

STRATÉGIE NATIONALE HYDROGÈNE

Réaliser le plein potentiel de la filière
pour décarboner et réindustrialiser la France



Contribution de la filière - Juin 2023

Édito

Incontournable pour réussir la transition écologique, le développement de l'hydrogène en France est également un levier de relance économique et de réindustrialisation. Cette vision, portée par France Hydrogène et les plus de 460 acteurs de la filière réunis en son sein, est partagée par le Gouvernement qui a fait de l'hydrogène un axe prioritaire d'investissement pour la France, avec une Stratégie nationale hydrogène qui s'engage à soutenir la production d'hydrogène renouvelable et bas carbone pour décarboner l'industrie, développer les mobilités lourdes et professionnelles à l'hydrogène et soutenir la recherche, l'innovation et le développement de compétences. Avec la publication de notre étude « Trajectoire pour une grande ambition hydrogène à 2030 », nous avons montré que les objectifs de la Stratégie étaient atteignables et que nous pouvions les dépasser, industriels et territoires étant prêts à concrétiser les ambitions avec plus de 250 projets hydrogène recensés.

Deux objectifs nous apparaissent donc indissociables de la Stratégie nationale en cours de révision : **l'hydrogène doit permettre de décarboner profondément les secteurs de notre économie tout en réindustrialisant les territoires.** Avoir en tête ces deux enjeux permettra de contribuer à la souveraineté énergétique et industrielle de la France. Et ils ne sont pas incompatibles, au contraire : si la décarbonation massive de grands sites industriels les plus émetteurs en France est nécessaire et incontournable, considérer les projets de production d'hydrogène de taille intermédiaire – quelques dizaines de mégawatts – ainsi que l'ensemble des usages et notamment la mobilité lourde ou intensive va permettre à la filière de monter en puissance au cours de la décennie et de réaliser l'objectif de réindustrialisation des territoires. Ceci se démontre particulièrement dans le domaine de la mobilité routière mais également pour les autres usages : le soutien aux « champions industriels » doit pouvoir bénéficier à la construction de tout un tissu manufacturier. L'hydrogène nous donne cette opportunité, ne la laissons pas passer !

Philippe Boucly, Président de France Hydrogène



©Bus Safra_Hycity

Sommaire



Contexte ④

1 Le bilan des premières années de déploiement ⑤

- La constitution des écosystèmes
- Industrialisation et production massive d'hydrogène décarboné
- Des projets identifiés pour un déploiement massif à 2030

2 Une étude pour établir les meilleures modalités de déploiement et servir la réindustrialisation ⑥

- Diversifier le portefeuille de projets au bénéfice de la réindustrialisation

3 Une planification écologique pour saisir toutes les opportunités ⑦

- Lancer un plan de déploiement de la mobilité routière hydrogène
- Construire une filière des carburants synthétiques, opportunité majeure de réappropriation de souveraineté énergétique et de massification de la filière hydrogène
- Développer la robustesse et la résilience du secteur industriel constitué autour de l'hydrogène
- Planifier le déploiement jusqu'à la fin de la décennie et au-delà

4 Conclusion : pour une trajectoire qui réalise le plein potentiel de décarbonation et de réindustrialisation ⑩

- Synthèse de la vision de France Hydrogène
- Ensemble des recommandations pour réaliser le plein potentiel de la filière





Contexte

La Stratégie nationale hydrogène (SNH), publiée en septembre 2020, a pour objectif de faire de la France un leader de l'hydrogène « décarboné », au travers de trois axes :

- Déployer d'ici 2030, 6,5 GW de capacité d'électrolyse correspondant à la production de 680 000 tonnes par an d'hydrogène renouvelable ou bas carbone,
- Décarboner l'industrie ainsi que la mobilité lourde et professionnelle,
- Soutenir la recherche, l'innovation et le développement de compétences, indispensables à une telle ambition.

Trois ans après son lancement, l'importante évolution des conditions économiques, énergétiques, géopolitiques et environnementales, amène à se poser la question suivante : la stratégie hydrogène nationale doit-elle évoluer ? En inscrivant cette actualisation dans la stratégie de décarbonation des grands sites industriels émetteurs et la future Programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE), le gouvernement invite l'ensemble des acteurs de la filière à répondre à cette interrogation.

L'analyse des années précédentes de mobilisation intensive de l'ensemble des parties prenantes - des services de l'Etat aux collectivités territoriales, des start-ups et PME aux grands groupes industriels, des universités aux centres de recherche - permet d'évaluer la trajectoire vers l'objectif fixé et constitue le point de départ de la réflexion.

En tant que représentant des acteurs de la filière, France Hydrogène propose d'apporter son éclairage, construit en trois temps :

1. Un bilan des premières années de déploiement,
2. Une étude spécifique visant à établir les meilleures modalités de poursuite du déploiement de la filière en tenant compte des temporalités et des objectifs économiques, de décarbonation et de réindustrialisation fixés,
3. Des recommandations pour poursuivre le déploiement.



1 LE BILAN DES PREMIERES ANNEES DE DEPLOIEMENT

La construction d'un système de production et de distribution d'hydrogène décarboné, en parallèle du déploiement des usages, constitue le principal indicateur du développement de la stratégie française de la filière. Ce dernier s'est principalement articulé autour de mécanismes de type appels à projets (AAP) dont les critères de sélection ont permis de décliner les objectifs prioritaires tels que la décarbonation, la massification, la viabilité du modèle économique et la mobilité lourde.

1 - La constitution d'écosystèmes

L'AAP Ecosystèmes Hydrogène de l'ADEME est à l'origine d'un **premier dispositif territorial** et de l'amorçage des usages pour le transport en commun, le transport de marchandises et la collecte de déchets (bennes à ordures). 91% des projets soutenus dans le cadre de cet AAP portent sur le secteur du transport. La capacité de production associée inclut un total de 81 MW de capacités de production d'hydrogène décarboné¹. Ce type d'appel à projets est appelé à être renouvelé - le dernier a été lancé en mai 2023 - avec des cahiers des charges ajustés à chaque itération pour permettre de rectifier la trajectoire observée.

Une extrapolation sommaire induit un volume de 200-300 MW mis en service d'ici 2030 pour les projets de cette nature.

2 - Industrialisation et production massive d'hydrogène décarboné

A une autre échelle, **des projets d'industrialisation ou «gigafactories»** ont émergé notamment dans le cadre du PIIEC² « Hy2Tech³ » avec 10 projets français dont 4 pour la production d'électrolyseurs et 6 pour les équipements de la mobilité routière et ferroviaire, répartis sur 20 sites français.

D'autre part, grâce au PIIEC « Hy2Use⁴ » et au CEEAG⁵, **1,4 à 1,8 GW de projets massifs** de production et d'usage d'hydrogène décarboné dans l'industrie pourraient émerger.

La mise en place imminente du mécanisme de soutien à des projets de production d'un total d'1 GW, en appui à plusieurs tranches d'appels d'offres, complète ce panorama des outils de l'Etat pour le déploiement.

Ce mécanisme devrait soutenir des projets industriels de taille intermédiaire (de quelques dizaines de MW à 100 MW), à l'exclusion de projets de mobilité et de carburants de synthèse.

3 - Des projets identifiés pour un déploiement massif à 2030



De nombreux autres projets et intentions de projets ont été révélés par l'étude de France Hydrogène « Trajectoire pour une grande ambition hydrogène à 2030 volet 2⁶ » réalisée en 2022, totalisant **un potentiel de 8 à 9 GW de capacités de production d'hydrogène renouvelable et bas carbone** notamment pour la fabrication de carburants de synthèse (décarbonation aéronautique et maritime) et la mobilité routière. Moyennant des financements appropriés, la cible de 6,5 GW de la stratégie française pourrait donc être atteinte voire dépassée, d'autant que des secteurs identifiés ne sont pas porteurs de projets à date, du fait d'une faible maturité réglementaire ou industrielle. C'est le cas de la valorisation du CO₂ biogénique, la chaleur haute température ou encore la flexibilité des réseaux électriques et gaziers en centralisé ou en décentralisé (décarbonation du bâtiment).

CONCLUSION

Au total, France Hydrogène estime qu'entre **2,6 et 3 GW de capacités de production d'hydrogène renouvelable et bas carbone** pourraient être financés et présentent une probabilité élevée de déploiement sur la décennie.

Pour France Hydrogène, il est impératif de poursuivre l'effort déjà consenti, jusqu'à atteindre les 6,5 GW, afin de réaliser l'autre objectif de la SNH qu'est la réindustrialisation. Il convient alors de s'interroger sur la stratégie de déploiement à adopter pour la suite de la décennie.

1 - Source ADEME : Les premiers écosystèmes hydrogène, publié en février 2023

2 - Projet Important d'Intérêt Européen Commun

3 - Vague PIIEC Hy2Tech - 2,1 Md€ sur 10 gigafactories d'équipements clés, dont 5 relatives aux équipements de la mobilité routière (piles à combustible, réservoirs, composants)

4 - 5,2 Md€ de financement publics pour 13 états membres, complémentaires de 7 Md€ d'investissements privés

5 - Lignes directrices révisées relatives aux aides d'Etat en faveur du climat, de la protection de l'environnement et de l'énergie

6 - https://www.france-hydrogene.org/press_release/trajectoire-pour-une-grande-ambition-hydrogene-a-2030-volet-2-industriels-et-territoires-concretisent-les-ambitions/



©Alstom Coradia iLint

2 UNE ETUDE POUR ETABLIR LES MEILLEURES MODALITES DE DEPLOIEMENT ET SERVIR LA REINDUSTRIALISATION

Les projets d'écosystèmes soutenus par l'ADEME sont d'un dimensionnement dit « décentralisé ». La production par électrolyse qui assure l'ensemble des usages ciblés dans l'écosystème s'élève à quelques mégawatts au maximum, en conformité avec la raison d'être de ces écosystèmes.

A l'opposé, les grands projets visant principalement l'industrie lourde intègrent majoritairement des capacités de production de plusieurs centaines de mégawatts, conformément à l'objectif de massification pour le maintien de la compétitivité économique des industries ciblées par le levier de décarbonation hydrogène.

1 - Diversifier le portefeuille de projets au bénéfice de la réindustrialisation

A mi-chemin entre les projets d'écosystèmes de l'ADEME et les grands projets de décarbonation de l'industrie lourde de plusieurs centaines de MW, le **développement d'une maille intermédiaire - dite semi-centralisée -**, intégrant des écosystèmes de plusieurs dizaines de mégawatts, apparaît indispensable aux usages industriels et de mobilité d'une zone étendue sur quelques dizaines de kilomètres.

C'est en effet à cette échelle d'écosystème que se trouve le meilleur compromis entre couverture territoriale,

limitation du transport d'hydrogène, et compétitivité économique des secteurs ciblés. C'est ce que démontre l'étude réalisée par E-Cube pour France Hydrogène au cours du premier semestre 2023, comportant une étude de cas sur le bassin Auvergne-Rhône-Alpes, dont voici les premiers enseignements :

- L'agrégation des besoins plus diffus de l'hydrogène, indispensables au développement de la mobilité routière, de la valorisation des émissions de CO₂ biogénique, de la chaleur industrielle et de la flexibilité énergétique, nécessite le développement de capacités de production et de distribution d'hydrogène semi-centralisées. Ces besoins en hydrogène décarboné sont importants à considérer pour 4 raisons. La batterie électrique ne peut répondre à la décarbonation de la mobilité lourde et intensive du fait des limites en énergie embarquée et du temps de chargement. Par ailleurs, le CO₂ biogénique doit lui aussi être capté et autant que possible valorisé en molécules de synthèse dont le besoin se fait pressant. En outre, la chaleur industrielle, dans les cas où l'électrification n'est pas envisageable, ne peut être décarbonée autrement. Enfin, la flexibilité énergétique, aussi bien nécessaire pour l'intégration des énergies renouvelables intermittentes au système énergétique français que pour la contribution à la décarbonation du bâtiment, n'est à ce jour possible que grâce aux solutions hydrogène.

- Les effets d'échelle d'un système d'électrolyse sont actuellement atteints dès la vingtaine de mégawatts. Lorsqu'un consommateur plus massif d'hydrogène existe dans une zone considérée, celui-ci peut servir de point



©Cryocap © Air Liquide
Pierre-Emmanuel RASTOIN



d'appui pour agréger les besoins plus diffus situés à proximité et permettre l'optimisation économique du territoire concerné.

- Le surcoût au kilogramme d'hydrogène produit par le système semi-centralisé comparé au système centralisé est largement compensé par les externalités induites :

- **création de débouchés indispensables aux gigafactories** d'électrolyseurs issues du PIIEC hydrogène dont le dimensionnement sera initialement davantage compatible d'une taille intermédiaire

- **maintien et développement d'un tissu industriel caractérisé par une attache territoriale forte**, à l'instar de la mobilité routière et son réseau local d'équipementiers (sous-traitants de gigafactories et acteurs de la maintenance). Les entreprises de la filière hydrogène française sont, selon les régions, de 30 à 80% à avoir des compétences liées à la mobilité hydrogène⁷, ce qui renforce la propension de cette filière à se traduire en développement industriel et économique local

- **déploiement agile et rapide des projets de production et d'usage de l'hydrogène** que ce soit au niveau des délais intrinsèques de réalisation ou de la tension moindre sur les infrastructures (raccordement au réseau électrique) ou intrants de production à l'échelle locale (eau, électricité), favorisant une réduction plus précoce des émissions de gaz à effet de serre (GES) françaises

CONCLUSION

Si les sites massifs d'électrolyseurs adossés à des industriels très émetteurs représentent une composante fondamentale de la stratégie de déploiement du système de production d'hydrogène décarboné français, une filière réellement intégrée au tissu industriel national nécessite également une **massification du nombre de projets et d'usagers**. Cela permettra d'en exploiter le réel potentiel en termes de décarbonation des usages et de performance économique, via un marché suffisamment consistant et ouvert. L'objectif de création de 50 000 à 150 000 emplois associés au déploiement des 6,5 GW de capacité de production d'hydrogène décarboné pourra être atteint à cette condition.

3 UNE PLANIFICATION ÉCOLOGIQUE POUR SAISIR TOUTES LES OPPORTUNITÉS

1 - Lancer un plan de déploiement de la mobilité routière hydrogène

La mobilité routière intensive est l'un des usages de l'hydrogène qui pourra contribuer à l'avènement d'une filière étendue et dynamique sur la base du modèle semi-centralisé décrit précédemment. Sa double particularité tient au fait qu'il **s'agit du secteur adressable le plus mature** et qu'il peut représenter l'un des vecteurs majeurs de réindustrialisation par la filière hydrogène. Les deux constructeurs automobiles français (Stellantis, et Renault avec sa co-entreprise Hyvia) se sont positionnés stratégiquement sur le véhicule utilitaire léger (VUL) à hydrogène. Des investissements publics majeurs ont été consentis (cf. PIIEC Hy2Tech en note de bas en page 5) pour que les équipements-clés - piles, réservoirs, véhicules - soient produits massivement en France, et tout un tissu de PME-PMI se structure autour de ces véhicules. Ce positionnement en avance de phase sur les VUL à hydrogène peut également conférer à la France un avantage industriel dans la course mondiale sur les camions à hydrogène, en étant l'un des premiers pays à dimensionner des lignes de production vraiment massives sur les équipements-clés (piles à combustible, réservoirs, ...).

Il est désormais crucial d'amorcer les commandes afin d'atteindre un seuil critique de véhicules déployés, à partir duquel les industriels peuvent adresser un marché (y compris international) sans soutien de l'Etat. Ce seuil peut être atteint rapidement (2027 pour les VUL, 2030 pour les poids lourds). Au regard de son retour industriel fiscal et social, le coût de cette phase d'amorçage apparaît raisonnable. D'autant plus si l'on considère la création de valeur en France si le marché se développe, ou à l'inverse les investissements publics échoués si les gigafactories ne disposent pas d'un marché national dans les prochaines années.

⁷ - Source : Enquête menée en avril 2023 par France Hydrogène auprès des Régions et des Agences régionales de développement économique

Dans ce contexte, France Hydrogène et la PFA (filiale automobile) proposent un **plan de déploiement suivant une méthodologie innovante**, qui permettra, par la création d'un **groupement solidaire** entre les différentes parties prenantes et la prise d'engagements réciproques, de donner la visibilité nécessaire sur les volumes attendus à l'horizon 2030. De cette manière un soutien étatique drastiquement réduit, combiné à un mode novateur de contractualisation de la TIRUERT⁸, permettra le lancement opérationnel des 3 segments « cœur de cible » de la mobilité hydrogène avec :

- 50 000 VUL déployés d'ici 2027,
- 4 250 poids lourds régionaux à horizon 2030,
- 7 450 poids lourds longs courriers.

En ce qui concerne les stations associées, la modélisation du maillage nécessaire réalisée par France Hydrogène, la PFA, et l'Institut de Recherche Technologique SystemX en 2022 a permis de construire un outil performant qui permettra de **planifier l'infrastructure** optimale.

En termes de besoins d'hydrogène renouvelable et bas carbone associés à ce plan, un scénario médian estime que 177 000 tonnes d'hydrogène par an seront requises à horizon 2030, soit l'équivalent de **1,3 GW** de capacité de production par électrolyse suivant un modèle majoritairement semi-centralisé.

2 - Construire une filière des carburants synthétiques, une opportunité majeure de réappropriation de souveraineté énergétique, et de massification de la filière hydrogène

À la suite de la publication des feuilles de route de décarbonation des secteurs aérien et maritime, la filière des carburants de synthèse à base d'hydrogène est l'un des secteurs incontournables à déployer immédiatement. En outre le règlement ReFuelEU Aviation fixe des quotas d'incorporation de 1,2% de RFNBO⁹ en 2030, puis 5% en 2035. Cela représente des quantités d'hydrogène de l'ordre de 50 000 tonnes en 2030 et 200 000 tonnes en 2035 pour l'aérien. Pour les carburants d'aviation durable, un mécanisme de *book&claim* (possibilité de décorréliser les flux physiques et administratifs d'incorporation) permettra aux pays de l'UE d'atteindre leurs quotas de RFNBO sans avoir à les consommer physiquement. Cela induit une possibilité pour les projets français de dimensionner leurs installations de production sur la base d'un volume de marché initialement plus large que le

cadre français, et ainsi, de cibler le dimensionnement optimal de celles-ci dès à présent. L'opportunité est remarquable puisque **l'étude Trajectoire 2030 volet 2** a mis en évidence des intentions de projet correspondantes à hauteur d'environ 300 000 tonnes par an d'e-fuels maritimes et aéronautiques.



Sur la base de ces éléments, France Hydrogène estime un **besoin d'hydrogène de l'ordre de 300 000 tonnes par an à 2030** pour la production de carburants de synthèse pour ces filières, soit un besoin de capacités de production d'hydrogène décarboné de **2,3 GW** d'électrolyse.

Pour concrétiser cette opportunité, France Hydrogène recommande de construire, avec les filières concernées, un plan qui adresse notamment les enjeux de planification, d'organisation, ainsi que d'accès au CO₂ industriel et biogénique nécessaire à la fabrication de ces carburants de synthèse.

3 - Développer la robustesse et la résilience du secteur industriel constitué autour de l'hydrogène

Le développement de la filière hydrogène et de son tissu industriel doit s'accompagner d'un renforcement de sa souveraineté énergétique et technologique afin d'assurer son succès et sa pérennité.

⁸ - Taxe incitative relative à l'utilisation d'énergie renouvelable dans le transport

⁹ - Renewable Fuels of Non Biological Origin, c'est à dire l'hydrogène renouvelable et ses dérivés



L'accès à une énergie abondante et abordable (électricité, biomasse) devient à ce titre un enjeu stratégique comme ont pu le démontrer les événements de ces derniers mois au niveau national et européen (tension sur le réseau électrique français et accès limité au gaz naturel, envolée des prix). La disponibilité en eau, l'approvisionnement en métaux et matériaux critiques et la maîtrise de leur chaîne de valeur, la souveraineté technologique des équipements auxiliaires aux technologies clés, représentent autant d'enjeux de réindustrialisation et de souveraineté pour la filière.

Dans la continuité des initiatives déployées par le Gouvernement au travers notamment des AAP Briques technologiques et Métaux critiques, du plan Eau, du lancement de l'OFREMI¹⁰ et du Critical Raw Materials Act européen, France Hydrogène propose d'intégrer un plan d'actions transverses au travers du renforcement de la R&D&I et de la collaboration entre les filières industrielles, de la mise en place de boucles circulaires de recyclage et la diversification des modes de production d'hydrogène, notamment basés sur la conversion de biomasse (thermolyse et pyrogazéification).

4 - Planifier le déploiement jusqu'à la fin de la décennie et au-delà

La poursuite du déploiement nécessite, en ce qui concerne la production et la distribution d'hydrogène, **une coordination de l'ensemble des parties prenantes** dont les gestionnaires de réseaux électriques et gaziers, ainsi que certaines filières sectorielles, sous l'égide du Gouvernement. 2030 demeure un jalon essentiel, néanmoins l'horizon doit désormais être élargi à la décennie suivante qui verra apparaître ou croître certains usages tels que la flexibilité énergétique (centralisée ou décentralisée), ainsi que la mise en place d'un marché de l'hydrogène à l'échelle internationale. Les infrastructures de transport sont des investissements lourds et à cycle long. Aussi leur planification doit être anticipée dès la décennie actuelle et en parallèle du déploiement en cours.

Les enjeux d'un système complexe et interconnecté tel qu'attendu aux niveaux européen et mondial sont à intégrer dès à présent dans la planification du déploiement.




CONCLUSION

La révision de la Stratégie nationale hydrogène est particulièrement bienvenue dans la perspective de la prochaine Programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE). Fer de lance de la poursuite du déploiement de la filière, la décarbonation des mobilités lourdes routière, maritime et aéronautique, offre une fenêtre d'opportunité à saisir sans délai. Les quantités d'hydrogène renouvelable et bas carbone que requièrent ces dernières sont déjà suffisantes à l'atteinte de l'objectif de 6,5 GW de capacités de production à 2030. Pour autant, les besoins des autres secteurs, dont le déploiement est amorcé ou à venir, demeurent. L'accroissement du développement d'infrastructures de production d'hydrogène semi-centralisées permettra dans le plus court terme d'accompagner le développement de la mobilité routière, ainsi que l'ensemble des usages attendus sur la fin de décennie.

A l'horizon 2035-2040, les besoins en hydrogène décarboné seront nettement plus importants et multipliés respectivement par 2 ou 3 puis 4 ou 5, en fonction des scénarios des feuilles de route de décarbonation sectorielles. Ainsi les capacités de production nationales déployées à 2030 pourront être augmentées mais aussi complétées éventuellement par de l'import d'hydrogène et de ses dérivés (molécules de synthèse) suivant un ensemble de paramètres et de contraintes, dont notamment la disponibilité en énergie primaire pour produire l'hydrogène.




©Atawey



4 Conclusion

Vision filière pour
une trajectoire
qui réalise le plein
potentiel de
décarbonation et de
réindustrialisation





Synthèse de la vision France Hydrogène

Plan / Axe stratégique	Décarboner	Massifier	Réindustrialiser
<p>Plan de déploiement des infrastructures de production-transport-distribution</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Atteindre l'objectif 6,5 GW+ 2030 ▪ Organiser la mutation de l'infrastructure 2030 → 2040 ▪ Planifier le déploiement avec un projet d'envergure de planification industrielle 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Décarboner les gros émetteurs industriels ▪ Adresser la décarbonation des usages diffus et mobilité routière ▪ Permettre d'accompagner le développement des e-fuels et H₂ direct aérien et maritime 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Massification « horizontale » via le semi-centralisé pour servir la mobilité et les usages diffus, ▪ et « verticale » par la poursuite du déploiement des grands projets dont notamment ceux de production d'e-fuels pour les secteurs aéronautique et naval 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Echelle PME et ETI françaises à forte attaché territoriale ▪ Valorisation investissements gigafactories ▪ Développement compétitivité via une planification plus étendue → meilleure pénétration du progrès technologique ▪ Accroître la visibilité de la filière et ainsi organiser le triptyque emplois-compétences-formations
<p>Plan Mobilité routière</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Un plan fondé sur la notion d'engagement mutuel innovant et efficace pour concrétiser le déploiement des VUL et camions de distribution régionale et les poids lourds (PL) long-courrier 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Seule solution de décarbonation pour certains poids lourds ▪ Complète et accélère la décarbonation du transport routier, inatteignable par le seul véhicule électrique à batterie 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sécurisation rapide de 50 000 VUL et 11 700 PL : atteinte de l'effet de seuil ▪ 1,3 GW à 2 GW de capacité de production H₂ à 2030, complémentaires des besoins industriels diffus à servir notamment en fin de décennie 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Débouchés pour les filières d'équipementiers français (piles, stations, réservoirs) nécessaires maintenant ▪ Permet de conserver la compétitivité des secteurs VUL et PL (autonomie et temps de remplissage) ▪ Opportunité d'internalisation de la production de tout ou partie de la chaîne de traction
<p>Plan de développement de la robustesse et de la résilience</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Briques techno – composants – matériaux ▪ Intrants : eau – électricité – biomasse ▪ Diversification : biomasse – H₂ natif – innovations ▪ Normes – standards – métrologie 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Assurer la maîtrise de l'ensemble de la chaîne de valeur par l'industrie française, sécuriser les chaînes d'approvisionnement de composants critiques, investir dans l'approvisionnement des matériaux ▪ Atténuer la tension en eau et matériaux (H₂ et transition) via R&D&I, diversification et rétrofit : désalinisation, modes de production H₂ alternatifs dont H₂ natif, photo-électro-catalyse, ... ▪ Créer une approche nationale inter-filières sur la normalisation et la standardisation des équipements hydrogène pour renforcer la compétitivité de la chaîne d'approvisionnement 		

L'ENSEMBLE DES RECOMMANDATIONS POUR RÉALISER LE PLEIN POTENTIEL DE LA FILIÈRE

La révision de la Stratégie nationale hydrogène constitue une formidable opportunité de transformer l'essai des premiers jalons solides posés depuis le lancement de cette stratégie en septembre 2020, et d'accélérer pour faire de la France un des leaders mondiaux de l'hydrogène décarboné.

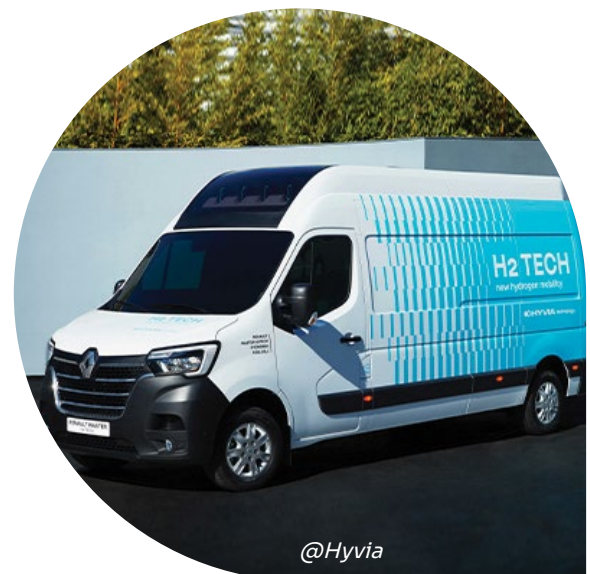
La France a les atouts en main : les *gigafactories* d'équipements clés de l'hydrogène se construisent ; un tissu de PME-PMI se structure rapidement dans les territoires ; la R&D&I nationale compte parmi les moteurs mondiaux du secteur ; et notre mix électrique décarboné doit nous permettre de lancer plus vite des projets sur les différents usages de l'hydrogène et construire ainsi des champions nationaux avec un avantage compétitif durable. Excédant largement l'ambition initiale de la stratégie, les intentions des acteurs industriels (plus d'un million de tonnes d'hydrogène décarboné) confirment ce potentiel. **La révision de la stratégie nationale intervient à un moment charnière pour saisir ce vaste champ d'opportunités** et réaliser ce triple potentiel porté par l'hydrogène en France : de **décarbonation multi-sectorielle, de réindustrialisation des territoires** (en lien étroit avec la pluralité des usages que permet l'hydrogène), **et d'accélérateur de transition énergétique.**

Dans ce cadre, France Hydrogène formule les recommandations suivantes pour réaliser le plein potentiel de la filière :

1 - Usages

- **Lancer le Plan de déploiement de la mobilité routière à hydrogène, tel que proposé par la filière** (50 000 VUL – 11 700 poids lourds pour le transport de marchandises).
- **Permettre le lancement rapide des projets de production de molécules de synthèse pour les transports maritime, aéronautique et l'industrie** : de manière similaire au Plan Mobilité, France Hydrogène se tient prêt à travailler avec les services de l'Etat à des mécanismes permettant de minimiser le besoin associé en financements publics, en augmentant le niveau de confiance général du secteur et en jouant d'effets leviers.

- Cela permettra de positionner une filière industrielle à l'avant-garde, en saisissant cette « avance de phase » temporaire dont la France dispose aujourd'hui, particulièrement grâce à son mix électrique décarboné.
- Cumulé aux projets industriels recensés (2,6 à 3 GW) et au Plan Mobilité proposé (1,3 GW), le lancement de ces projets déjà identifiés contribuerait significativement à atteindre l'objectif de déploiement de 6,5 GW de capacités d'électrolyse fixé dans la stratégie nationale, et qui sera essentiel pour que les fabricants d'électrolyseurs français soient compétitifs sur la scène internationale.
- En plus de permettre la mise en œuvre opérationnelle de la valorisation du CO₂ biogénique, **cette planification territoriale des projets de production de molécules de synthèse peut également être un puissant vecteur de synergies industrielles.** En effet, pour les sites industriels émettant du CO₂ fatal et ne pouvant à terme bénéficier d'un accès à une infrastructure de transport/stockage de CO₂, la production de molécules de synthèse avec de l'hydrogène produit localement apparaît comme une solution incontournable de décarbonation.
 - **Il s'agit également de déterminer les modèles d'implémentation des projets de l'industrie diffuse** comme la chaleur industrielle, l'utilisation de l'hydrogène pour la décarbonation du bâtiment ou la flexibilité énergétique.



@Hyvia



2 - Production

▪ Sur la base des principaux besoins en hydrogène géolocalisés (industrie – mobilité – molécules de synthèse), **mener un travail de planification des capacités de production qui conjugue sites massifs de production et sites de production semi-centralisés :**

— Assurer une hybridation entre des projets d'électrolyse massifs (plusieurs centaines de MW – seulement sur quelques zones industrialo-portuaires) et un maillage du territoire par des projets de taille intermédiaire (20-100 MW). Ces derniers seront notamment décisifs pour que les fabricants d'électrolyseurs nationaux puissent réussir leur courbe d'apprentissage technologique.

— Cette approche conduira probablement à planifier l'extension des capacités de production initialement prévues pour un mono-client industriel (e-fuels inclus) afin que ces capacités puissent également alimenter les usages locaux plus diffus, particulièrement la mobilité. C'est ce modèle de mutualisation des capacités de production qui permettra aux différents secteurs utilisateurs de s'approvisionner en hydrogène compétitif (économies d'échelle et de logistique) et, ainsi, de réussir la Stratégie hydrogène à moindre coût.



▪ **Permettre aux électrolyseurs de s'approvisionner en électricité décarbonée compétitive, avec une visibilité pluriannuelle sur les prix**, condition déterminante pour la prise de décisions finales d'investissement (FID). Cela implique tout d'abord de poursuivre le travail actuellement mené par le Gouvernement sur la réforme du marché européen de l'électricité pour préparer le post-ARENH. Accélérer le développement des *Power Purchase Agreements* (PPAs) sera clé, et notamment l'élaboration, en lien avec la filière, d'une stratégie de fléchage des PPAs vers la production d'hydrogène pour tirer profit des aménagements accordés aux pays au mix électrique très décarboné (France, Suède, Finlande) sur les règles de production d'hydrogène renouvelable (possibilité d'alimentation sur des actifs existants et soutenus par l'Etat), et en faire un avantage compétitif. Enfin, il apparaît nécessaire d'investiguer le rôle des électrolyseurs dans l'équilibrage du réseau électrique, et les modalités de rémunération (capacités d'effacement) qui devraient être développées en conséquence.

▪ En lien avec cette planification territoriale des usages et des capacités de production semi-centralisées, le bouclage énergétique global et les contraintes-opportunités spécifiques à chaque territoire, porter la Stratégie nationale hydrogène au-delà du seul modèle d'électrolyse connecté au réseau électrique, afin de faire de l'hydrogène un accélérateur du déploiement des énergies renouvelables, selon deux axes :

— **Planifier le déploiement de capacités de production d'hydrogène par pyrogazéification ou thermolyse de biomasse.** Ces modes de production peuvent tout d'abord répondre de manière compétitive à des besoins en hydrogène relativement diffus (surtout mobilité), « complétant la carte » sur les zones ne pouvant bénéficier des économies d'échelle du modèle électrolytique semi-centralisé. Mais ils constituent également un atout précieux pour réduire la pression exercée sur le système électrique, et être vecteur de synergies importantes pour d'autres secteurs engagés dans la décarbonation et la réduction de leur dépendance à des intrants extérieurs, à la fois agriculture et industrie (exemple secteur des pâtes et papiers).



— Certains projets éoliens ou photovoltaïques « prêts à être montés » sont d'ores-et-déjà bloqués du fait de délais et/ou coûts de raccordement au réseau électrique trop importants, et il est anticipé que le goulot d'étranglement sur le raccordement va augmenter très rapidement lors des prochaines années, jusqu'en 2030 : **la connexion directe de ces actifs EnR à des électrolyseurs, qui alimenteraient des usages relativement diffus (en particulier la mobilité routière), rend possible l'exploitation de ces gisements.** Au-delà de valoriser des projets « abandonnés » une fois la phase d'instruction administrative passée, mener un travail prospectif de planification territoriale pour valoriser des gisements EnR de cette manière, en lien avec RTE et France Hydrogène, permettrait simultanément de porter l'attention des développeurs EnR sur de nouvelles zones, augmentant le pipe de projets, et de soulager la pression sur le gestionnaire du réseau de transport électrique.

3 - Infrastructures

▪ **Lancer sans délai un travail précis de planification et de lancement des projets d'infrastructures de transport, distribution et stockage d'hydrogène,** avec les gestionnaires d'infrastructures hydrogène concernés, RTE et France Hydrogène. Ce travail approfondi est permis par ces doubles travaux de planification territoriale des usages et des différents modes de production d'hydrogène décarboné. Les infrastructures de transport sont des investissements lourds et à cycle long, aussi leur planification doit être anticipée dès cette décennie et en parallèle du déploiement en cours.

▪ En lien notamment avec cette planification des infrastructures, **préparer l'intégration dans un marché international de l'hydrogène et de ses dérivés.** L'enjeu est de lancer rapidement des projets nationaux qui produiront leurs effets avant l'importation éventuelle d'hydrogène ou de ses dérivés. Ils permettront de bénéficier d'une base souveraine augmentant à terme notre pouvoir de négociation à l'international, et de positionner des entreprises françaises sur ces chaînes de valeur. Cette préparation doit mobiliser l'ensemble de la filière, de manière à maximiser la valeur engendrée :

— En faire une stratégie d'export pour les industriels manufacturiers, embarquant non seulement les grands équipementiers, mais également le tissu de PME-PMI qui aura pu « se faire la main » en France.

— Positionner stratégiquement des ports et des armateurs, afin que les flux internationaux de molécules de synthèse deviennent un levier de diversification économique.

4 - Souveraineté industrielle et technologique

▪ **Articuler la Stratégie nationale révisée avec le plan France Mer 2030 et la feuille de route de décarbonation du maritime :** L'hydrogène doit être un levier majeur pour la relocalisation en France de la construction navale (retrofit des navires, piles à combustible forte puissance, ...), et de l'activité portuaire (objectifs d'augmentation du soutage en France).

▪ **Renforcer et pérenniser notre souveraineté industrielle sur la chaîne de valeur hydrogène :**

— Poursuivre les efforts sur la R&D&I afin d'être pionnier sur les technologies de rupture et réduire notre dépendance aux matériaux critiques et substances poly- ou perfluoroalkylées (PFAs), par exemple grâce à l'extension d'un PEPR¹¹ existant ou la création d'un mécanisme dédié.

— Organiser et maîtriser la chaîne d'approvisionnement des technologies clés, en lien avec les filières concernées et l'OFREMI.

— Adapter, compléter et construire l'offre de formation sur l'hydrogène, en lien avec les études et recommandations de la filière.

Les objectifs de la stratégie française à 2030 restent pertinents. L'ajustement des modalités, en particulier concernant la planification, la coordination des acteurs et les outils financiers associés, est nécessaire pour assurer leur atteinte dans les meilleures conditions, tout en préparant la prochaine décennie.



©Atawey



©Elogen

H₂



©Airbus Zeroe



©Alstom Coradia iLint



www.france-hydrogene.org

vigny.france-hydrogene.org