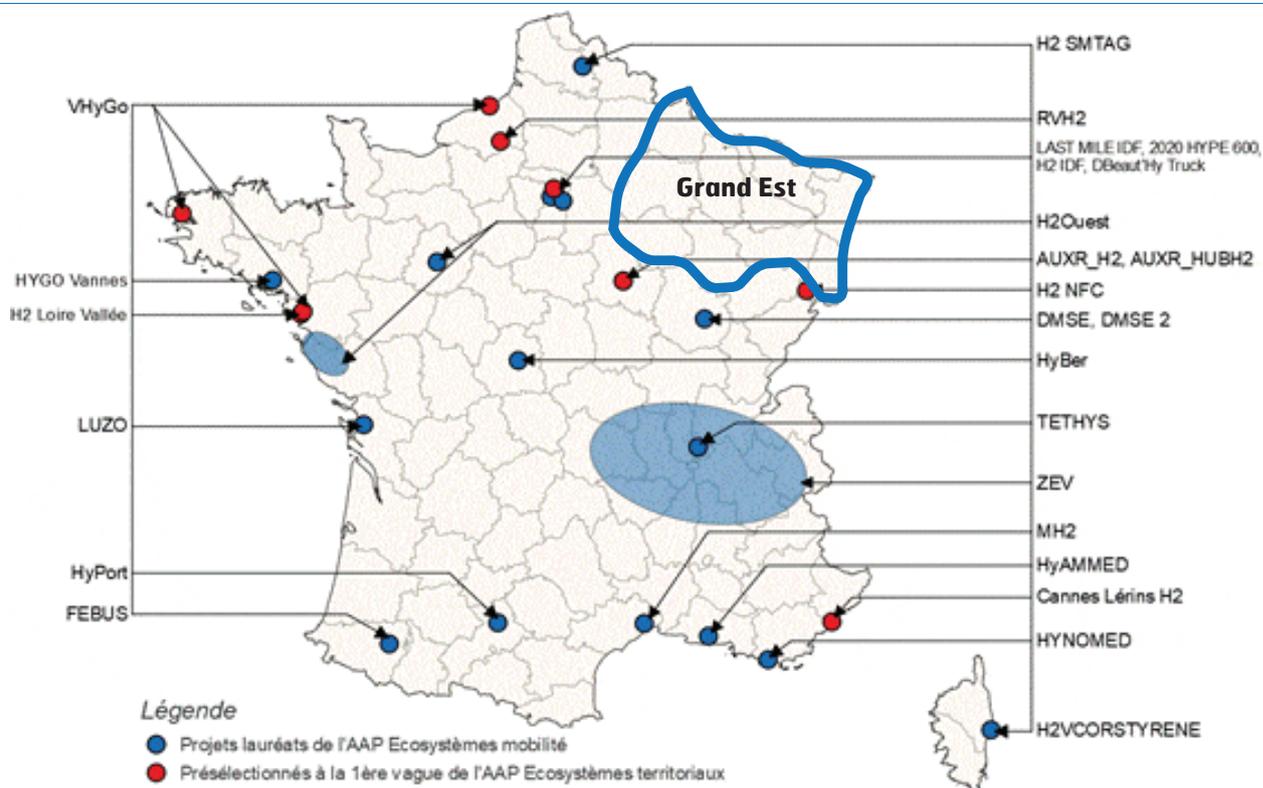
Cette instance a pour rôle de structurer les échanges entre l'Etat et les industries parties prenantes de l'hydrogène : industries de l'automobile, de la chimie, de l'aéronautique, des mines, de la métallurgie et de grands groupes : Engie, EDF, Air Liquide etc.

=> *France Hydrogène*

France Hydrogène est soutenue par les collectivités. Pour accompagner le développement d'une filière en plein essor et agir au plus près des acteurs locaux, France Hydrogène développe son maillage territorial et se structure avec la création de **douze délégations régionales**. Ces délégations ont pour missions principales d'animer et de structurer la filière hydrogène au niveau local (acteurs économiques et industriels, institutionnels, collectivités). Les régions sont membres de France Hydrogène.

Zoom

Résultats AAP « Hub territoriaux d'hydrogène »



Au printemps 2021, il n'y a pas encore de lauréat dans le Grand Est. 19 écosystèmes sont déjà en déploiement, et 7 projets sont présélectionnés à la récente clôture du nouvel AAP de l'Ademe. Les porteurs de projets ont jusqu'à septembre 2021 pour déposer leur dossier. **En mai 2021, selon l'ADEME, il y a de nombreux projets en cours de montage qui pourraient être déposés à la rentrée.**



Région Grand Est

Encourager le développement des écosystèmes H₂ dans les territoires

Une task-force régionale en lien avec les territoires

La stratégie hydrogène régionale 2020-2030, a été approuvée par la Région Grand Est les 17 et 18 décembre 2020. L'objectif est de poursuivre les actions en faveur de la transition écologique dans la Région en **diversifiant les sources d'énergies renouvelables** mais aussi en **féderant les acteurs de la filière hydrogène** pour réussir cet énorme défi porté à l'échelle européenne et nationale. La Région est la bonne maille pour fédérer les acteurs et les projets à l'échelle des territoires. La stratégie régionale fixe également des objectifs chiffrés.

La démarche s'appuiera sur une task-force en lien avec les territoires et les maisons de la Région. Il y a un réel enjeu à faire **travailler les acteurs pour favoriser l'émergence d'écosystèmes territoriaux hydrogène**.

➔ Deux objectifs prioritaires

Il y a deux objectifs prioritaires :

- Proposer une offre de **transport routière et fluviale bas carbone**, complémentaire aux véhicules électriques ou bioGNV.
- **Décarboner l'industrie**.

Pour répondre à ces deux enjeux, la Région pourra s'appuyer sur les moyens du plan de relance national.

➔ Une stratégie reposant sur 5 axes

=> **Axe A : positionner l'hydrogène dans un mix énergétique pour couvrir les besoins des territoires :**

- Produire **90 000 tonnes/an d'hydrogène vert**, soit l'équivalent de 600 MW d'électrolyseurs, soit une utilisation de 4,5 % de sa production électrique verte.
- Déployer **5 unités de production massive d'hydrogène** sur les territoires de Saint-Avold (57), Florange (57), Chalampé (68) ou Marckolsheim (67).
- Lancer **2 projets** : l'un relatif au transport d'hydrogène par hydrogénéoduc, l'autre relatif au stockage d'hydrogène par cavité saline.

=> **Axe B : développer une mobilité lourde décarbonée :**

- Accompagner **10 territoires de mobilité** pour la transition de leurs flottes en bas carbone d'ici 5 ans.
- Développer **5 écosystèmes** (production-distribution-usage) énergétiques hydrogène multi-usages d'ici 2030.

- Mailler le territoire avec **30 stations de ravitaillement hydrogène**, prioritairement sur les corridors européens de transport de marchandises, puis sur les routes nationales et les agglomérations d'ici 2030.
- Déployer **700 bus, 50 cars, 1 200 camions et bennes à ordures ménagères, 100 péniches**, et identifier une flotte de trains légers d'ici 2030 et en créant les formations permettant d'anticiper aujourd'hui les métiers de demain.

=> **Axe C : engager l'industrie dans la filière hydrogène et décarboner ses usages :**

- Accompagner **15 territoires industriels** vers une sobriété et un mix énergétique bas carbone.
- Développer **5 démonstrateurs industriels** qui valorisent l'hydrogène-énergétique (remplacement de l'hydrogène carboné par l'hydrogène vert ou transformation de l'alimentation énergétique des entreprises vers des technologies hydrogène).
- **Mobiliser les donneurs d'ordres** (métallurgie, plasturgie...) qui engageront les entreprises dans la filière hydrogène pour produire des électrolyseurs, des piles, des réservoirs.....

=> **Axe D : favoriser l'accès aux connaissances et améliorer les compétences :**

- Identifier les entreprises dont les compétences techniques pourront nourrir le développement d'une économie de l'hydrogène.
- Organiser une conférence rassemblant les acteurs régionaux sur le sujet de la mobilité bas carbone et intermodale.
- Mettre en place des actions de formation ciblées pour accélérer la transition des entreprises vers l'hydrogène.
- Proposer des outils (plateforme en ligne, base de données...) pour partager les connaissances et les expériences.
- Accueillir les acteurs régionaux et le grand public en organisant des manifestations locales.

=> **Axe E : Organiser la gouvernance en lien avec les plans nationaux et européens.**

2. Stratégies

DINAMHySE et le club hydrogène Grand Est

Le projet DINAMHySE a été lancé début 2019 et a pour ambition d'impulser et d'accélérer le développement d'une filière industrielle hydrogène en région Grand Est. Le Club Hydrogène Grand Est a été lancé en mars 2019 par DINAMHySE.



Source : DINAMHySE

Le club hydrogène Grand Est regroupe plus de 59 membres. Les adhérents ont tous types de profils : collectivité, PME, start-up. L'idée est de tisser des liens entre les projets, avoir des échanges. Être dans un club, c'est donner de la visibilité, trouver des partenariats, des universités. En matière d'hydrogène, on ne peut pas tout savoir, il faut s'appuyer sur des structures interconnectées.

Zoom

Les projets d'écosystème hydrogène

Projet en émergence

Projet en développement

Projet en réalisation

Projet opérationnel

Zones à fort potentiel d'écosystème H2

- Région de St Avold
- Région de Mulhouse

Audun-le-Roman

- MHyRABEL**
Station de production d'hydrogène vert, à partir d'énergie éolienne, et de recharge pour la mobilité. La station est installée alimente 3 Kangoo ZE-H2 qui sont disponibles en autopartage. Le projet est en cours de remodelage mais l'objectif reste d'augmenter le nombre de véhicules.

Saint-Avold

- Production d'H2**
Des projets de production ont été proposés à Saint-Avold, dans le cadre de la transition énergétique et d'activité de la centrale à charbon Emile Huchet. Ces projets permettent d'anticiper une capacité d'électrolyse de 12 à 45 MW d'ici 2025.
- HyCert**
Développement d'un centre de certification des matériaux utilisés par la filière hydrogène et d'un centre de recherche et de formation.

Nancy (Cerville)

- Stockage**
L'entreprise Storengy envisage de développer le stockage d'hydrogène par une cavité saline, sur le site de Cerville. Un hydrogénoduc pourrait relier le site de Saint-Avold aux cavités salines de Cerville.

Sarreguemines

- FaHyence**
Station de production d'hydrogène vert et de recharge pour la mobilité. En service depuis 2017. La station a une capacité de 40 kgH2/jour soit pour potentiellement 25 recharges/jour à 350 bar. Elle recharge notamment des véhicules Kangoo ZE-H2 ayant une autonomie de 300km.

Chaumont

- HYDREOL**
Lauréat de l'AAP de l'ADEME en 2019, ce projet concerne la production d'H2 vert par électrolyse (électricité éolienne). La production (200 kg/jour) permettra d'avitailer une flotte captive de véhicules légers et véhicules lourds (BOM et bus).

Sainte-Marie-aux-Mines

- H2EVA**
Station de production et de distribution opérationnelle depuis fin 2019. La station, développée par Anleg GmbH, n'attend que la livraison des véhicules pour entrer en fonctionnement. L'hydrogène est produit par électrolyse d'électricité issue de panneaux solaires. La station produit 10 kgH2/jour, pour alimenter trois Kangoos ZE-H2 et 10 vélos.

Vieux-Thann

- Hycologie**
Projet de valorisation de l'hydrogène coproduit (500t par an) par l'entreprise PPC (Vynoca). Lauréat de l'appel à projet national « territoire hydrogène » en 2016. Les acteurs du projet étudient les différentes possibilités de revalorisation.

Source : Région Grand Est

L'étude « vallée de l'Hydrogène » a été pilotée par la Région Grand Est. Elle a notamment permis d'identifier les écosystèmes hydrogène. Le **secteur de Mulhouse est considéré comme zone à fort potentiel H₂**. Cette étude a alimenté l'élaboration de la feuille de route hydrogène de la Région Grand Est.

Allemagne

L'hydrogène au cœur du système énergétique

Le caractère intermittent des ENR

En Allemagne, les ENR représentent **40 % de la production d'électricité**. Cette production est le plus souvent intermittente. Il y a donc un enjeu à la stocker. Le réseau électrique est perfectible. C'est pourquoi, l'hydrogène a tout son rôle à jouer dans le mix énergétique en étant l'un de ses composants : logique centralisée.

La stratégie fédérale

Le gouvernement fédéral allemand a défini une « **Stratégie nationale hydrogène** ». Elle crée un cadre cohérent pour la future production, le transport, l'utilisation de l'hydrogène et donc les innovations et les investissements correspondants. L'Allemagne consacrera une enveloppe de **9 Md€** à son plan.

Le plan a les objectifs suivants :

- Inscrire les technologies hydrogène au cœur de la transition énergétique afin de décarboner les processus de production à l'aide des énergies renouvelables.
- Créer les prérequis réglementaires à la montée en puissance des technologies hydrogène sur le marché.
- Renforcer la compétitivité des entreprises en favorisant la recherche, le développement et l'exportation de technologies liées aux technologies innovantes de l'hydrogène.
- Sécuriser et façonner le futur approvisionnement national en hydrogène sans CO₂ et ses dérivés.

Bade-Wurtemberg : adapter les entreprises

Le Bade-Wurtemberg a pour ambition de devenir un **pionnier mondial de l'hydrogène** : industrie de l'hydrogène, piles à combustible et entreprises porteuses de projets hydrogène.

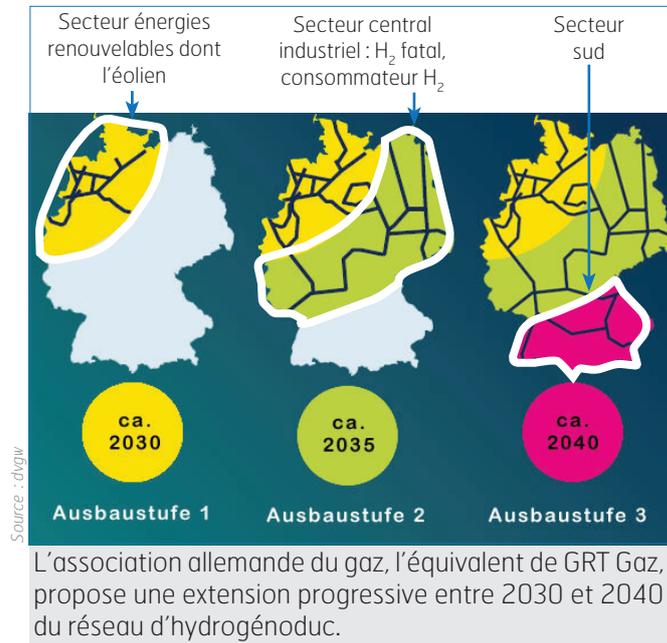
Une feuille de route hydrogène a été élaborée en étroite collaboration avec **les collectivités, les industriels de tailles diverses, les chercheurs et les universités**.

27 Actions ont été identifiées et sont regroupées dans 6 thèmes :

- 1 : Favoriser le développement de l'H₂ ;
- 2 : Faciliter la production, le stockage, la distribution ;
- 3 : Actions H₂ en faveur de l'industrie ;
- 4 : Actions H₂ en faveur de la mobilité ;
- 5 : Actions H₂ en faveur de la construction ;
- 6 : Actions H₂ en faveur la production d'électricité verte.

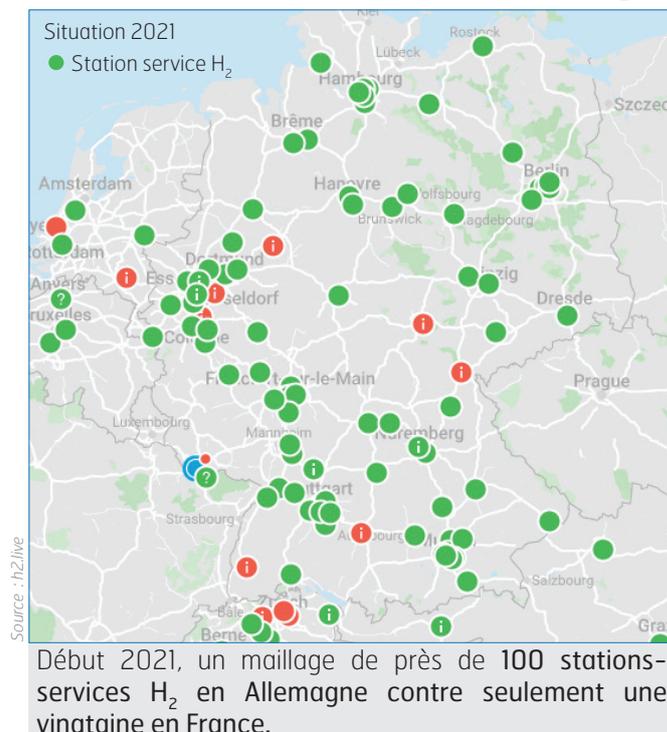
L'objectif recherché par le Land est **d'adapter** le tissu économique, dont l'industrie, au développement de l'hydrogène.

Développement potentiel d'hydrogénoduc



L'association allemande du gaz, l'équivalent de GRT Gaz, propose une extension progressive entre 2030 et 2040 du réseau d'hydrogénoduc.

Un réseau national de stations-services H₂



En Allemagne, le gouvernement a fait le choix d'un **réseau national de distribution de H₂** sur le même modèle que les stations essence. Début 2021, H2Mobility a déployé près de 100 stations dans des lieux stratégiques.

En 2024, il devrait y avoir **400 stations** en Allemagne ouvertes non seulement aux véhicules lourds, mais aussi aux voitures particulières H₂.

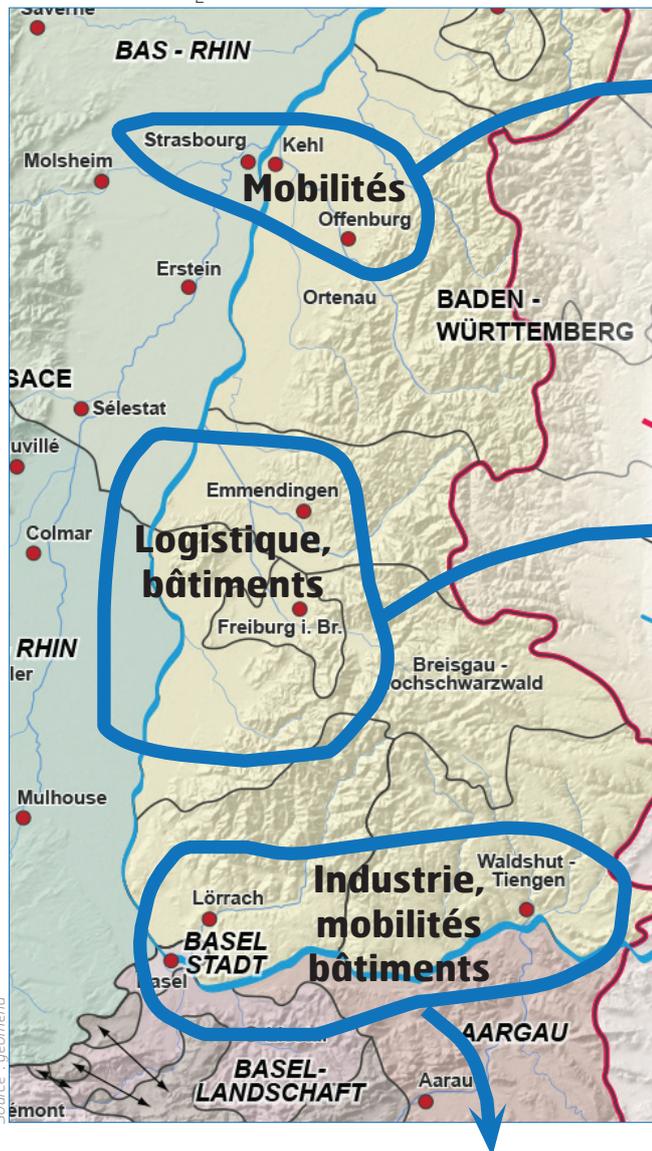
Zoom

Région modèle hydrogène vert de l'Oberrhein

L'association Klimapartner Oberrhein est une association financée à 50 % par des partenaires publics et à 50 % dans le cadre de mission de maîtrise d'œuvre, d'appels à projets, travaille avec des entreprises privées.

Les éléments présentés ci-dessous sont issus d'un appel à projet « région modèle hydrogène vert ». Il s'agit d'une vision de l'association Klimapartner Oberrhein. Elle doit alimenter les réflexions sur l'H₂ dans le sud du Rhin Supérieur.

Trois clusters H₂ identifiés



Cluster Strasbourg – Offenbourg

Un cluster est axé sur les mobilités.

Cluster Freiburg – Fessenheim

- Situation actuelle : démantèlement de la centrale de Fessenheim, potentiel de production d'H₂ en lien avec les usines hydroélectriques du Rhin côté France, peu de potentiel de production d'H₂ vert côté allemand, **grand potentiel d'usage transport**, importants consommateurs H₂ chimiques côté France le long du Rhin (Chalampé, Ottmarrsheim...) et peu d'entreprises chimiques consommatrices côté allemand.
- Quelques actions possibles : développer l'H₂ dans les usines hydrauliques du Rhin = usage industriel, logistique, mise en place d'hydrogénoduc, utilisation dans un nouveau quartier urbain à Fribourg, recherche et innovation H₂.
- Spécificité du secteur de Freiburg : très nombreuses entreprises de transport / logistique, **donc fort potentiel pour le développement de l'hydrogène pour les mobilités lourdes**, en prenant en compte les deux arguments suivants :
=> camions allant jusqu'en suisse souhaitant déroger à la taxe PL suisse en passant à l'hydrogène.
=> Hyundai, seul constructeur de camion H₂ en 2021 vend ses camions au minimum par 20-30 unités, les transporteurs vont devoir se **grouper pour passer commandes**.

Cluster Basel – Waldshut :

- Situation actuelle : électrolyseurs Energiedienst à Grenzach-Wyhlen et projet iw à Birsfelden, nombreuses entreprises chimiques et pharmaceutiques, important trafic PL local et en transit etc.
- Quelques actions possibles : construire de nouveaux électrolyseurs, rapprocher la production des besoins industriels, développer un réseau d'hydrogénoduc pour alimenter les industries, stations-services PL et les logisticiens, valorisation de la chaleur et de l'oxygène = réseau de chaleur...
- Spécificité : c'est le cluster le plus complet H₂

Pour les 3 clusters, des enjeux de formation et de qualification ont été identifiés par l'association. C'est un sujet prioritaire.

Suisse

Le cocktail détonnant électricité verte + taxe PL

Le contexte favorable.

=> *Un poids important joué par les taxes.*

La taxe poids lourds suisse ne s'applique pas aux camions H₂ car non polluants. Le coût kilométrique d'un camion à hydrogène, qui est bien plus cher à l'achat qu'un véhicule diesel, devient comparable à celui d'un camion classique thermique. Le surcoût pour les utilisateurs n'est pas très important. Il faut donc jouer sur l'aspect financier et les taxes pour favoriser les véhicules 0 carbone.

=> *Un terreau favorable à la production d'hydrogène vert.*

L'hydroélectricité assure plus de 60 % de la production suisse. C'est l'un des pays du monde qui dispose de la plus grande quantité d'énergie électrique issue d'une source hydraulique. La Suisse dispose également d'autres sources d'énergie renouvelable : solaire, éolien etc. Cela permet de produire de l'hydrogène vert facilement sans avoir à créer de nouvelles installations.

⊕ Une initiative privée

Hyundai Motor Company et l'entreprise suisse H2 Energy se sont alliées pour développer la mobilité à hydrogène. Un business plan viable a été monté en s'alliant à un distributeur de carburant prêt à investir dans la construction d'un réseau national pour alimenter des camions de la grande distribution : Coop, Migro ou de logisticien : Galliker etc. Ces camions assurent la demande en carburant «hydrogène vert» à 350 bars produit localement à base de sources d'énergie renouvelable (hydraulique, solaire, éolienne) par Hydros spider, un fournisseur d'énergie suisse. H2 Energy a réussi à mobiliser toute une filière pour développer un écosystème viable économiquement.

Sous l'impulsion d'entreprises privées, la Suisse est donc le premier pays du monde à lancer une nouvelle forme de mobilité zéro émission sur le plan national.



Source : www.swisscamion.ch

Poids lourd Hyundai H₂ : 35 tonnes, pouvant avoir une autonomie de près de 400 km. Hyundai est en train de développer des véhicules avec une autonomie de 1 000 km.



Source : www.agrola.ch

Un réseau de stations-services proposant de l'H₂ est en cours de déploiement à l'échelle de la Suisse.

⊕ Les perspectives de développement

D'ici 2025 il y aura 1 600 camions Hyundai à hydrogène en Suisse. La confédération est un site intéressant pour tester ces PL à H₂ en Europe : coût du gazole élevé, vignette PL. En juin 2021, 46 camions H₂ circulent déjà sur les routes helvétiques. Il y a également des projets de déploiement de stations hydrogène.

Pour Hyundai, c'est un modèle qui est replicable à d'autres territoires.

Zoom

Production d'hydrogène dans l'agglomération de Bâle.



Source : iwB

L'usine de production d'hydrogène vert jouxtera la centrale électrique de Birsfelden.

À Birsfelden, dans l'agglomération de Bâle, un électrolyseur va produire chaque année 260 tonnes d'hydrogène vert par an. Cela représente un potentiel de 3,2 M de km réalisés en camion. L'électricité utilisée pour l'électrolyse sera issue du barrage existant situé à côté de la future usine. Le site devrait être opérationnel en 2022.



3. Exemples d'applications

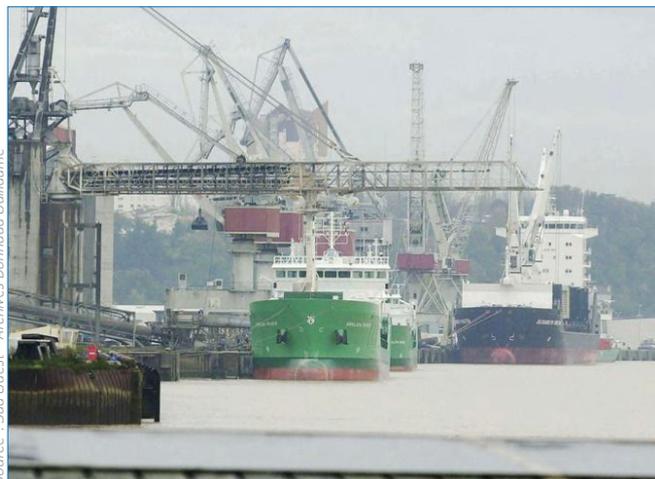
“ Synthèse

- Plusieurs procédés existent pour produire de l' H_2 vert : l' **H_2 fatal, le couplage ENR / électrolyseur, la production massive** etc.
- Malgré d'importants développements en cours, en 2021, **peu de modèles** de véhicules utilitaires, de PL, de bus / cars ou bien encore de trains H_2 sont disponibles sur le marché = > enjeu de réaliser des **commandes groupées**.
- La **grande technicité des écosystèmes H_2** , quelquesfois très complets comme à Saint-Avold pourrait être une source d'inspiration pour le Sud Alsace: production, réseau, industrie, mobilités lourdes etc.



Plusieurs façons de produire de l'H₂

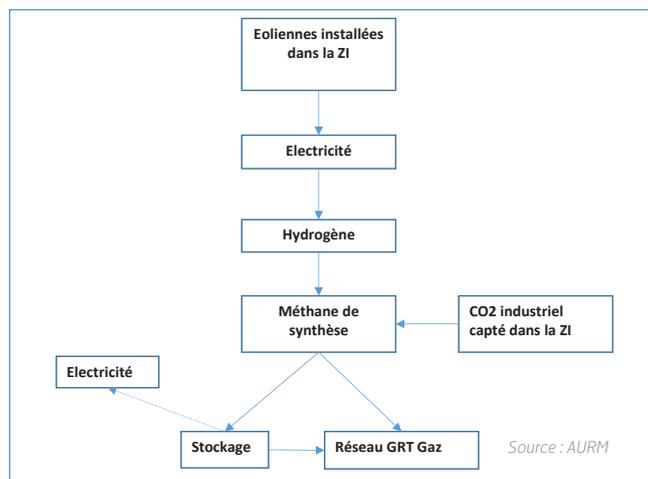
Valoriser l'hydrogène fatal



Source : Sud Ouest - Archives Bonnaud Guillaume

Bordeaux Métropole : une usine chimique, située dans le port de Bordeaux, produit 3 000 tonnes de H₂ fatal chaque année. L'objectif est de récupérer cet H₂ en le purifiant, le reconditionnant et en le distribuant au moyen d'un hub territorial. Ce dernier pourrait alimenter les industries, les péniches, les trains, les activités du port (logistique et usages stationnaires) etc.

Un vecteur de stockage d'énergie



Fos-sur-Mer : pour équilibrer le réseau électrique, le projet porté par RTE consiste à transformer l'électricité produite par des éoliennes en H₂, lui-même transformé en méthane de synthèse grâce à la captation du CO₂ d'un industriel voisin. Ce méthane peut être stocké sur une longue période et injecté dans le réseau de gaz ou être transformée en électricité au besoin.

Produire de l'hydrogène vert

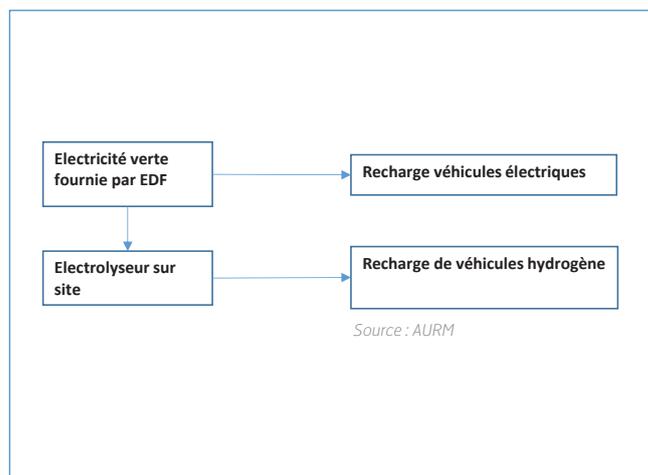


Source : Ouest France

Bouin, à proximité de Nantes : la start-up Lhyfe va installer des unités de production H₂ utilisant de l'électricité générée par des éoliennes. Il y a donc 0 émission de CO₂ de la production à l'utilisateur.

La production d'hydrogène vert peut être également couplée avec des usines hydroélectriques ou des parcs solaires. Le niveau de production dépend de la puissance électrique disponible.

Proximité production / usage



Communauté d'agglomération de Sarreguemine : une station-service H₂ a été inaugurée en 2017. EDF fournit de l'électricité verte à la station où les véhicules électriques peuvent venir recharger leur batterie. Grâce à un électrolyseur installé dans la station, cette énergie est transformée en hydrogène vert pour des véhicules livrés par l'entreprise Symbio à des utilisateurs publics comme privés.

Ce résultat est le fruit de 2 années de collaboration étroite entre la CA, propriétaire et exploitante de la station, EDF, McPhy et EIFER.

L'enjeu d'une production massive

Dunkerque : une usine va produire 3 % de l'H₂ nationale

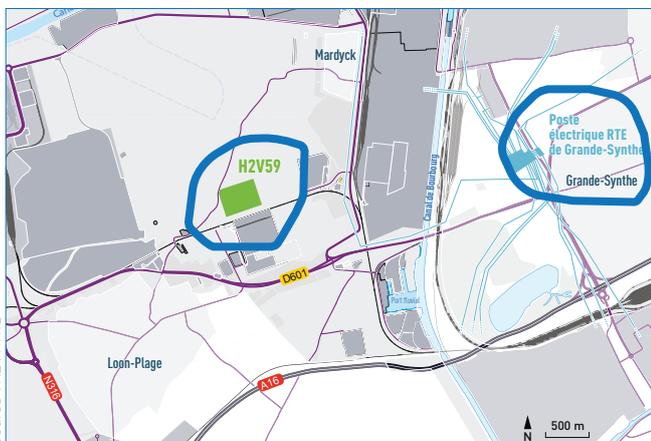
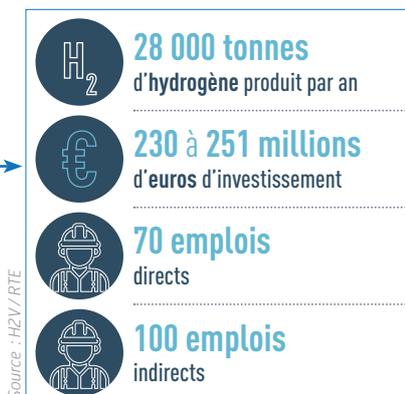
Le projet H2V59 consiste à créer une usine de production d'hydrogène vert. Elle sera implantée sur un terrain du Grand port maritime de Dunkerque (GPMD), sur la commune de Loon-Plage. L'usine H2V59 doit être raccordée au réseau public de transport d'électricité.

L'hydrogène serait produit avec un impact environnemental très faible grâce à l'électrolyse de l'eau.

L'hydrogène produit est dit « vert » et serait injecté dans le réseau de transport du gaz naturel. L'hydrogène, dont la combustion génère beaucoup d'énergie et aucun gaz à effet de serre, pourrait ensuite être utilisé pour produire de la chaleur ou de l'électricité.

Le projet H2V59 est ainsi la première usine de la société dédiée au **power-to-gas**. Le projet devrait voir le jour en 2023 et produira **28 000 tonnes d'hydrogène par an**, soit 3 % de la production nationale H₂. Elle sera la **plus grande usine de production d'hydrogène vert de France**.

Chiffres clés



La proximité d'un réseau électrique de grande puissance, d'un réseau de gaz, d'industries consommatrices d'H₂ gris, une forte implication de la collectivité dans la transition énergétique ont pesé dans le choix de la société H2V pour son implantation à Dunkerque.

Reconvertir une ancienne centrale à Charbon



Source : www.h2-mobile.fr

Hambourg – Allemagne : à partir de 2025, de l'hydrogène vert devrait être produit à grande échelle sur le site de la centrale au charbon déclassée de Moorburg. L'hydrogène vert sera produit à partir de l'énergie éolienne et solaire. D'une capacité de **100 mégawatts**, la centrale pourrait être la plus grande d'Europe. L'agglomération souhaite reconverter les réseaux de gaz du port afin que les grandes entreprises industrielles puissent également s'approvisionner en hydrogène. Les quais existants de la centrale pourraient également être utilisés à l'avenir pour livrer de l'hydrogène vert par bateau.

Des usines gigantesques d'H2 vert



Source : www.h2-mobile.fr

Pays-Bas : le groupe néerlandais Shell a récemment fait savoir qu'il travaillait avec Gasunie, société gazière hollandaise, à la mise sur pied d'une gigantesque usine de production d'hydrogène renouvelable. **L'électricité proviendrait d'installations d'éoliennes offshore.**

Cette gigantesque usine pourrait produire **800 000 tonnes d'hydrogène par an**, l'équivalent de la production française en 2021. Cela permettrait aux Pays-Bas d'éviter plus de 7 mégatonnes de CO₂ par an. Le site pourrait être opérationnel à la fin de la décennie.

En 2021, peu de modèles de véhicules H₂

Taxis H₂



Source : www.automobile-propre.com

Taxi Hype - Paris : avant, les sociétés de taxi privilégiaient le diesel pour des impératifs économiques. Maintenant il y a les **impératifs écologiques** : fin annoncée du Diesel à Paris en 2024, nouvelles normes environnementales. La société de taxi Hype est pionnière dans le domaine avec sa flotte de taxis à hydrogène de marque Toyota et Hyundai. À Paris un taxi H₂ fait 200-250 km / jour. L'autonomie est de 500 km. Certains clients souhaitent utiliser les taxis Hype car ils sont écologiques.

Camion H₂



Source : Daimler Truck

Mercedes-Benz GenH2 Truck : Daimler Trucks a choisi de développer des poids lourds équipés de piles à combustible. Ces camions doivent pouvoir effectuer des transports longue distance avec une autonomie allant jusqu'à 1 000 km. Daimler Trucks prévoit de débiter les essais clients en 2023. La production en série débutera dans la seconde partie de la décennie. En 2021, le coréen Hyundai produit des PL en série. Hyzon Motors allié avec DAF propose à la commande des camions H₂.

Développement d'utilitaires H₂



Source : Alstom

Constructeurs automobiles : la fin des véhicules thermiques, l'obligation de verdir leur flotte, sous peine de lourdes amendes, conduisent l'industrie automobile à développer des véhicules électriques à batterie, mais aussi à hydrogène, voire des véhicules hybrides batterie et hydrogène. Pour ses véhicules utilitaires, Stellantis prévoit d'équiper l'Opel Vivaro, le Citroën Jumpy et le Peugeot Expert avec ce mode de propulsion. L'hydrogène fournit une plus grande autonomie que l'électrique et un réservoir se remplit en trois minutes seulement.

Train H₂



Source : Alstom

TER Grand Est et Bourgogne : pour avoir une alternative verte au TER diesel, ces deux Autorités Organisatrices de Mobilité (AOM) ont passé commande de rames à hydrogène à Alstom. La Région Grand Est a passé commande pour trois rames hybrides fonctionnant à l'électricité et à l'hydrogène et deux rames optionnelles. Les rames devraient circuler à l'horizon 2025.

La grande technicité des écosystèmes

Le projet de production H₂ à Dijon

Des bus et des BOM H₂

L'agglomération de Dijon va passer **44 camions** de ramassage des ordures ménagères et **180 bus** à l'hydrogène.

La collectivité s'est alliée à celles d'Angers et de Le Mans pour lancer un appel d'offres conjoint pour l'achat des bus et des bennes. En effet, les bus à hydrogène sont encore très chers. En raison du manque de concurrence et du coût des nouvelles technologies, ces bus sont 2,5 fois plus onéreux que des bus thermiques.

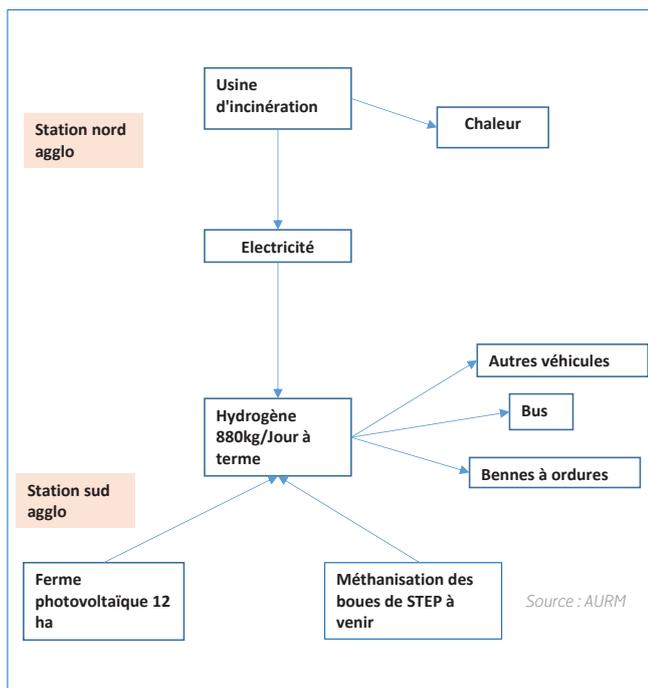
Une production locale d'H₂ vert.

L'hydrogène aura pour origine :

- La **combustion des ordures ménagères** : dégagement de chaleur et production d'électricité permettent de fabriquer de l'hydrogène vert.
- **14 ha de panneaux photovoltaïques** : production d'électricité verte, donc d'hydrogène vert.

Il y a une véritable filière énergétique locale qui est en train de se développer. L'hydrogène produit alimentera à terme deux stations de recharge.

Le projet reviendra à 100 M€ à l'horizon 2030. Les aides de l'ADEME, de la Région Bourgogne-Franche-Comté et de l'Europe s'élèvent à 19,5 M€.



Une organisation du projet assez complexe

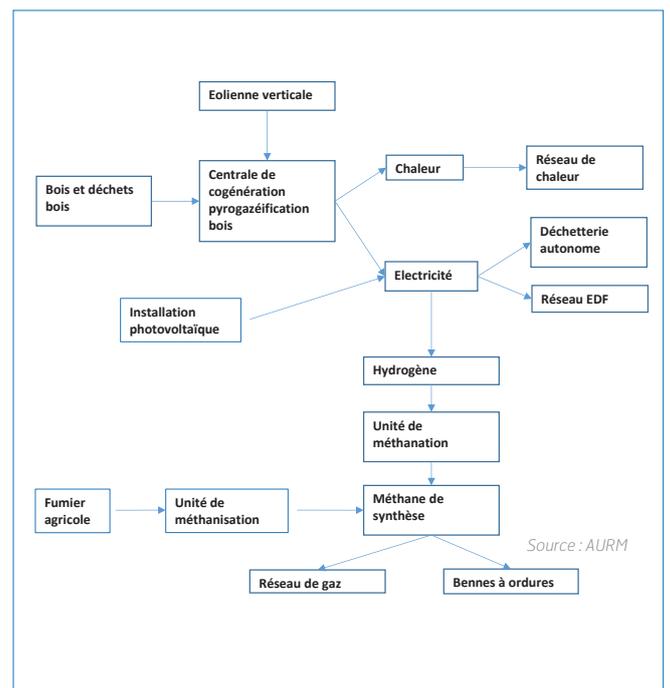
Certains projets d'une grande complexité



Source : LesEchos

Une déchetterie des plus bandes que la communauté de communes Pays Haut Val d'Alzette entend transformer en centrale multi-énergies renouvelables.

Même de petites agglomérations lancent des projets. Par exemple, la communauté de communes du Pays Haut Val d'Alzette, 30 000 habitants en Moselle et Meurthe et Moselle, développe deux projets combinant l'éolien, le solaire, la valorisation des déchets bois pour produire de l'hydrogène finalement converti en méthane pour alimenter des véhicules roulant au gaz.



Source : AURM

Un très grand niveau de technicité du système.

Des intégrations fortes

Secteur de Saint-Avold : un projet d'écosystème H₂ complet combinant les usages mobilités et industriels à une échelle transfrontalière

La fermeture d'une centrale thermique : point de départ de la démarche

La centrale électrique à charbon de Saint-Avold va cesser son activité. Le territoire a pour ambition de lancer un projet H₂ sur le site de l'ancienne centrale dès 2023.

Certaines infrastructures de production seront réutilisées. L'objectif est de développer une filière H₂, en proposant, par exemple, des formations prenant en compte les nouvelles techniques hydrogène.

Développer la production H₂ et les usages

Le projet EMIL'Hy consiste à produire de l'hydrogène vert pour les usages :

- mobilités ;
- et industriels pour alimenter les entreprises du secteur.

Un réseau de transport H₂

En complément du projet EMIL'Hy, la démarche mozaHyc repose sur la valorisation d'infrastructures de distribution gaz (GRT gaz et opérateurs allemands).

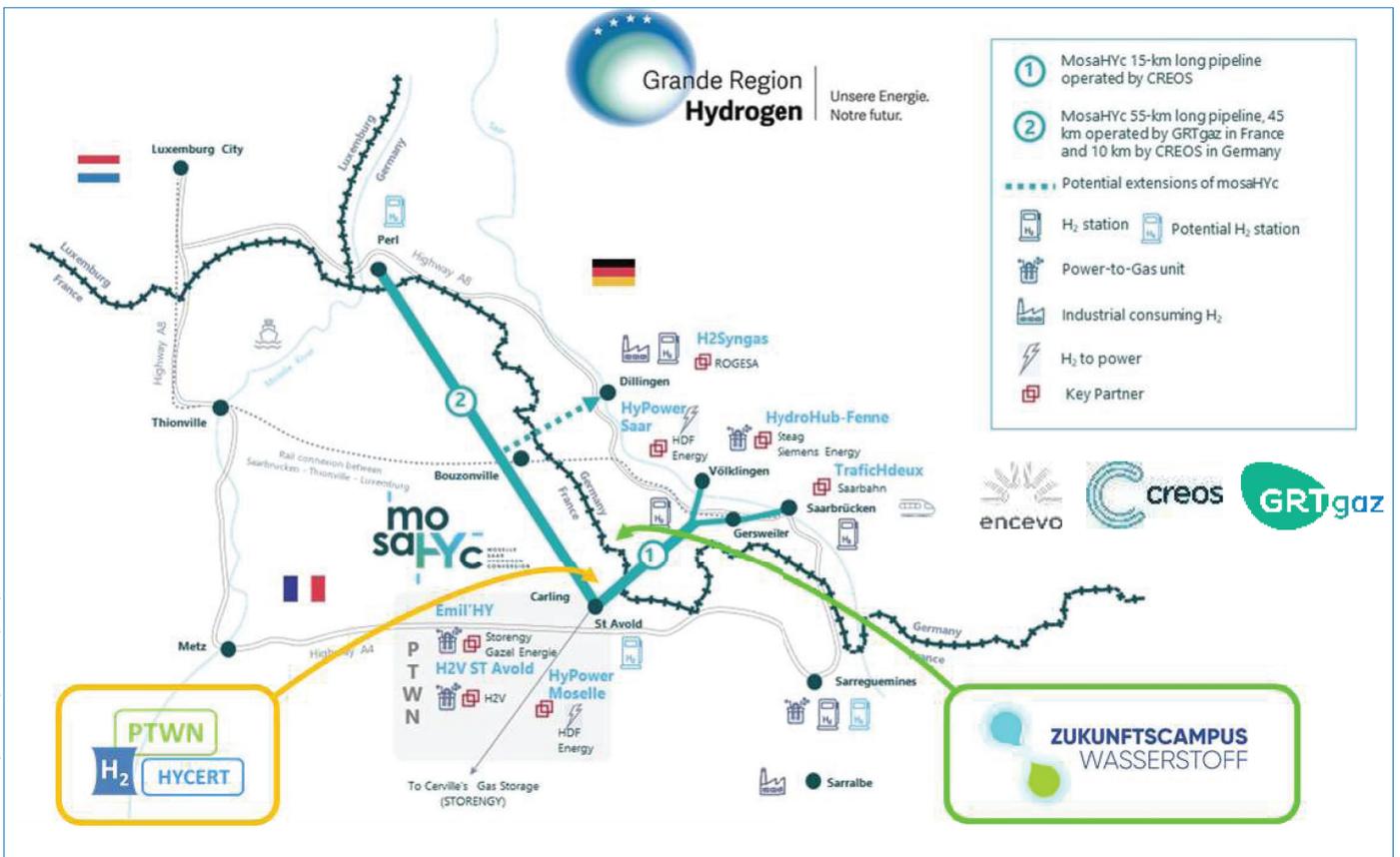
Le réseau est en place. Les pipes sont des tuyaux pour le gaz naturel. Ils seront reconvertis pour l'H₂ et connecteront la France et l'Allemagne et de Luxembourg. L'hydrogène sera produit par EMIL'Hy.

Un écosystème complet et transfrontalier

Pour faire court, ce projet repose sur la production H₂, un réseau de distribution et des clients potentiels.

Un grand aciériste allemand est situé à quelques kilomètres du pipe. La création de quelques kilomètres de réseau H₂ permettra de le raccorder.

Un véritable écosystème industriel pourrait donc voir le jour. Il y a également projet de créer un pipe jusqu'à Nancy pour stocker l'H₂ en cavité saline.



Secteur de Saint-Avold : un écosystème hydrogène territorial complet et transfrontalier.

4. Etat des lieux m2A & Sud Alsace

“ Synthèse

→ La région mulhousienne et plus largement le Sud Alsace présentent :

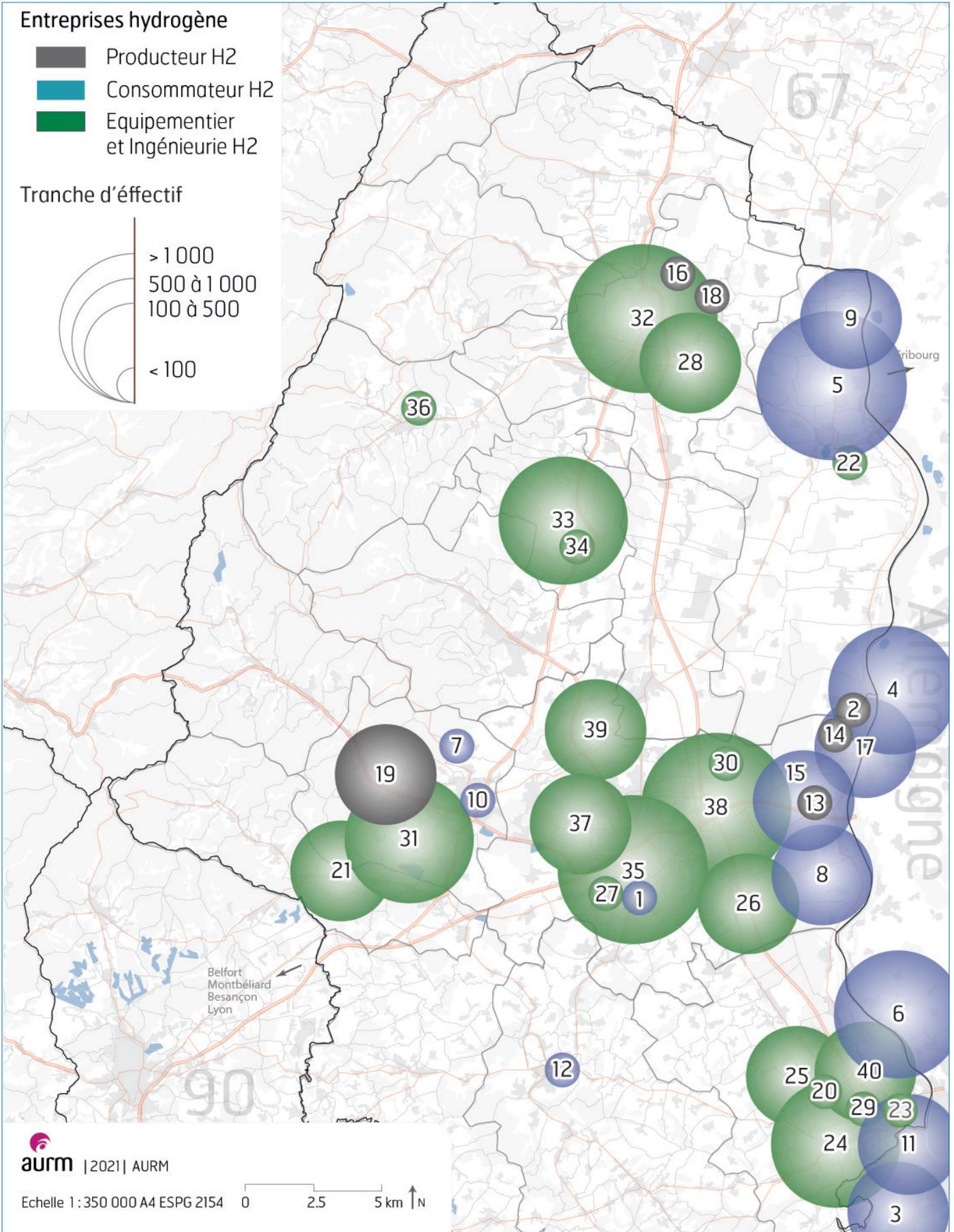
- De **nombreuses** et une **grande diversité** d'entreprises potentiellement H₂ : production, consommation et équipements / ingénierie H₂ ;
- Un **réseau dense de transport de gaz naturel** et un **réseau local H₂** dans la ZA Chalampé / Hombourg ;
- La **forte concentration de PL** dans m2A et **des mobilités lourdes** bien présentes : TER thermique, transport fluvial, l'EuroAirport, bus/cars et de nombreuses sociétés de taxis et d'ambulances ;
- De **multiples initiatives H₂** à amplifier et à coordonner.

→ Conclusion :

- Les écosystèmes H₂ m2A et Sud Alsace présentent un **très fort potentiel pour les usages industriels et les mobilités lourdes** ;
- Ils présentent également la spécificité de concentrer des équipementiers et de l'ingénierie intégrant l'H₂ ;
- Ils pourraient prendre plus d'ampleur en ayant une **dimension transfrontalière** = PL H₂ Suisse, hydrogénéoduc etc. et en se rapprochant de l'**écosystème H₂ Nord Franche-Comté** spécialisé dans la formation, la recherche...

4. Etat des lieux

Les entreprises potentielles "hydrogène" en 2020



Les 40 entreprises H₂ identifiées dans le département se localisent principalement le long du Rhin, dans les agglomérations de Mulhouse, de Saint-Louis de Colmar et de Thann-Cernay.

De nombreuses et diverses entreprises potentiellement H₂

Il n'existe pas de nomenclature hydrogène dans le fichier SIRENE. L'Agence d'urbanisme a réalisé un travail spécifique de repérage des **entreprises potentiellement hydrogènes => Pour en savoir plus, cf. annexe "Identifier les entreprises potentielles H₂" P 44**

Les entreprises hydrogène sont classées en 3 grandes catégories : 1-Producteur d'hydrogène, y compris fatal, 2-Consommateur d'hydrogène, 3- Ingénierie & équipementiers s'adaptant au développement de l'hydrogène.

Attention ! La liste ci-dessous n'est pas exhaustive. Elle constitue une première base de travail.

PRODUCTEURS H₂

N°	Nom établissement	Tranche effectif	Commune
13	AIR LIQUIDE	<100	OTTMARSHEIM
14	AIR PRODUCTS	<100	BANTZENHEIM
16	BOSTIK	<100	COLMAR
17	LINDE	<100	CHALAMPE
18	MESSER	<100	COLMAR
19	VYNOVA PPC	100 à 500	THANN

Source : SIRENE 2020, traitement AURM

Les six producteurs H₂ identifiés se localisent sur la plate-forme chimique de Chalampé, d'Ottmarsheim, dans le secteur de Thann-Cernay et de Colmar. Il s'agit par exemple des entreprises Linde, Air Product ou bien encore Vynova PPC (hydrogène fatal).

=> Conclusion : une production concentrée dans trois secteurs.

CONSOUMMATEURS H₂

N°	Nom établissement	Tranche effectif	Commune
1	ADEKA POLYMER	<100	MULHOUSE
2	ALSACHIMIE	500 à 1000	CHALAMPE
3	BASF	100 à 500	HUNINGUE
4	BUTACHIMIE	100 à 500	CHALAMPE
5	CONSTELLIUM	>1000	BIESHEIM
6	DSM	500 à 1000	VILLAGE-NEUF
7	DU PONT	<100	UFFHOLTZ
8	EUROGLAS	100 à 500	HOMBOURG
9	SCA Tissue	100 à 500	KUNHEIM
10	STOCKMEIER	<100	CERNAY
11	WELEDA	100 à 500	HUNINGUE
12	WESTRAND	<100	ALTKIRCH
15	BOREALIS	100 à 500	OTTMARSHEIM

Source : SIRENE 2020, traitement AURM

La démarche a identifié **treize consommateurs potentiels d'H₂**. Ils se localisent le long du Rhin, sur les plateformes chimiques de Huningue, de Chalampé et d'Ottmarsheim, de production d'aluminium à Biesheim.

Il y a une forte proximité entre la production et la consommation massive d'H₂. Par exemple, Linde produit de l'H₂ à partir de gaz naturel et alimente en hydrogène Butachimie, Boréalys ou bien encore Euroglas.

=> Conclusion : des consommateurs à proximité du Rhin.

INGENIERIES & EQUIPEMENTIERS H₂

N°	Nom établissement	Tranche effectif	Commune
20	A RAYMOND	<100	SAINT-LOUIS
22	BOYSEN	<100	ALGOLSHEIM
23	CLARIANT	<100	HUNINGUE
24	CRYOSTAR	500 à 1000	HESINGUE
21	DANGEL	100 à 500	SENTHEIM
25	DIEHL METERING	100 à 500	SAINT-LOUIS
26	EFFBE	100 à 500	HABSHEIM
27	EIFFAGE E. - CLEM.	>1000	MULHOUSE
28	EIFFAGE E. - CLEM.	100 à 500	COLMAR
29	EIFFAGE E. - CLEM.	<100	SAINT-LOUIS
30	FENWICK-LINDE	<100	SAUSHEIM
31	JOHN COCKERILL*	100 à 500	ASPACH
32	LIEBHERR	>1000	COLMAR
33	MAHLE BEHR	500 à 1000	ROUFFACH
34	MAHLE France	<100	ROUFFACH
35	MHI Mitsubishi	<100	MULHOUSE
36	Oeltechnik	<100	MUNSTER
37	PLASTIC OMNIUM	100 à 500	PFASTATT
38	PSA	>1000	SAUSHEIM
39	SIELEST	100 à 500	PULVERSHEIM
40	T.F.L.	100 à 500	HUNINGUE

* Entreprise en projet.

Source : SIRENE 2020, traitement AURM

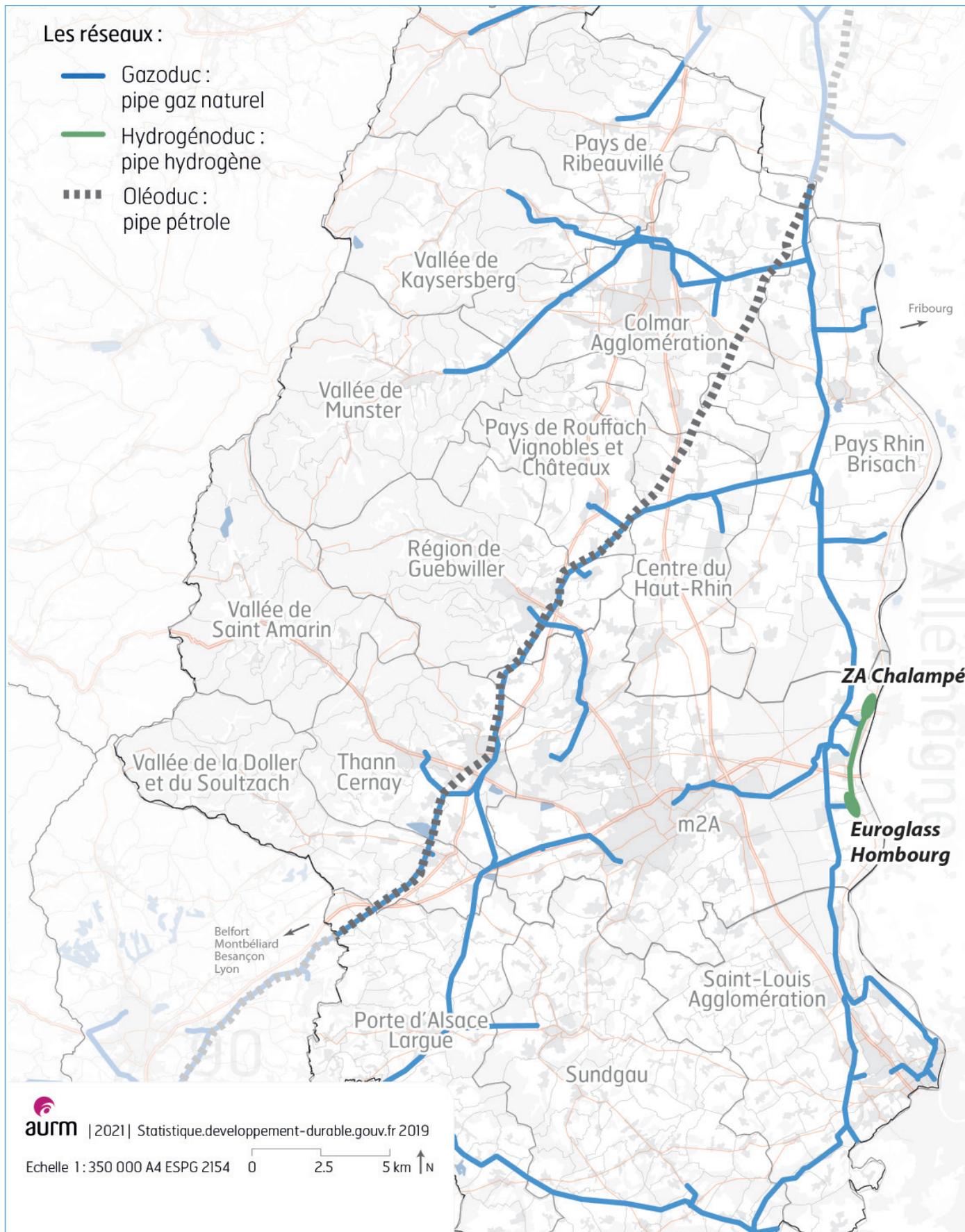
Les constructeurs automobiles : PSA, Dangel, leurs équipementiers : Faurecia, Mahle-Behr etc. et les constructeurs d'engins de chantiers ou miniers: Liebherr, prennent de plus en plus en compte l'hydrogène dans leur développement. Il y a également des entreprises travaillant sur des solutions hydrogène liquide comme Cryostar à Hésingue, ou le bureau R et D Rayce du groupe Raymond à Saint-Louis.

Le listing mentionne également **John Cockerill**, société belge, leader mondial de l'électrolyse de l'eau. À Aspach, ce groupe va créer une usine totalement intégrée. Début 2023, les premiers électrolyseurs sortiront des chaînes de fabrication. Le site comptera 250 emplois directs et générera 250 emplois indirects. L'entreprise concurrente, McPhy, va s'installer à 20 km, dans le secteur de Belfort.

=> Conclusion : des activités localisées dans les centres industriels de Mulhouse, Saint-Louis, Colmar et de Thann-Cernay.

4. Etat des lieux

Les réseaux de transport de gaz naturel



Le réseau de transport de gaz naturel est dense. Une conduite nord / sud court le long du Rhin. Le réseau contourne Mulhouse par le Nord et par le Sundgau. Un pipe hydrogène raccorde l'entreprise Linde de Chalampé à ses clients : Butachimie, Euroglas etc.

La densité du réseau de gaz naturel dans le Haut-Rhin : une opportunité pour l'H₂

⊕ Mélanger l'H₂ avec le gaz naturel

Le réseau de gaz existant, moyennant des adaptations, peut transporter de l'hydrogène vert mélangé au gaz naturel dans des proportions qui sont en cours de définition.

⊕ Un besoin hydrogénéoduc à moyen terme

Les molécules H₂ sont de petite taille. Le potentiel énergétique de l'H₂ est plus important que le gaz naturel.

Le transport de l'H₂ peut être envisagé par de la pose d'hydrogénéoduc et / ou de la conversion de gazoduc pour réduire les investissements. Dans ce dernier cas, les coûts sont divisés par 3.

D'ici une quinzaine d'années, il pourrait y avoir des pipes transportant l'hydrogène sur des centaines de km.

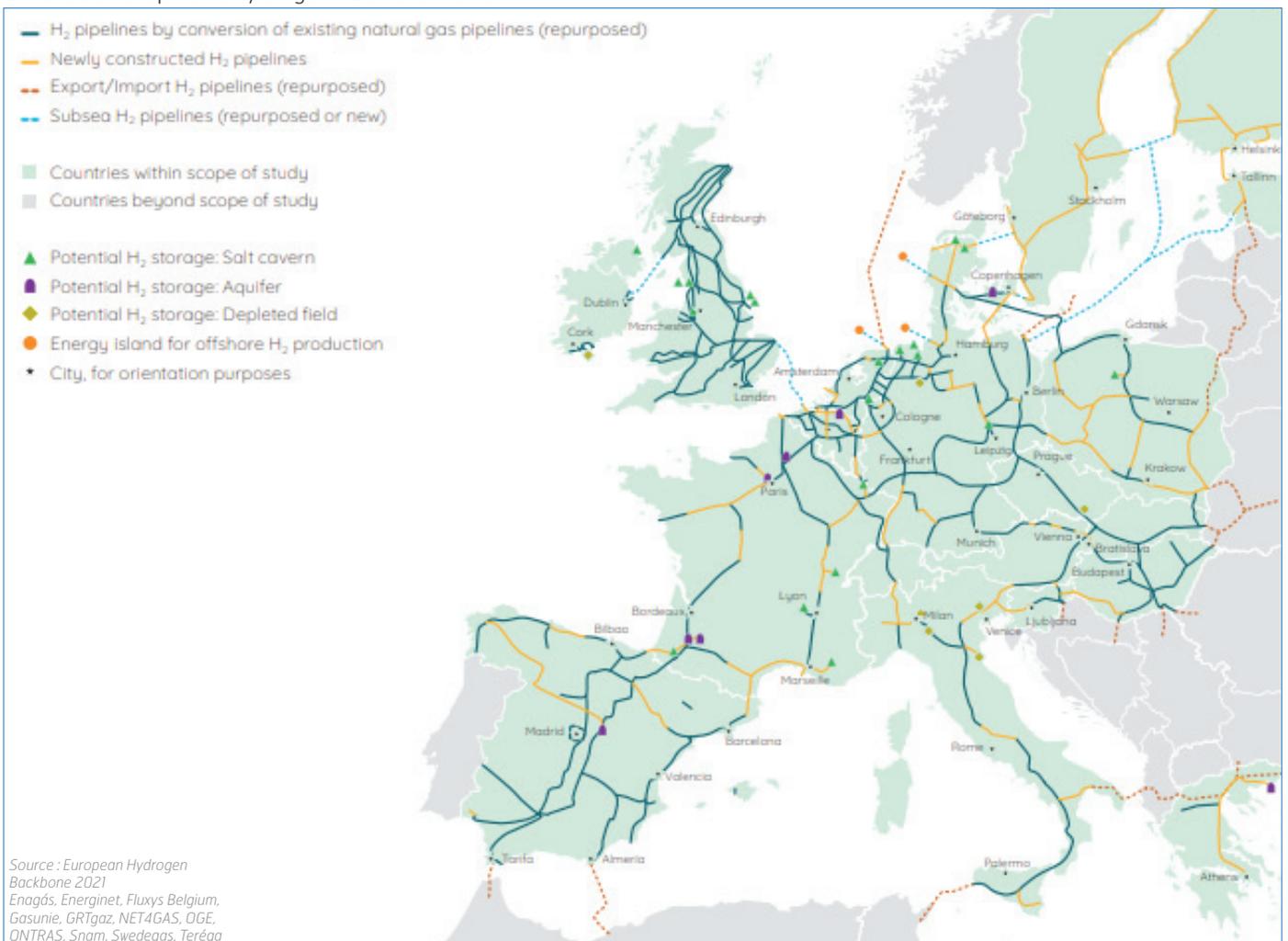
⊕ Un plan européen pour un réseau 100 % H₂

Il existe un plan national et européen avec pour objectif la création de 30 000 à 40 000 km de réseau 100 % hydrogène à travers l'UE. Ce plan a été élaboré par différents opérateurs gaziers nationaux dont GRT gaz.

L'objectif recherché par exemple par GRT Gaz, est de mettre en place une infrastructure H₂ locale connectée à l'échelle nationale. Il s'agit de pallier des défaillances comme une fermeture de sites de production ou la disparition d'un gros consommateur.

Le réseau H₂ va fonctionner un peu comme un réseau électrique où production et consommation doivent être constamment équilibrées.

Le réseau européen d'hydrogène 2040 en réflexion

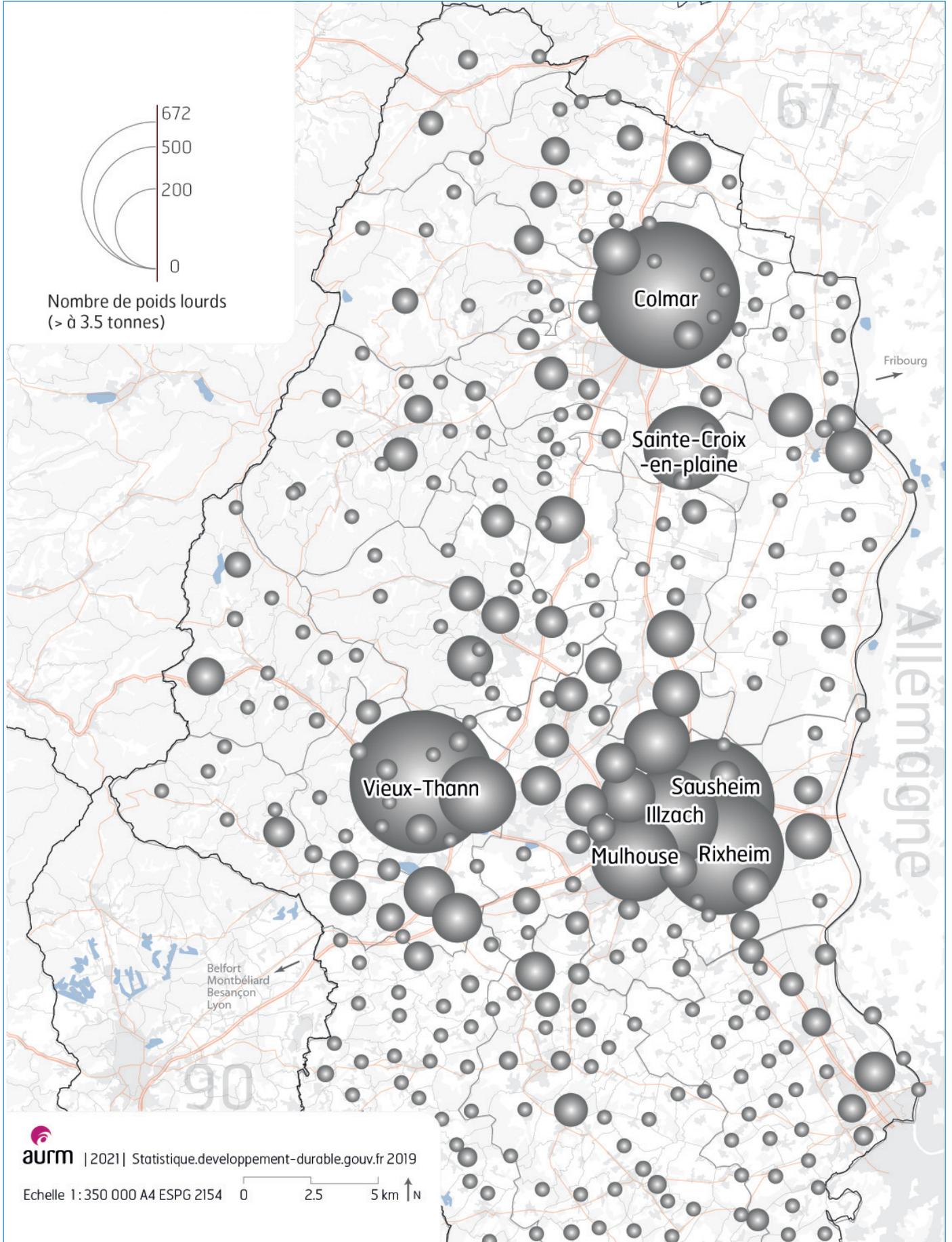


Le réseau d'hydrogénéoducs potentiel en 2040 imaginé par les opérateurs gaziers nationaux de l'UE. L'un de ces pipes H₂ pourrait passer par le Sud Alsace.

4. Etat des lieux



Le parc de PL par commune en 2020



Un important parc poids lourds dans l'agglomération mulhousienne, à Colmar et à Vieux-Thann.

La forte concentration de PL dans m2A

➔ Dans m2A, une forte concentration de PL à Illzach, Sausheim et Rixheim

Près de 7 000 poids lourds sont immatriculés dans Haut-Rhin dont 2 400 dans m2A. L'important parc de poids lourds dans m2A s'explique par la présence de nombreux transporteurs routiers dans les secteurs de Rixheim, Sausheim et d'Illzach : Portmann, Riss et Hammes, Hemmerlin, Gefco, Trans'hit International etc. Ces transporteurs sont installés à proximité de PSA, dans les ZA de l'Île Napoléon, de l'Espale et de Rixheim.

➔ La moitié des PL a moins de 7 ans

49 % à l'échelle du Haut-Rhin et 54 % des PL de m2A ont la vignette Crit'Air 2. La moitié du parc de PL a donc moins de 7 ans. Les PL roulent quasi exclusivement au diesel.

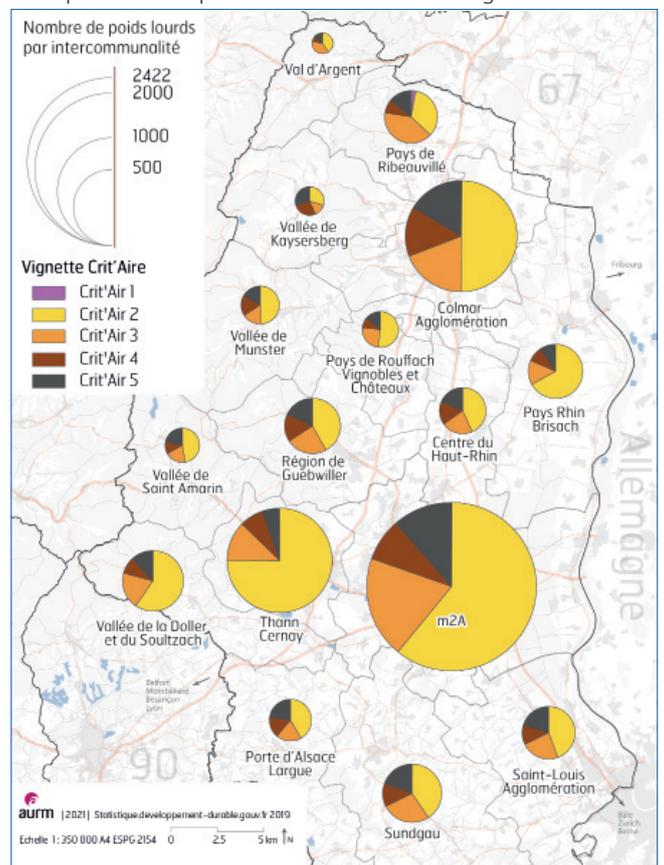
➔ Une durée de vie moyenne des PL de 10-15 ans

Plus le tonnage des camions augmente, plus la durée de vie en termes de kilométrage augmente.

- 3,5 tonnes = > 300 000 km.
- 19 tonnes = > 500 000 km.
- 40 tonnes = > 750 000 km.

On peut supposer que le nombre de km réalisés par an augmente en fonction du tonnage. C'est pourquoi, quelle que soit la taille du camion, il est raisonnable de fixer une durée de vie des PL oscillant entre 10 et 15 ans.

La répartition du parc PL en fonction des vignettes Crit'Air



Malgré quelques disparités locales liées à la faiblesse des effectifs, la moitié des PL relève de la vignette Crit'Air 2.

Classement Certificat qualité de l'air Poids lourds, autobus et autocar

NORME EURO (inscrite sur la carte grise) ou, à défaut, date de 1^{re} immatriculation

	Tous les véhicules 100% électriques et hydrogènes
	Tous les véhicules gaz et les véhicules hybrides rechargeables
Essence et autres	Diesel
	Euro 6 À partir du 1 ^{er} janvier 2014
	Euro 5 Entre le 1 ^{er} octobre 2009 et le 31 décembre 2013 inclus
	Euro 6 À partir du 1 ^{er} janvier 2014
	Euro 3 et 4 Entre le 1 ^{er} octobre 2001 et le 30 septembre 2009 inclus
	Euro 5 Entre le 1 ^{er} octobre 2009 et le 31 décembre 2013 inclus
	Euro 4 Entre le 1 ^{er} octobre 2006 et le 30 septembre 2009 inclus
	Euro 3 Entre le 1 ^{er} octobre 2001 et le 30 septembre 2006 inclus
	Euro 1, 2 et avant Jusqu'au 30 septembre 2001

Pour obtenir son certificat qualité de l'air www.certificat-air.gouv.fr

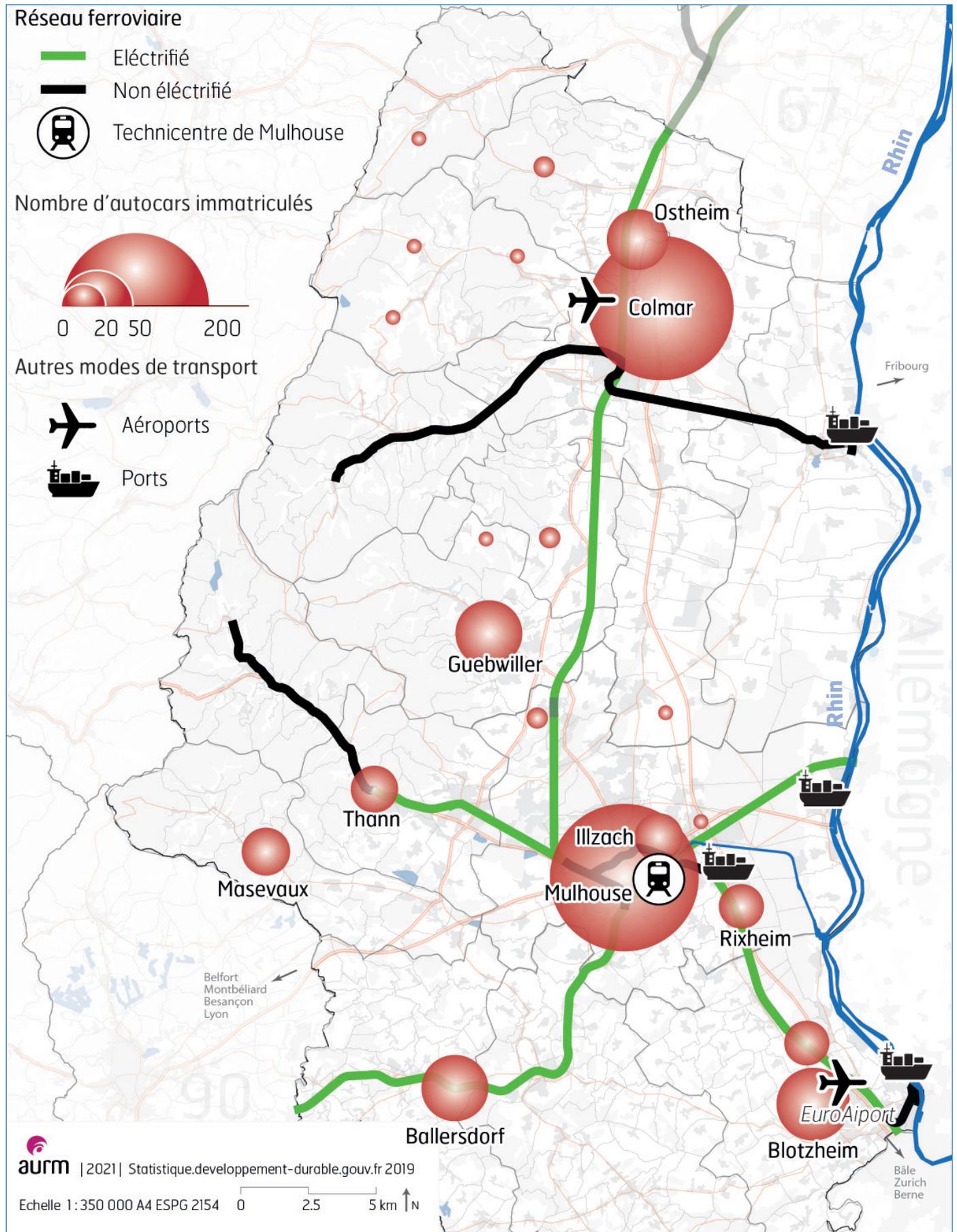
Pour en savoir plus, consultez l'arrêté du 20/05/2017 établissant la nomenclature des véhicules : <https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000002749723&categorieLien=id>

➔ L'enjeu de décarboner la flotte PL

Dans les 5 à 10 ans qui viennent, la majorité du parc PL arrivera en fin de vie. À l'échelle locale, il conviendra d'accompagner la transformation vers une flotte plus propre avec de nouvelles énergies : hydrogène pour la longue distance, électricité et / ou biogaz pour le dernier kilomètre dans l'agglomération. Avec 2 400 PL dans l'agglomération mulhousienne, le défi est de taille !

4. Etat des lieux

TER, bus, fluvial et l'aérien



Des mobilités lourdes bien présentes

⊕ Un terreau favorable à l'hydrogène

Les réseaux bus dans les agglomérations de Saint-Louis, Colmar et Mulhouse, des trains TER thermiques, des ports fluviaux et le 5^e aéroport de province de France, sont autant de services de transports lourds qui pourraient potentiellement basculer vers l'H₂ à moyen / long terme.

⊕ Des rames TER thermiques

Mulhouse abrite un technicentre SNCF assurant la maintenance des TER électriques et thermiques. Il n'y a pas, à proprement parler, de parc rattaché à une gare ou à un site. TER Grand Est exploite son parc dans des roulements de matériel qui vont parfois de Sarreguemines à Belfort. Pour assurer les dessertes non électrifiées que sont Mulhouse-Thann- Kruth (électrifié uniquement pour le tram-train) et Colmar-Metzeral, SNCF Mobilités fait rouler 6 autorails X73500 / 900 et 3 XGC à 3 caisses thermiques dans le Haut-Rhin. Ces engins sont entretenus à Mulhouse et à Strasbourg, en fonction des opérations de maintenance à réaliser. Ces rames TER ne sont pas mutables vers l'H₂.

La Région Grand Est va acquérir 3 trains TER H₂, des Alstom Regiolis, en 2021. Ces rames devraient circuler d'ici 2025 sur certaines lignes de la RGE à définir.

⊕ Un important parc de bus / cars

Près de 700 bus /cars sont immatriculés dans Haut-Rhin dont 244 dans m2A. L'agglomération de Mulhouse concentre plus du tiers du parc du département. Cela s'explique par la présence de Soléa.

Le parc de bus / cars est également important à Colmar et à Saint-Louis en raison de la présence de réseaux urbains.

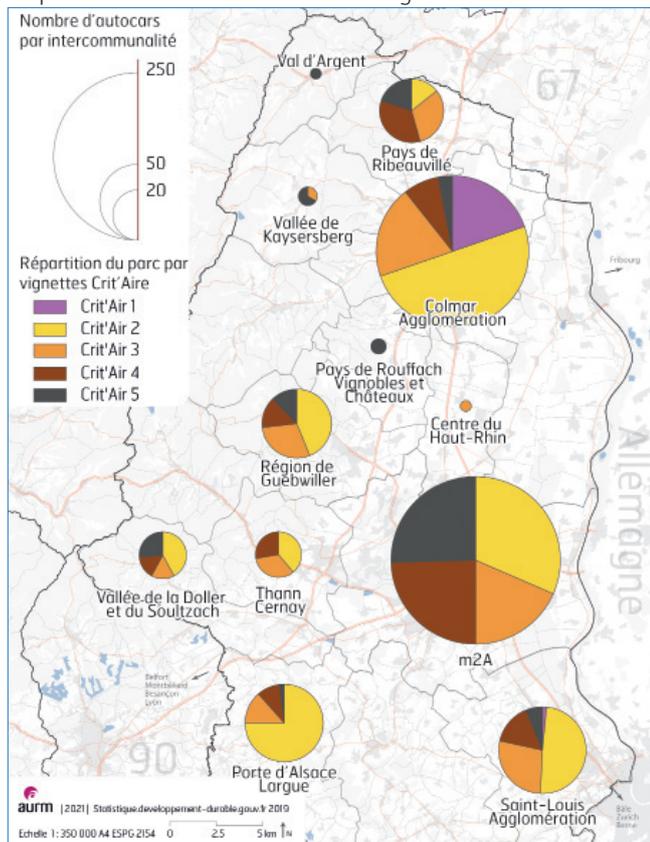
Des communes périurbaines et rurales disposent d'entreprises de transport local d'autocars destinés aux lignes scolaires de la Région Grand Est.

⊕ De nombreuses sociétés de taxis

Le Haut-Rhin compte 224 entreprises de taxis dont 106 à Mulhouse, 46 à Colmar et 24 à Saint-Louis Agglomération. La présence de gares TGV et de l'aéroport sont des importants vecteurs d'usage de taxis.

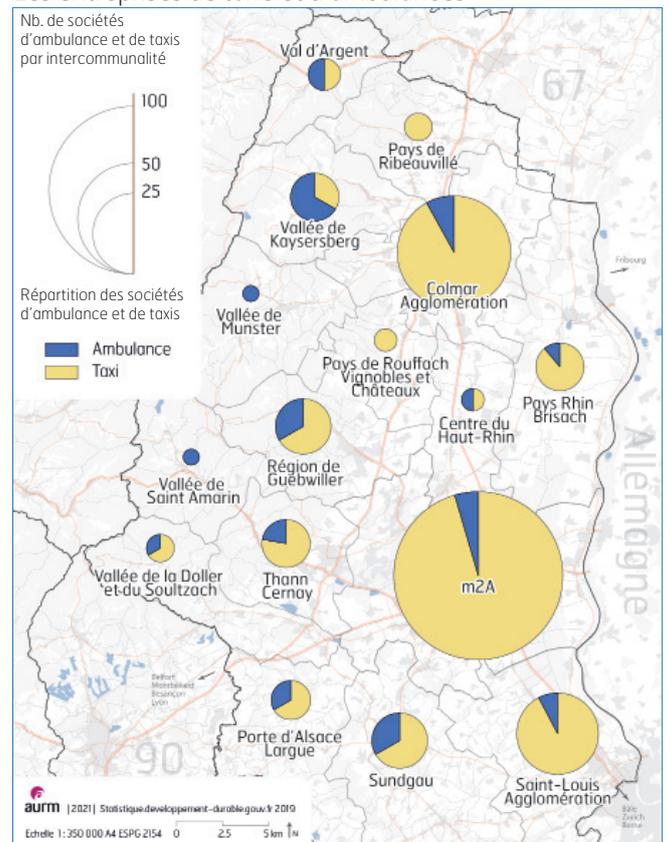
Les taxis réalisent de longs parcours. La voiture électrique n'est pas encore adaptée : besoin de recharge régulière. C'est pourquoi les taxis pourraient être des consommateurs potentiels d'hydrogène. Les taxis Hype ont par exemple fait le choix de l'H₂ à Paris.

Le parc bus / car en fonction des vignettes Crit'Air



La majorité du parc est en Crit'air 1 et 2. Quinze bus au biogaz circulent sur le réseau Soléa depuis le printemps 2021. D'ici à 2024, le tiers de la flotte des bus, y compris articulés, fonctionnera au biogaz, dans le cadre du renouvellement du parc.

Les entreprises de taxis et d'ambulances



Au-delà des taxis, les 36 entreprises d'ambulances, très présentes dans les territoires périurbains et ruraux, assurent des transports médicalisés, souvent sur de longues distances. Comme pour les taxis, l'hydrogène pourrait avoir l'avantage de l'autonomie.

Au-delà du Sud Alsace, des mobilités lourdes s'inscrivant à l'échelle du bassin rhénan

PL en transit + parc PL local : un important potentiel H₂

➔ PL en transit

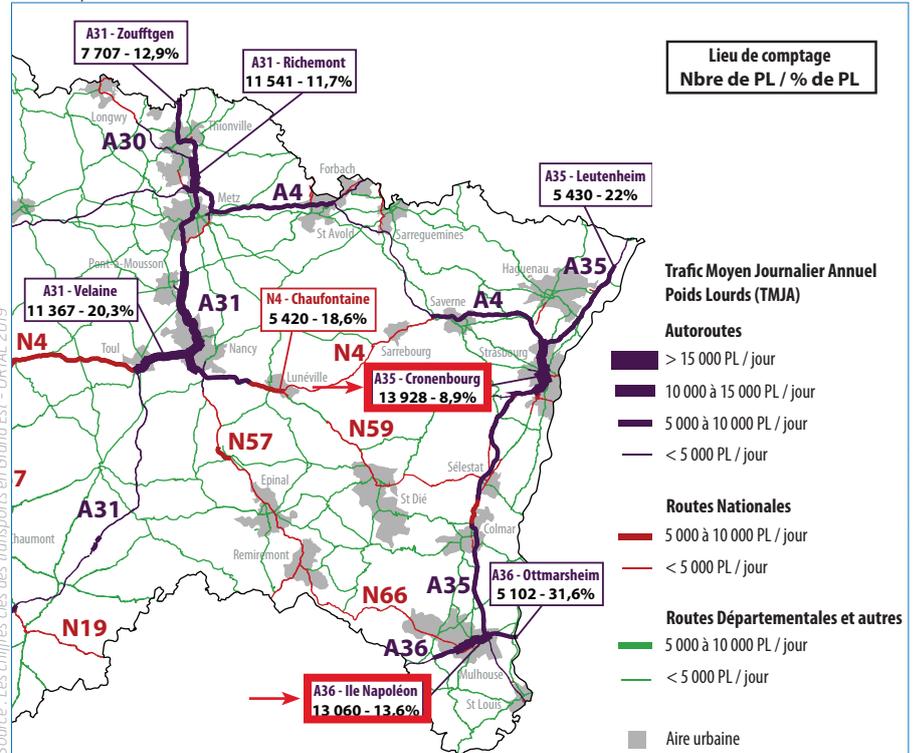
L'A 36 voit passer 13 000 PL / jour dans la traversée de Mulhouse. L'A 35 présente un trafic camion équivalent à hauteur de Strasbourg. Ce sont les plus importants trafics PL pouvant être relevés dans la Région Grand Est. L'A35 voit passer plusieurs milliers de PL quotidiennement.

L'Allemagne a instauré une taxe sur les poids lourds : la (LKW) Maut en 2005. La Suisse a instauré une taxe sur le trafic PL en transit en 2008. Côté français, le projet d'éco-taxe PL a été abandonné en 2013.

Depuis 2005, on constate un important report du trafic poids lourds sur l'A35 côté français.

Une solution globale pour une meilleure organisation des flux routiers de marchandises est à rechercher à l'échelle trinationale. La mise en place d'une taxe PL sur l'A 35 est actuellement étudiée par la CEA. L'encouragement à l'utilisation de camion à H₂ pourrait également avoir toute sa place.

Trafic poids lourds



Source : Les chiffres clés des transports en Grand Est - CRTAL - 2019

Les autoroutes des agglomérations strasbourgeoise et mulhousienne voient passer jusqu'à 13 000 PL par jour, un record à l'échelle du Grand Est.

Zoom

Simulations surcoûts H₂ parc local PL et bus-cars

Attention ! Ordres de grandeur à manier avec grande précaution

Projections nb. camions H₂ et surcoûts associés

	Nb. PL 2019	Stratégie H2 RGE - 2030		Hypothèse part 20 % PL H2	
		Nb. PL H2	Surcoûts PL H2	Nb. PL H2	Surcoûts PL H2
Région Grand Est	52 951	1 200	180 M€	10 590	1 589 M€
Haut-Rhin	6 800	154	23 M€	1 360	204 M€
m2A	2 422	55	8 M€	484	73 M€

La RGE projette 1 200 PL H₂ en 2030 dans sa stratégie. L'Agence d'urbanisme a fait l'hypothèse qu'un camion H₂ coûte 2 fois plus cher qu'un PL diesel : 300 k€ au lieu de 150k€. A l'échelle du Haut-Rhin, le surcoût s'élèverait à 23 M€ et pour m2A à 8 M€. Les surcoûts seraient plus importants avec une part de camion H₂ à 20 % : 73 M€ pour m2A.

Projections nb. bus-cars H₂ et surcoûts associés

	Nb. bus-cars 2019	Stratégie H2 RGE - 2030		Hypothèse part 50 % bus-cars H2	
		Nb. bus-cars H2	Surcoûts bus-cars H2	Nb. bus-cars H2	Surcoûts bus-cars H2
Région Grand Est	7 460	750	150 M€	3 730	746 M€
Haut-Rhin	776	78	16 M€	388	78 M€
m2A	244	25	5 M€	122	24 M€

La RGE projette 750 bus-cars H₂ en 2030. L'Agence d'urbanisme a fait l'hypothèse qu'un bus-car H₂ coûte 2 fois plus cher qu'un véhicule classique : 400 k€ au lieu de 200 k€. A l'échelle du Haut-Rhin, le surcoût s'élèverait à 16 M€ et pour m2A à 5 M€. Les surcoûts seraient plus importants avec une part bus-cars H₂ à 50 % : 24 M€ pour m2A.



Source : www.transportmedia.be

Maut : la taxe PL sur les autoroutes allemandes instaurée en 2005.



Le projet d'éco-taxe PL en France a été abandonné en 2013.

L'aérien, le fluvial et le ferroviaire : l'enjeu des usages H₂

➔ La richesse de l'offre ferroviaire

Strasbourg, Colmar, Mulhouse, Saint-Louis et Basel sont reliés chaque jour par une importante offre ferroviaire : 50 circulations TER 200. L'offre est complétée entre Mulhouse et Basel par 46 trains TER omnibus soit 96 circulations ferroviaires, hors TGV.

Karlsruhe, Baden-Baden, Freiburg et Bâle sont connectés par une desserte allant jusqu'à 44 ICE / jour. L'offre est complétée par une cinquantaine de trains omnibus reliant Freiburg et Bâle. L'offre ferroviaire est importante et relativement proche de part et d'autre du Rhin.

Les agglomérations du Rhin Supérieur disposent d'une riche offre périurbaine S-Bahn côté suisse et allemand et de TER cadencés côté français. **Un certain nombre de voies ne sont pas électrifiées. Elles pourraient être empruntées par des trains hydrogènes.**

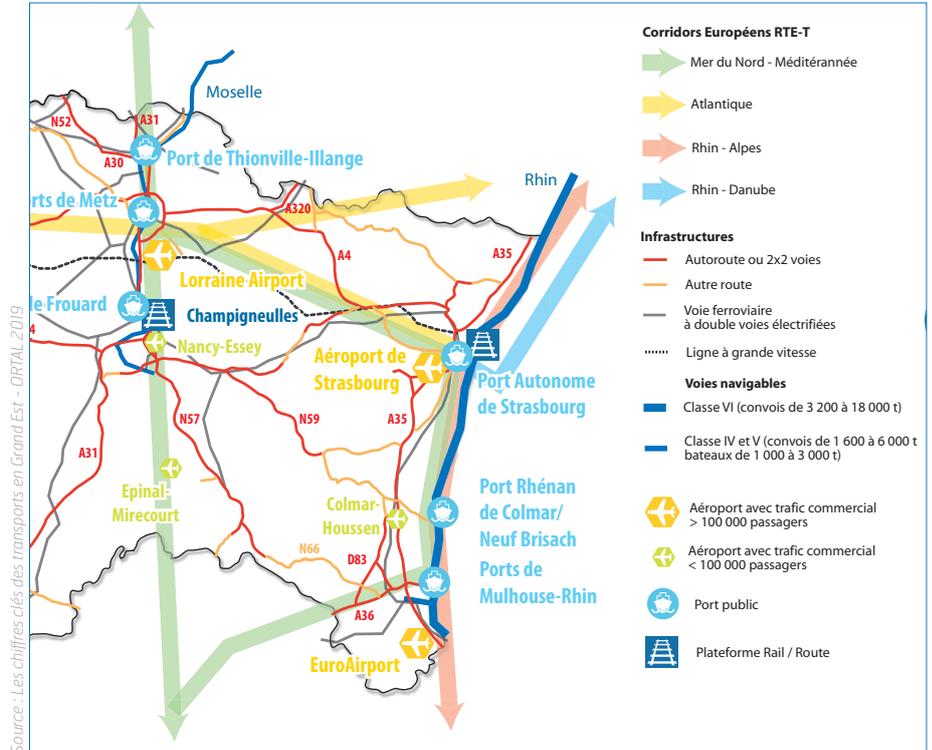
➔ Trois aéroports

Le Rhin Supérieur dispose de trois importants aéroports dont la fréquentation s'élevait en 2019, avant la crise du Covid-19, à :

- 9,1 M de passagers : EuroAirport,
- 1,3 M : Strasbourg-Entzheim
- 1,1 M : Baden-Baden.

L'aéroport de Colmar est utilisé par des jets, des avions de tourisme et des avions de fret / messagerie utilisé par Liebherr pour expédier des pièces détachées d'engins miniers dans le monde entier. **D'ici une quinzaine d'année, l'H₂ pourrait commencer à se développer dans l'aviation.**

Principales infrastructures



Le Rhin Supérieur à la croisée des grands corridors de transports de marchandises européen : ferroviaire, fluvial et routière.

➔ Fluvial : Rhin et ports

Le Rhin est le principal fleuve européen de transport de marchandises. Chaque année, plus de **300 millions de tonnes** y transitent. Il dessert les ports fluviaux de Strasbourg, Colmar, Mulhouse Rhin (Ile Napoléon, Ottmarsheim et Huningue), de Weil-am-Rhin et de Basel.

La motorisation des péniches pourrait passer du Diesel à l'hydrogène. Des stations-service H₂ pourraient être déployées le long du Rhin. Les nombreuses industries chimiques s'égrenant de Bâle à Francfort pourraient, pour certaines d'entre elles, produire de l'H₂ vert ou fatal, pouvant alimenter les péniches.

➔ Les partenaires clés

Le pôle métropolitain Alsace, la CEA, la conférence du Rhin Supérieur, le réseau des ports fluviaux du Rhin Supérieur : Upper Rhine Ports, RheinPorts etc. pourraient être des partenaires potentiels du développement de l'H₂.



Péniches de 6000 tonnes franchissant l'écluse de Kembs.

Des initiatives à amplifier et surtout à coordonner

ECHELLE DEPARTEMENT

➔ Haut-Rhin : un grand potentiel

Le département présente une situation privilégiée par rapport au développement de l'hydrogène : présence de PL, de flux de transports, d'industries et notamment d'industries chimiques.



Chalampé : industries chimiques

Le Haut-Rhin a pour objectif d'accueillir **un très grand projet de production d'hydrogène par électrolyse**. Ce projet pourrait générer de très nombreux emplois et créer une galaxie de sous-traitants. Le site doit avoir une visibilité européenne voire mondiale. Le coût d'un tel site pourrait osciller entre 500 M€ et 1 Md€ à porter par les industriels.

➔ Territoire de Belfort : à la pointe

Le Nord Franche-Comté comptabilise **20 ans d'investissements dans l'hydrogène**. Il y a des entreprises comme H2SYS, MAHYTEC, Faurecia, des projets d'habitats avec chauffage H₂.



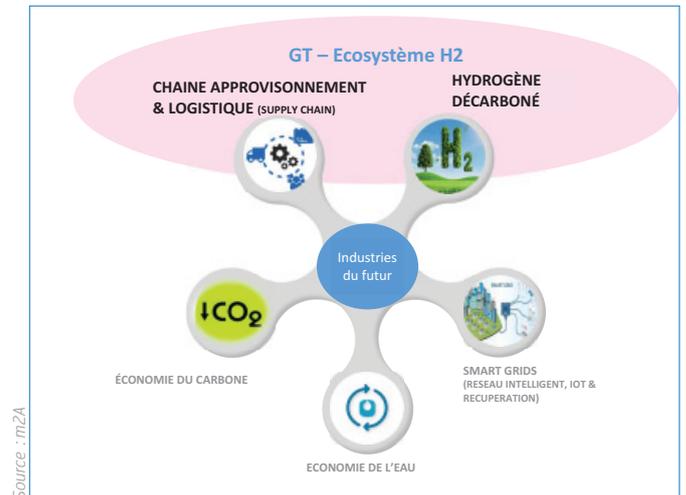
Source : isthy

Fontaine : le centre d'essais et de certification des systèmes de stockage hydrogène ISTHY va prochainement voir le jour. Les travaux débuteront au premier semestre 2021, à l'Aéroparc de Fontaine.

ECHELLE INTERCOMMUNALE

➔ L'implication forte de m2A

m2A porte le projet **Blue industrie**. La démarche repose sur 5 axes opérationnels dont l'hydrogène.

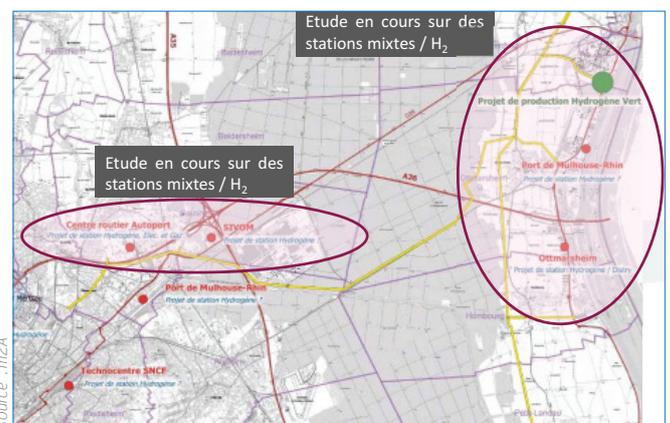


Source : m2A

Concernant l'H₂, la stratégie de Blue industrie repose sur :

- Le **développement d'un écosystème** : groupes de travail pour verdir via l'H₂ avec des processus industriels adaptés.
- Le **raccrochage par la suite, du transport de personnes**.

Un travail spécifique est en cours avec les industries chimiques de la bande rhénane. Dans un premier temps, la collectivité cherche à accompagner et amplifier des projets industriels. m2A souhaiterait également mobiliser les acteurs de la logistique pour développer l'H₂.



Source : m2A

m2A : ses études sont en cours sur l'emplacement des futures stations H₂ pour répondre aux besoins des transporteurs et de la collectivité

Dans le cadre du renouvellement de sa flotte, m2A s'engage par ailleurs en investissant dès à présent dans 2 bennes à ordures H₂ dans le cadre de l'AAP.



⊕ **CC Sundgau : la vision d'un territoire peu dense**

Au-delà des grands projets structurants H₂, il faudrait travailler sur de **petits projets de déploiement agiles, faciles à mettre en œuvre et utiles.**

Il existe des solutions pour les usages de proximité comme l'utilisation de groupes électrogènes sur les chantiers ou chez les agriculteurs ou encore en pisciculture. Aujourd'hui, les entreprises n'utilisent que des dispositifs fonctionnant à partir du pétrole ou du gaz générant du bruit et de la pollution. Des groupes H₂ permettraient de réduire ces nuisances.

Pour l'intercommunalité, disposer d'un **guide de déploiement H₂ et des usages à l'échelle locale** serait un plus.

⊕ **CC Val d'Argent : une station-service H₂**

La station-service H₂ de Sainte-Marie-aux-Mines est un projet financé en local et intégré dans le PCAET. Il y a aura 4-5 utilisations par jour.

⊕ **Saint-Louis Agglomération : en veille pour le réseau TC urbain**

Métrocar, l'exploitant du réseau Distribus, réalise une **veille technologique concernant les bus à hydrogène.** Pour le moment, il n'y a pas de projet d'achat de véhicules avec ce type de propulsion.

L'EAP étudie la possibilité de remplacer ses **équipements GPU diesel 400Hz** (équipements qui alimentent les avions au sol) par des **groupes électrogènes à hydrogène.** L'aéroport réfléchit aussi à l'option de GPU électrique. Cela permettrait de limiter fortement les émissions de gaz à effet de serre et les nuisances sonores.

⊕ **CC Sud Alsace Largue : suivre les AMI**

L'intercommunalité souhaite, notamment par le biais de sa compétence mobilité, et en lien avec les opérateurs des déchets ménagers suivre les appels à manifestation d'intérêt (AMI) et les appels à projet sur la mobilité hydrogène.

⊕ **PETR Thur Doller : valoriser l'H₂ fatal de Vynova-Tronox**

Le territoire souhaite développer l'hydrogène en travaillant sur deux volets :

- **La production via la récupération d'hydrogène fatal sur le site de Vynova à Vieux-Thann.**
Le projet est en stand-by en 2021. Une valorisation en interne du site Vynova-Tronox est à l'étude.
- **La consommation en réfléchissant aux potentiels et projets à développer.**

Faute de production H₂ sur le territoire, cette piste est peu avancée. Seul le projet d'un TER à hydrogène porté par la Région est actuellement dans les cartons.

FORMATIONS

⊕ **À la pointe dans l'H₂**

L'UTBM est également à la pointe. Par exemple, depuis 2014, un **master énergie / H₂** a été créé. Les premiers diplômés sont sortis en 2019. Tous les étudiants ont trouvé un emploi.

L'université de Lorraine dispose de **50 chercheurs travaillant sur l'H₂.** Elle a contribué au montage d'un module hydrogène qui va être lancé à la rentrée 2021 à l'IUT de Saint-Avold.

Eifer a été fondé par EDF et le KIT de l'université de Karlsruhe en 2002. Cela fait **20 ans qu'Eifer travaille entre autres sur l'H₂ avec l'appui de 20 chercheurs.**

⊕ **UHA : développer les compétences H₂**

Il n'y a pas de formations spécifiques H₂ à l'UHA. Des compétences spécifiques, pourraient être développées en maintenance, dans la résistance des matériaux etc.

Zoom

Une démarche Eucor sur le site de Fessenheim

La démarche est encore très en amont. L'un des challenges est de bâtir un projet franco-allemand, notamment en matière d'hydrogène, alors que les stratégies des états sont bien différentes.

L'UHA intervient dans le cadre de ce projet en travaillant sur la thématique de smartgrid. L'université de Freiburg intervient sur l'économie et celle de Strasbourg sur la gouvernance et le droit. C'est le KIT de Karlsruhe qui s'est vu confier le volet H₂.

Pour le volet H₂, l'objectif est d'**attirer des entreprises H₂ sur le site de Fessenheim pour avoir des démonstrateurs faisant office de vitrine pour le territoire.** Le challenge est d'impliquer le monde économique et de travailler à des formations dans le but de créer une véritable région d'innovation sur le territoire de Fessenheim.

Le coût de l'étude s'élève à 800 k€ financés par la France et l'Allemagne.

Zoom

Un projet de station-service hydrogène à Ottmarsheim

Un projet privé

Le projet d'Ottmarsheim consiste à installer une pompe à hydrogène destinée aux PL. Elle sera également accompagnée d'une pompe pour gaz naturel et de bornes de recharge électrique. Il s'agira d'une véritable station-service.

Lors de sa mise en service, à un horizon de 2 ans, l'approvisionnement H₂ viendra vraisemblablement par route depuis Dunkerque. Au début la consommation sera modeste, de l'ordre d'une vingtaine de kg/ jour. À terme, il y a l'idée de créer une production sur site mais pour cela il faut développer les usages. Le barrage hydroélectrique est juste à côté, une production d'énergie avec de l'hydrogène vert pourrait y être implantée. Il y a aussi le photovoltaïque.

C'est un projet financé à 100 % par le privé, par la société H2V. Pour le moment, la station hydrogène est destinée aux transports lourds. Le coût d'installation d'une telle station s'élève à 1,5 – 2,00 M€. Pour le gaz naturel, le coût s'élève à 400-500 k€.

Devancer les usages

L'idée serait de déployer 4-5 stations H₂ dans le Haut-Rhin. Il est nécessaire de disposer du foncier.

Aujourd'hui, les usages ne sont pas encore là mais H2V se positionne sur ce créneau en amont de la demande.

La proximité avec la Suisse et de l'Allemagne pourrait développer la demande. En effet, comme indiqué précédemment, la confédération devrait disposer de 1600 camions H₂ d'ici 2025 et les transporteurs du secteur de Freiburg réfléchissent à l'acquisition de camions H₂.



Source : www.revolution-energetique.com



5. Douze enjeux & préconisations

“ Synthèse

- Elaborer une **feuille de route** pour le monde économique et les collectivités à l'échelle de l'écosystème H₂.
- Créer un écosystème à l'échelle du **Sud Alsace** en prenant en compte les **secteurs peu denses**, connecté aux **écosystèmes H₂ voisins** en place ou projetés et en mettant l'accent sur les **usages**.
- S'appuyer sur les **3 spécificités de l'écosystème Sud Alsace** : le **Rhin** = transport fluvial, industrie chimique et potentiel de production d'H₂ vert, l'**A 35** = trafic PL et le **transfrontalier** = démultiplier les opportunités production / consommation H₂ ainsi que les usages.
- Avoir tous les éléments en main pour pouvoir rapidement répondre aux appels à projets.
- Mettre en place des actions en matière d'innovation, de formations/recherches, de massification de la production H₂, d'accompagnement du développement de l'hydrogène et de son économie etc.

5. Enjeux & préconisations

Le Haut-Rhin présente une situation privilégiée pour le développement potentiel de la production d'hydrogène vert et de ses usages : hydroélectricité sur le Rhin, reconversion du site de Fessenheim, un important parc PL, flux routiers camions en transit, réseau ferroviaire et projet RTET, ports fluviaux, EAP, nombreuses industries chimiques etc. Il pourrait donc y avoir à la fois des usages industriels, de mobilités lourdes et énergétiques.

Cet espace est vraiment complet avec tous les acteurs potentiels d'un écosystème local. Il pourrait être une vitrine de l'hydrogène à l'échelle nationale. À la lumière de ce constat, la publication propose un certain nombre de recommandations.

1 Faire « écosystème »

Les projets H₂ sont disséminés, fragmentés dans le Sud Alsace à l'échelle des EPCI ou des porteurs privés.

Il y a un enjeu à « les faire dialoguer », à les coordonner et à leur donner du sens dans le cadre d'un écosystème hydrogène.

Il pourrait s'agir de mettre autour de la table le monde économique, les énergéticiens, les porteurs de projets privés : opérateurs de stations-service H₂, de production H₂ etc. Il s'agirait de dépasser la logique de club :

- En rédigeant une **feuille de route** : stratégie pour une dizaine d'années avec des étapes intermédiaires ;
- En incitant les collectivités à jouer un rôle de **facilitateur / coordonnateur**.

2 Changer d'échelle

Pour qu'un écosystème H₂ soit efficace, il faut qu'il soit relativement grand, c'est-à-dire au minimum à l'échelle du Sud Alsace.

La grande taille permet de faciliter le couplage entre **grand producteur H₂ / grand consommateur** et/ou de **remédier à des déséquilibres de production / consommation**. Cela fiabilise, consolide donc l'écosystème H₂.

3 Prendre en compte les territoires peu denses

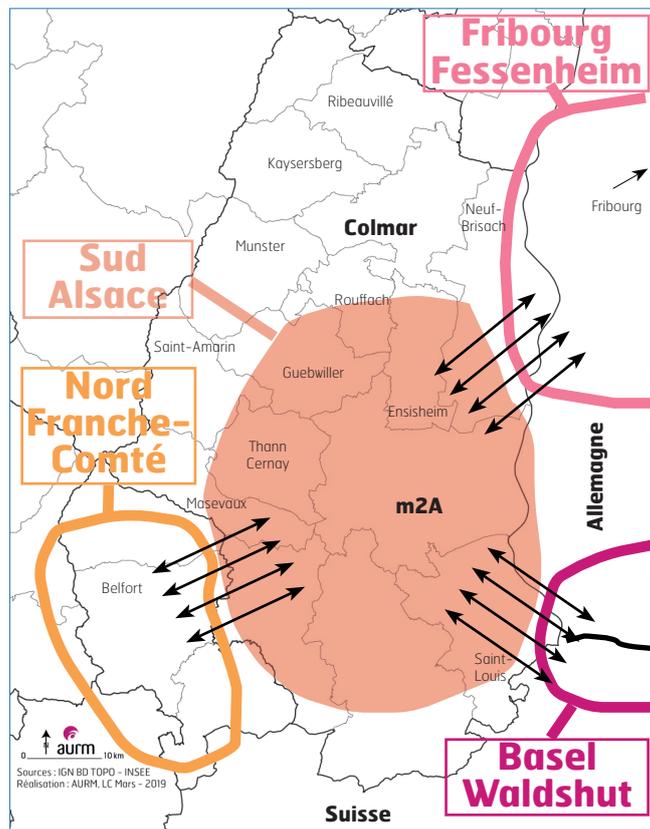
Au-delà des grands projets structurants H₂, les acteurs pourraient travailler sur de petits projets de déploiement H₂ agiles, faciles à mettre en œuvre et utiles comme par exemple des groupes électrogènes à hydrogène pour l'agriculture, les travaux publics etc. Ils génèrent peu de bruit et ne sont pas polluants.

Réaliser un guide de déploiement H₂ et des usages à l'échelle locale pourrait être une bonne solution.



La société H2SYS basée à Belfort réalise de tels équipements. Un groupe électrogène à hydrogène a même été testé lors des Eurockéennes de Belfort en 2019

4 Se connecter aux écosystèmes H₂ voisins



L'écosystème H₂ Sud Alsace à la jonction de trois autres écosystèmes.

L'écosystème Sud Alsace pourrait se rapprocher des écosystèmes H₂ de Freiburg et de Basel imaginés par Klimat Oberrhein. Cela permettrait :

- D'échanger sur les **bonnes pratiques** : une sorte de club H₂ transfrontalier ;
- De trouver des **projets communs** et cela malgré des stratégies nationales différentes, comme un réseau de stations-services H₂ trinational nécessaire à la circulation des camions H₂ au-delà des frontières ;
- De **sécuriser d'avantage la production et la consommation H₂** ;
- De monter de possibles projets interrégionaux, transfrontaliers H₂ ;
- De **bâtir des formations ou des qualifications trinationales** comme cela existe déjà pour certains cursus techniques etc.
- Une approche similaire pourrait être réalisée avec l'écosystème nord Franche-Comté.

Le rapprochement de l'écosystème Sud Alsace avec les écosystèmes H₂ des voisins renforcerait sa pertinence.

5. Enjeux & préconisations



5 Penser usage

Des projets H₂ doivent **bien souvent dépasser l'approche écosystème**. Par exemple, un maillage régulier de stations-service H₂ tout au long d'un parcours PL de 1 000 ou 2 000 km est indispensable. Disposer d'une pompe H₂ au niveau du point de départ n'est donc pas suffisant pour des camions travaillant en national ou à l'international. C'est ce qu'on appelle un **usage diffus**.

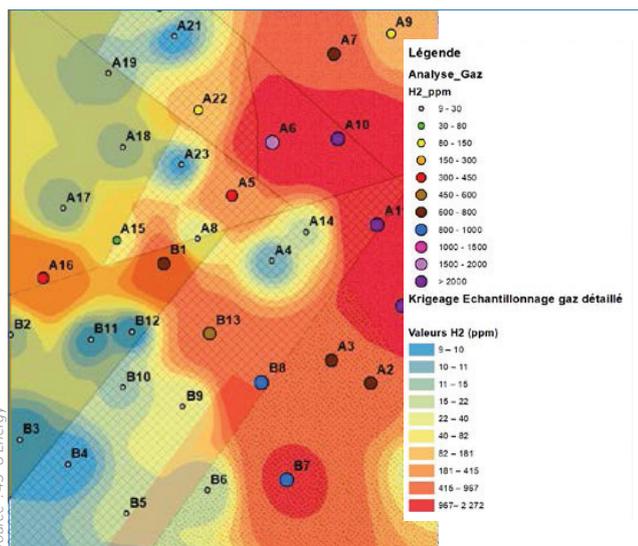
L'**usage captif** consiste à mettre en place une pompe H₂ pour les bus urbains, les BOM.

Il faut donc avoir une **entrée par usage** et ainsi voir quelle est la solution la plus adaptée en matière d'écosystème H₂.

6 Miser sur l'innovation

À l'échelle du Sud Alsace, cela pourrait par exemple reposer sur :

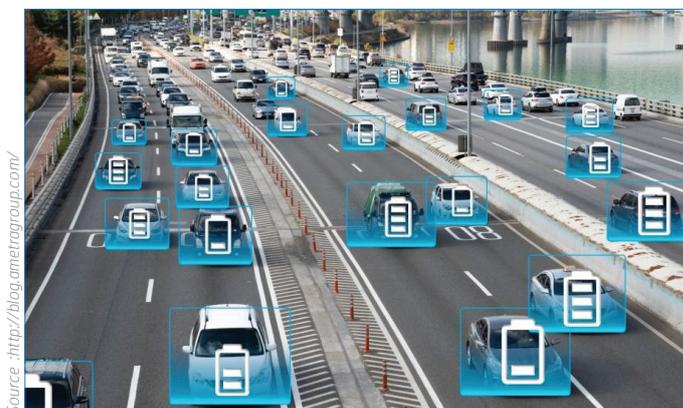
- L'anticipation de la mutation des réseaux de gaz et des stations-service pour l'hydrogène ;
- Le mélange gaz naturel / hydrogène à court terme dans le réseau actuel de gaz naturel ;
- La prise en compte du potentiel de H₂ naturel libéré par le sous-sol haut-rhinois et d'étudier la faisabilité du stockage de l'H₂ dans le bassin potassique au moyen de cavités salines.



Source : 45-8 Energy

Haut-Rhin : selon l'entreprise 45-8 Energy, le sous-sol du département pourrait concentrer d'importantes quantités d'hydrogène natif. Les valeurs trouvées dans la zone d'étude sont comparables à celles observées en Russie, au niveau du lac Podovoye, mondialement connu pour ses forts rejets en H₂.

7 Décarboner le transport routier



Source : <http://blog.ametragegroup.com/>

L'hydrogène pourrait répondre aux défis environnementaux et réglementaires liés aux mobilités lourdes :

- Au cours de la décennie, les nouvelles normes environnementales, avec notamment **l'obligation d'instaurer des Zones à Faibles Émissions mobilité (ZFE-m) dans les agglomérations de plus de 150 000 habitants, dont m2A**, vont fortement impacter le parc PL des transporteurs routiers. Les camions H₂ non polluants pourraient accéder à ces zones sans restriction.
- Proposer la **dérogation à la taxe PL sur l'A 35 pour les camions H₂**. Les transporteurs locaux pourraient bénéficier d'aides pour acheter des camions H₂. On se rapprocherait du modèle Suisse.

8 Développer les formations et des partenariats de recherche H₂

L'UHA pourrait rajouter des modules H₂ à ses formations techniques. Elle pourrait également créer des partenariats avec l'UTBM, l'université de Lorraine et renforcer les liens avec le KIT de Karlsruhe dans le domaine de la recherche H₂.

9 Se tenir prêt

L'hydrogène est un sujet très évolutif. C'est pourquoi :

- Les transporteurs routiers ou les collectivités doivent **réfléchir à des achats groupés pour réduire les coûts d'achat de PL et de bus / cars H₂** (économie d'échelle).
- Les collectivités doivent **préparer amont des projets**, afin de pouvoir répondre rapidement aux appels à projets lorsqu'ils sortent : appel à projet, AMI, Interreg etc.

5. Enjeux & préconisations

10 Tirer parti du Rhin

Le Rhin pourrait être la **colonne vertébrale** de l'écosystème H₂ Sud Alsace :

- Production d'hydroélectricité, donc potentiellement d'hydrogène vert ;
- Utilisation par les péniches de cet hydrogène vert ;
- Industries chimiques productrices et consommatrices d'H₂ vert ;
- Lien entre les 3 pays ayant des approches différentes mais où le Rhin pourrait **connecter les enjeux et les projets** ,
- Tout en préservant la **ressource en eau**.

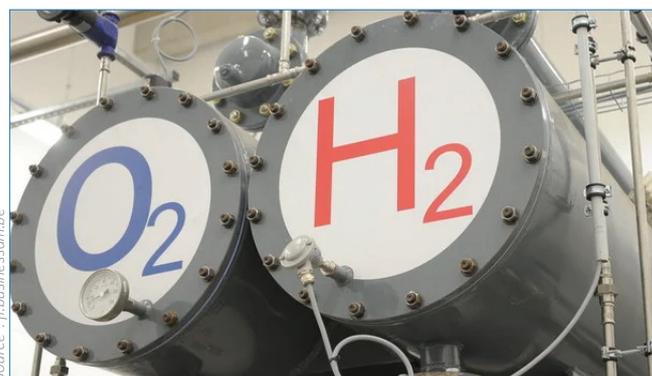
11 Accompagner l'hydrogénation de l'économie

Comme pour tous les grands changements technologiques, il sera nécessaire d'accompagner « l'hydrogénation » de l'économie. L'objectif est de **maintenir et d'accroître la compétitivité des établissements du secteur** en développant de nouvelles compétences : canalisation, stockage, énergie etc.

12 Massifier la production d'H₂ vert

Il est nécessaire de réfléchir à de **grands projets de production d'hydrogène vert**.

Les gigafactories pourraient devenir des éléments emblématiques de la transition énergétique et disposer de l'une d'elles dans le sud Alsace pourrait non seulement avoir un impact très positif sur l'emploi mais aussi sur l'image du territoire.



Source : fr.businessam.be

Canada : l'entreprise Air Liquide vient d'ouvrir au Canada la plus grande usine d'hydrogène vert au monde. Sa capacité est de 20 mégawatts.

Zoom

Exemple du constructeur automobile Dangel à Senheim



Source : La Tribune - Olivier Miraguet

L'entreprise Dangel a 40 ans. Elle se situe à Senheim. La société transforme **4 000 véhicules / an en 4 X 4**.

Pour anticiper les nouvelles normes, la société travaille à **des solutions électriques et H₂**. L'entreprise a monté ses dossiers de subventions avec la Région, BPI etc. L'objectif est de proposer de nouveaux modèles « propres » pour 2024-2025. La transition vers les mobilités propres va être très rapide, brutale avec les nouvelles normes, les ZFE-m etc. Il est devenu nécessaire de s'y préparer.

Les solutions H₂ peuvent répondre à la problématique de l'autonomie. Cette technologie permet également d'éviter le poids des batteries.

Les parties hybrides et électriques sont bien avancées. Dangel travaille également fortement sur l'H₂. Les véhicules H₂ arriveront dans un deuxième temps.

L'incontournable duo collectivité / industriel

Pour verdir leur production d'hydrogène, et ainsi éviter la taxe carbone, les grands industriels vont devoir travailler avec les collectivités territoriales. L'approche doit s'inscrire dans une **démarche d'aménagement du territoire**. Les collectivités doivent s'approprier et intégrer cette transformation dans leur politique publique. En effet, le passage à l'H₂ vert est prioritaire pour l'industrie. Bien souvent, le développement de mobilités lourdes H₂ repose sur l'utilisation de l'hydrogène produit en surplus pour les usages industriels ou de l'H₂ fatal.

L'H₂, une partie de la solution

L'hydrogène est une partie de la solution pour décarboner l'industrie, les transports et l'énergie.

Il faut également prendre en compte le GNV qui peut être produit par la méthanisation (biomasse). Ce dernier peut être injecté dans le réseau gaz et être utilisé par des bus au gaz vert grâce au mécanisme des garanties d'origine.

Il y a également l'enjeu de produire de l'électricité verte au moyen de l'hydroélectricité, de l'éolien, du solaire...

Pour mener à bien un objectif de décarbonation de l'économie, des mobilités, de l'énergie etc. il faut jouer sur l'ensemble de la palette des énergies renouvelables dont l'hydrogène.

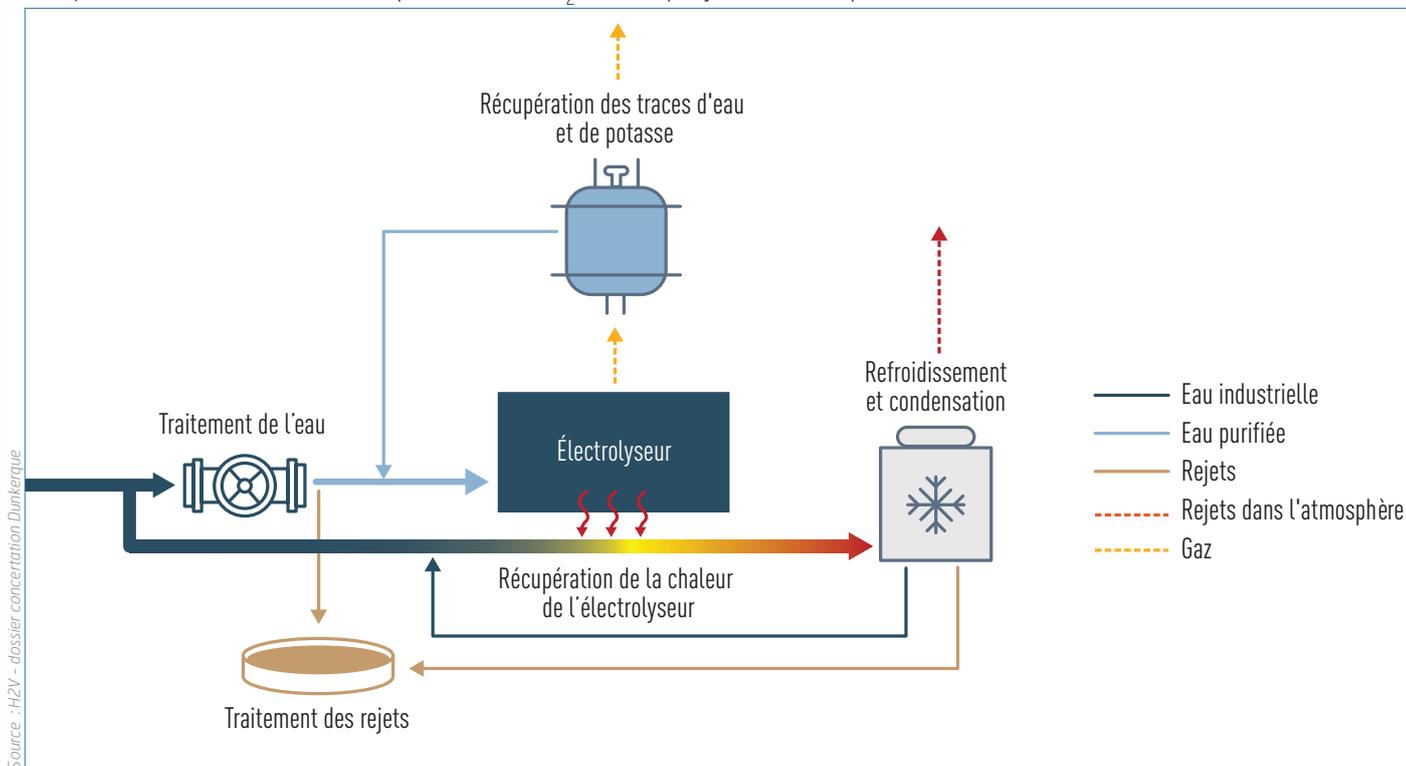
Prendre en compte la dimension environnementale et sociale des projets

Le développement de l'H₂ vert doit également prendre en compte les questions environnementales et d'acceptation sociale, par les riverains notamment, des futures installations. Il faut éviter les écueils qu'ont connu certains projets de parcs éoliens : oppositions ou blocages rencontrés lors des phases de concertation, d'enquêtes publiques. Des projets ont été retardés et certaines subventions perdues.

Pour contourner ces embûches, il est nécessaire, le plus en amont possible, de bien expliquer les projets H₂, de faire preuve de pédagogie. L'ensemble des acteurs du territoire: monde économique, associations, habitants etc. doivent être intégrés à la démarche de projets H₂.

Au niveau de l'environnement, il faudra bien expliquer par exemple la **prise en compte de la problématique de l'eau**. En effet, la fabrication d'H₂ par électrolyse consomme de l'eau d'une part pour la **production d'H₂** et d'autre part pour le **refroidissement**. Certains projets d'électrolyseurs pourraient être innovants en utilisant par exemple les eaux "propres" en sortie des stations d'épuration.

Le cycle de l'eau dans l'usine de production d'H₂ vert en projet à Dunkerque



L'aspect gestion de l'eau a été abordé dans l'étude d'impact des effets du projet. Deux circuits séparés d'eau cohabiteraient dans l'usine H2V59 de Dunkerque avec de l'eau purifiée destinée à l'électrolyse (30 %) et l'eau de refroidissement (70%). La consommation d'eau annuelle s'élèverait à 1,9 million de m³. Le futur site produira en 2023 environ 3 % de la production d'H₂ nationale.





Annexes

- Identifier les entreprises potentielles H₂
- Bibliographie
- Remerciements
- Glossaire



Identifier les entreprises potentielles H₂

L'objectif a été d'estimer le nombre d'entreprises industrielles du Haut-Rhin potentiellement intéressées par l'hydrogène, en tant que consommatrices, productrices ou fournisseuses de solutions hydrogène.

Compte tenu du grand nombre d'entreprises dans le Haut-Rhin, la liste a été filtrée et n'ont été retenues que les activités les plus concernées par l'hydrogène. Soit, selon la littérature spécialisée :

- Fabrication de semi-conducteurs (élargie à tous produits électroniques)
- Fabrication de verre
- Matériels de transport (automobile et équipementiers)
- Industries Agroalimentaires : conserveries, fabrication industrielle de pains, biscottes, pâtes (susceptibles de fabriquer/consommer de l'huile hydrogénée)
- Chimie qui est à la fois productrice et consommatrice potentiellement
- Le raffinage, la métallurgie et la sidérurgie
- Fabrication de machines et moteurs

On aboutit ainsi à une liste de **263 entreprises**.

Le travail a ensuite consisté à rechercher, sur les sites internet des 133 établissements employant 10 salariés et plus, s'il était fait état de fabrication ou d'utilisation d'hydrogène en utilisant la barre de recherche des sites, lorsqu'il y en avait.

Dans le cas de la chimie ou de certaines activités connexes, repérer les entreprises de cette manière ne pose aucun problème. Dans le cas de l'agroalimentaire, on ne trouve aucune mention d'hydrogène, l'argument étant peu vendeur. Dans la plasturgie, les entreprises mettent en avant leur outil de production, mais peu leur processus de fabrication. On n'y trouve donc que peu de mentions de l'hydrogène quand bien même la littérature spécialisée indique qu'il s'agit d'une branche utilisatrice.

C'est ainsi qu'on aboutit au final à **40 entreprises qui emploient ou produisent probablement de l'hydrogène**, sachant que nous avons ajouté à la liste les grossistes en fournitures industrielles (notamment chimiques), ce qui a permis d'ajouter 4 entreprises à la liste des établissements industriels. Une ou deux entreprises ont également été ajoutées car elles participent aux réseaux locaux concernant l'hydrogène.

Pour ces 40 établissements, la probabilité qu'elles soient concernées par l'hydrogène d'une manière ou d'une autre est élevée. Parmi les autres entreprises de la liste d'origine, certaines sont probablement concernées, sans qu'il soit possible de se prononcer d'une manière suffisamment informée.

Etablissements du Haut-Rhin potentiellement H₂

Taille	agro aliment	chimie	electron	fab art papier	fab machines	mat transport	metallurgie méca	plasturgie	verre	Total général
0	3	2	1			2	1	3		12
1 à 2	1	3	3			2		2	1	12
3 à 5	2	5	2			2	1	4		16
6 à 9	2	1	2	1				5		11
10 à 19	9	4	2			5		8	1	29
20 à 49	7	9	4		1	4	2	15		42
50 à 99	5				1	1	1	11	1	20
100 à 199	2	4	2		1	2	1	3	2	17
200 à 249	1	3	1			1		2		8
250 à 499		6	3			1		1		11
500 à 999		2				1				3
1000 à 1999			1				1			2
2000 à 4999						1				1
non emp		4	3			1		11	3	22
Nd	6	16	10			1	2	18	4	57
Total général	38	59	34	1	3	24	9	83	12	263

Source : SIRENE



Articles et publications

Bloc-Note AURM - *Concrétiser la transition H2 en France et en Europe / Webinaire 12 au 13 janvier, Belfort* - Février 2021.

Commission européenne - *Stratégie pour développer la production d'hydrogène propre dans l'Union européenne* - Juillet 2020.

DINAMHySE - *Hydrogène : ça bouge en Grand Est !* - Séminaire 27 mai 2021.

H2V59 - *Projet d'usine de production d'hydrogène vert à Loon-Plage et son raccordement électrique / Lettre d'information n° 03* - Mai 2021.

France Hydrogène - *L'hydrogène en France, faits marquants 2019 & perspectives 2020* - Janvier 2019.

Les Echos - *Hydrogène : la France détaille son plan à 7 milliards d'euros* - Septembre 2020.

Les Echos - *Plan de relance : la France change d'échelle dans l'hydrogène* - Septembre 2020.

Les Echos - *L'hydrogène, un avenir probable pour les véhicules utilitaires* - Décembre 2020.

Les Echos - *Stellantis va marier hydrogène et électrique pour ses fourgonnettes* - Mars 2021.

Les Echos - *Hydrogène : la filière industrielle française est en train d'émerger* - Juin 2021.

Les Echos - *Le futur de l'hydrogène passera par le transport routier* - Juin 2021.

Ministère de l'Economie et des Finances & Ministère de la Transition Écologique et Solidaire - *La stratégie nationale pour le développement de l'hydrogène décarboné en France* - Septembre 2020.

L'Alsace - *John Cockerill sur la voie de l'électrolyseur* - Octobre 2020.

L'Alsace - *Dangel : des racines et des ailes* - Mai 2021.

Le Monde - *Les véhicules hydrogène prêts à prendre la route* - Avril 2020.

Le Monde - *Le Territoire de Belfort mise sur l'hydrogène pour conserver son industrie* - Mai 2021.

Région Grand Est - *Une stratégie hydrogène pour le Grand Est* - 2020.

Sites de référence

ADEME
www.ademe.fr

Baden-Württemberg
www.baden-wuerttemberg.de

DREAL Grand Est
www.grand-est.developpement-durable.gouv.fr

Eifer
www.eifer.kit.edu

European Clean Hydrogen Alliance
www.ech2a.eu

France Hydrogène
www.afhypac.org

GRT Gaz
www.grtgaz.com

Hydrogen Business For Climate CONNECT
h2-bfc-connect.pvf.b2match.io

Hydrogen Council
hydrogencouncil.com

Hynamics
www.hynamics.com

H2 mobilité
www.h2-mobile.fr

H2V
h2vproduct.net

Karlsruher Institut für Technologie
www.kit.edu

Klimapartner Oberrhein
www.klimaschutz-oberrhein.de

m2A
www.mulhouse-alsace.fr

Pôle Véhicule du Futur
www.vehiculedufutur.com

Région Grand Est
www.grandest.fr

TRION-climate
trion-climate.net

UHA
www.uha.fr



Les partenaires de cette mission tiennent à remercier l'ensemble des membres du comité technique ainsi que les personnes sollicitées et / ou contactées qui ont rendu possible la rédaction de la publication :

Partenaires de la publication :

Anaïs BELLICAM (m2A), Alain DIETERLEN (UHA), Dominique HUARD (m2A), Nathalie KARSCH (m2A), Pascal OULEVAY (Région Grand Est), Elodie PASSAT (m2A), Pascal RIETH (m2A), François STRASSEL (m2A), Alexandra WALONISLOW (MEF Mulhouse Sud Alsace).

Personnes sollicitées / contactées :

Marion BEAUDOUIN (Région Grand Est), Claire BLIND (CC Sundgau), Fabian BUGGRAF (Klimapartner Oberrhein), Maxime CORMERAIS (CC Sundgau), Olivier DAVID (SNCF Mobilités), Guillaume DECHAMBENOIT (Saint-Louis Agglomération), Nicolas DE RIBEROLLES (H2V), Ludovic DES ROBERT (EDF), Eric GASPARD (ADEME), Fabien GIRARD (SNCF Mobilités), Alain GROFF (Basel-Stadt), Jérôme GUICHARD (GRT gaz), Jacques HAENN (DINAMHySE), Régis HENGY (CC Sud Alsace Lague), Jérôme MAZERAND (PETR Pays Thur Doller), Sabine MIRTAIN-ROTH (EDF), Philippe MONORY (EDF), Pascal MUNCH (CC Pays de Rouffach, Vignobles et Châteaux), Georges WALTER (CEA).



AAP	Appel A Projet
ADEME	Agence D e l' E nvironnement et de la M aîtrise de l' E nergie
AFHYPAC	Association F rançaise pour l' H ydrogène et les P iles A Combustible
AMI	Appel à M anifestation d' I ntérêt
ANR	Agence N ationale de la R echerche
AOM	Autorité O rganisatrice de la M obilité
AURM	Agence d' U rbanisme de la R égion M ulhousienne
BOM	B enne à O rdures M énagères
BPI	B anque P ublique d' I nvestissement
CA	Communauté d' A gglomération
CC	Communauté de C ommunes
CEA	Collectivité E uropéenne d' A lsace
CH4	Méthane
CO	Monoxyde de Carbone
CO2	Dioxyde de Carbone
DREAL	Direction R égionale de l' E nvironnement, de l' A ménagement et du L ogement
EAP	E uro A irport
EDF	Electricité de F rance
EIFER	E uropäisches I nstitut für E nergieforschung
ENR	E nergie R enouvelable
EPCI	E tablishement P ublic de C oopération I ntercommunale
ETI	E ntreprise de T aille I ntermédiaire
GES	G az à E ffet de S erre
GNC	G az N aturel C omprimé
GNV	G az N aturel pour V éhicules
GO	G arantie d' O rigine
GPMD	G rand P ort M aritime de D unkerque
GPU	G round P ower U nit
H2	Dihydrogène
H2O	Eau
IUT	Institut U niversitaire de T echnologie
KIT	K arlsruhe Institut für T echnologie
LKW	L ast k raft w agen
LOM	Loi d' O rientation des M obilités
m2A	M ulhouse A lsace A gglomération
ORT&L	O bservatoire R égional T ransports & L ogistique

PCAET	P lan A ir C limat E nergie T erritorial
PDM	P lan d e M obilité
PETR	P ôle d' E quilibre T erritorial et R ural
PIA	P rogramme d' I nvestissements d' A venir
PL	P oids L ourd
PME	P etite M oyenne E ntreprise
PPC	P otasse et P roduits C himiques
RGE	R égion G rand E st
R & D	R echerche & D éveloppement
RTE	R éseau de T ransport d' E lectricité
RTE-T	R éseaux T rans E uropéens de T ransport
SIRENE	S ystème N ational d' I dentification et du R épertoire des E ntreprises et de leurs établissements
SLA	S aint- L ouis A gglomération
SNCF	S ociété N ationale des C hemins de fer F rançais
TC	T ransports C ollectifs
TGV	T rain à G rande V itesse
TER	T ransport E xpress R égional
UE	U nion E uropéenne
UHA	U niversité de H aute A lsace
UTBM	U niversité de T echnologie de B elfort- M ontbéliard
VAE	V élo à A ssistance E lectrique
ZA	Z one d' A ctivités
ZFE-m	Z one à F aibles E missions- m obilité

Définitions

Oléoduc : canalisation destinée au transport du pétrole brut ou raffiné.

Gazoduc : pipe destiné au transport de matières gazeuses sous pression, la plupart du temps des hydrocarbures.

Hydrogénoduc : canalisation acheminant de l'hydrogène, plus précisément du dihydrogène = H₂, sous forme liquide ou gazeuse.

Source des illustrations :
AURM sauf mention contraire.

Publication éditée et imprimée par :
L'Agence d'Urbanisme de la Région Mulhousienne

Rédaction :

Chef de projet : Stéphane DREYER
stephane.dreyer@aurm.org - tel : 03.69.77.60.81

Avec l'appui de Didier TAVERNE
didier.taverne@aurm.org - tel : 03.69.77.60.80

Cartographies : Luc CARPENTIER

Statistiques : Marion SCHAEFFER

Contributions au volet transfrontalier : Pier-Maël ANEZO

*Toute reproduction autorisée avec mention précise
de la source et la référence exacte.*

AURM

33 avenue de Colmar - 68 200 MULHOUSE
Tél. : 03 69 77 60 70 - Fax : 03 69 77 60 71

www.aurm.org

 agence d'urbanisme de la région mulhousienne