

L'HYDROGÈNE EN FRANCE EN 2022

Une nouvelle
ère industrielle



France
Hydrogène

Engagée pour la transition écologique



Faits marquants 2022

P 4-5

1

La filière au rythme de la réindustrialisation

Le déploiement des capacités manufacturières

P 6

- Soutenir le développement d'un outil industriel à la mesure des enjeux
- Changement d'échelle pour la production des stations de recharge

Faire rimer réindustrialisation avec emploi et formation

P 8

- A nouvelle filière, nouveaux métiers ?
- Adapter et faire connaître l'offre de formation

L'excellence technologique et industrielle française conforte sa place à l'export

P 9

2

Montée en puissance des usages

La mobilité poursuit son accélération

P 10

- Le déploiement croissant des véhicules et des stations
- Logistique et manutention décarbonées, secteurs porteurs
- Des solutions techniques alternatives
- Les ports et aéroports en transition

Vers la transition énergétique d'activités industrielles spécifiques

P 15

- Substituer l'hydrogène fossile dans les usages industriels traditionnels
- De nouveaux procédés pour décarboner des industries fortement émettrices

Des avancées dans l'intégration des EnR dans les systèmes énergétiques

P 16

- Le haut potentiel de l'hydrogène renouvelable
- Conversion et développement des infrastructures gazières, power-to-gas : du nouveau dans les tuyaux
- Des quartiers et des sites en toute autonomie

3

Réglementation et financement, deux piliers structurants

L'arsenal législatif et réglementaire se structure mais doit encore se renforcer

P 18

- Projet de loi relatif à l'accélération de la production d'énergies renouvelables
- Réglementation : assurer le déploiement en toute sécurité

Le rythme des financements

P 19

- Soutenir le développement des usages et l'innovation
- Une synergie fructueuse entre financements publics et privés

RePowerEU, le plan de bataille de l'Union Européenne

P 21

- Montée en puissance des usages
- Production et transport : un besoin massif d'investissements

Carte des stratégies hydrogène dans le monde

P 22-23

Le rapport annuel édité par France Hydrogène rend compte des faits marquants de l'année, du dynamisme de la filière et de ses acteurs. Le développement de l'hydrogène est en plein essor et les projets nombreux, le document ne se veut donc pas exhaustif. France Hydrogène remercie ses membres pour les illustrations de qualité fournies.

crédits photo : P 8 : © France Hydrogène • P 10 : © HYVIA • P 11 : © Ataway (station) - © Green GT (camion)
P 13 : © France Hydrogène • P 14 : © Kadeg Boucher / Epron Design - © L2ONaval (Hylia) - P 16 : © France Hydrogène (Lhyfe)
P 17 : © Storengy (Hypster) - © Bouygues (Hyvision) - autres visuels et pictogrammes : © Envato



Avec l'hydrogène, la France est à l'aube d'une ère industrielle décarbonée

Réponse aux enjeux climatiques de plus en plus pressants et levier de la relance économique, la stratégie hydrogène de la France est également un moyen de renforcer notre souveraineté technologique et énergétique, à l'aune des temps troublés que nous vivons.

Cette volonté affirmée d'accélérer notre sortie des énergies fossiles et de soutenir une filière industrielle compétitive, créatrice de valeur et d'emplois, est une ambition partagée au niveau européen. Nombre d'événements de l'année 2022 l'illustrent pleinement, notamment le plan RePowerEU, qui consacre le rôle de l'hydrogène bas-carbone et renouvelable dans la politique énergétique européenne pour en particulier s'affranchir des énergies fossiles russes dans les meilleurs délais et également l'autorisation donnée au financement de grands projets industriels dans le cadre des deux premiers volets publiés du PIIEC Hydrogène. La place de nos champions industriels dans la sélection retenue confort la pertinence de nos choix stratégiques et la reconnaissance de l'excellent travail accompli depuis de nombreuses années par tous les acteurs de la filière française.

Le volet 2 de notre étude "Trajectoire pour une grande ambition hydrogène à l'horizon 2030" illustre une fois de plus, s'il en était encore besoin, le dynamisme des acteurs de la filière et la diversité des approches adoptées. Néanmoins, les projets développés sur l'ensemble du territoire national dans le cadre d'écosystèmes territoriaux et recensés dans cette étude ne pourront véritablement être mis en œuvre que lorsque le cadre législatif et réglementaire aura été complètement défini et stabilisé : définition de l'hydrogène acceptable, modalités de production de l'hydrogène, etc. En outre, même si l'on peut se féliciter du soutien apporté à la construction de gigafactories d'équipements, les dispositifs de soutien à la production d'hydrogène et également au développement des usages se font attendre et retardent d'autant les prises de décision finale d'investissement.

Dans l'attente de ce cadre nécessaire à la mise en œuvre des projets, la filière poursuit sa structuration et notamment le recensement des formations dédiées, productrices des talents indispensables à la réussite et la pérennisation de la filière.

Par ailleurs, l'étude cofinancée par la PFA et France Hydrogène et menée par l'IRT SystemX constitue une contribution particulièrement intéressante à la planification écologique souhaitée par le président de la République, tout à fait complémentaire de l'étude précédente pour dessiner le panorama du déploiement des technologies de l'hydrogène à l'horizon 2030.

Ainsi, même si les incertitudes du marché de l'énergie en général et de l'électricité en particulier complexifient les chemins du développement, les défis que nous devons relever rapidement nous engagent collectivement. Restons mobilisés pour que l'hydrogène s'installe de manière durable, au service d'une industrie et d'une économie décarbonées pour le bien-être de tous.

Philippe Boucly
Président de France Hydrogène



JANVIER

Présidence française de l'UE

FÉVRIER

Livre blanc sur les perspectives de déploiement du poids lourd à hydrogène pour le transport de marchandises



30 MARS

France Hydrogène et le MEDEF International lancent l'Index H40, premier Index des start-up et mid caps de l'hydrogène

18 MAI

La Commission européenne présente le détail de son plan RePowerEU et son "accélérateur hydrogène"

11 & 12 MAI

5^e édition du salon HyVolution
L'ADEME annonce 18 projets présélectionnés dans le cadre de la seconde relève de l'Appel à projets "Ecosystèmes territoriaux hydrogène"

Faits marquants 2022

- France Hydrogène
- Union Européenne
- France
- Filière Hydrogène

2022

FAITS MARQUANTS



“Parlons Hydrogène”, un livret pédagogique à destination du grand public
Etude sur “l’adaptation des compétences métiers aux spécificités de l’hydrogène”

5 AU 7 JUILLET

9^e édition des Journées Hydrogène dans les territoires à Rouen

15 JUILLET

La Commission européenne publie la liste officielle des 41 projets retenus dans le cadre du PIIEC hydrogène Hy2Tech, dont 10 projets français

20 SEPTEMBRE

France Hydrogène et Hydrogen Europe publient une tribune appelant à “refonder le projet européen autour de l’hydrogène”

21 SEPTEMBRE

La Commission européenne publie la liste officielle des 35 projets retenus dans le cadre du PIIEC hydrogène Hy2Use, dont 2 projets français

28 SEPTEMBRE

Elisabeth Borne annonce un soutien de l’Etat à hauteur de 2,1 milliards d’euros pour les 10 projets français du PIIEC Hy2Tech”

7 OCTOBRE

France Hydrogène publie une tribune appelant à “faire de l’hydrogène décarboné un moteur de souveraineté et de cohésion européenne”

20 OCTOBRE

France Hydrogène modifie ses statuts et la représentation de ses adhérents pour mieux refléter la filière et lance la plate-forme Hyleo, la communauté de la chaîne de valeur de l’hydrogène

20 OCTOBRE

Emmanuel Macron, Antonio Costa, et Pedro Sanchez conviennent d’avancer sur une infrastructure hydrogène maritime reliant Barcelone à Marseille, le projet *BarMar*

28 NOVEMBRE

France Hydrogène et une coalition d’acteurs industriels européens appellent à ouvrir les cibles d’utilisation d’hydrogène définies dans RED III à l’hydrogène bas-carbone, dans un courrier adressé à la Commission européenne et aux 27 Etats membres.

7 DÉCEMBRE

France Hydrogène publie le 2^e volet de son étude “Trajectoire pour une grande ambition hydrogène à 2030”

La filière au rythme de la réindustrialisation

Deux ans après le lancement de la Stratégie Nationale Hydrogène, les premiers investissements massifs se matérialisent et les usines sortent de terre. Véritable pas de géant pour la filière, ce déploiement porte la promesse d'une souveraineté technologique, synonyme de renouveau pour l'emploi industriel sur tout le territoire. Hors de nos frontières, dans un marché mondial en pleine expansion, la France conforte sa place sur les segments où son excellence n'est plus à prouver.

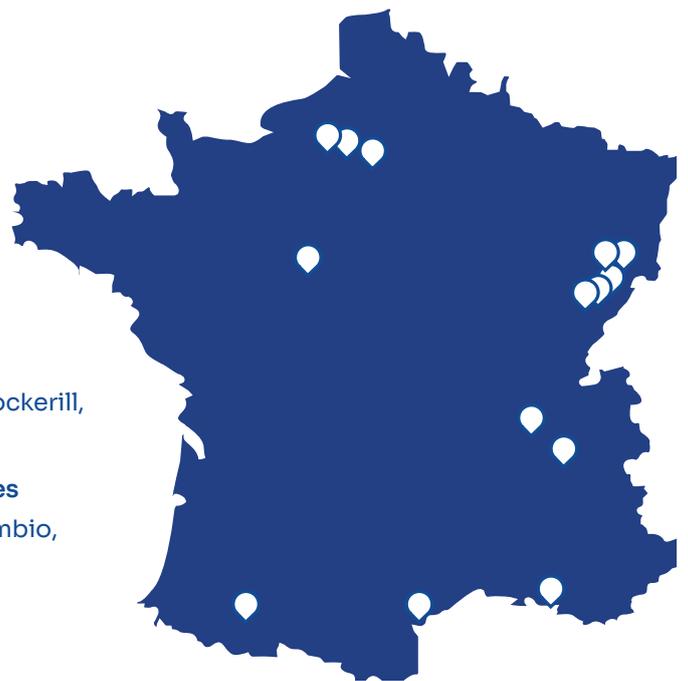
Le déploiement des capacités manufacturières

○ Soutenir le développement d'un outil industriel à la mesure des enjeux

La concrétisation des grands projets de production d'équipements est rendue possible par le nouveau Projet important d'intérêt européen commun (PIIEC) dédié à l'hydrogène. La liste des 41 initiatives validées par la Commission Européenne, regroupant 15 pays et 35 entreprises, dans le cadre d'une première phase - dite Hy2Tech - a été publiée le 15 juillet. Signe du dynamisme et de l'excellence de la filière, la France est le premier pays bénéficiaire avec 10 projets validés. En ligne avec la Stratégie Nationale Hydrogène, cette nouvelle génération de sites industriels concerne en priorité deux grands types d'activité :

• **L'électrolyse** : création de quatre gigafactories d'électrolyseurs pour produire de l'hydrogène, décarboner l'économie et satisfaire une partie des besoins du marché européen en hydrogène renouvelable ou bas-carbone

• **Les équipements et composants-clés pour la mobilité lourde et professionnelle** : déploiement d'usines de piles à combustible adaptées à des usages de mobilité routière, ferroviaire et navale et 2 usines de réservoirs d'hydrogène.



Les efforts d'acteurs engagés depuis plusieurs années dans le développement de technologies de rupture se concrétisent.

Ces futures gigafactories se répartissent sur tout le territoire autour de deux secteurs-clés pour la structuration d'une filière hydrogène robuste et compétitive :

- **L'électrolyse et ses différentes technologies** : Elogen, John Cockerill, McPhy, Genvia
- **Les équipements clés pour la mobilité sur route et sur rail - piles à combustible et réservoirs** : Alstom et Alstom Hydrogène, Symbio, Arkema, Faurecia, Plastic Omnium, HYVIA



Pour cette première vague [du PIIEC Hydrogène], notre pays représente un projet sur quatre. C'est une reconnaissance de notre stratégie et du travail accompli par tous les acteurs. C'est aussi l'occasion d'un pas de géant pour l'hydrogène en France. Avec l'hydrogène décarboné, la France a fait le choix de l'emploi, de la souveraineté et la neutralité carbone.

Elisabeth Borne, Première ministre



Annoncé en septembre, le deuxième volet du PIIEC hydrogène dit Hy2Use, réaffirme le caractère stratégique de l'électrolyse tout en couvrant une plus large partie de la chaîne de valeur :

- infrastructures de production de stockage et de transport d'hydrogène renouvelable et bas-carbone
- développement de technologies d'intégration de l'hydrogène dans les processus industriels de secteurs fortement émetteurs de gaz à effet de serre

Deux projets français ont été retenus : *Normand'Hyet Masshylvia*, porté par Air Liquide pour le premier et par Engie et TotalEnergies pour le second.

Changeement d'échelle pour la production des stations de recharge

A l'autre extrémité de la chaîne de valeur, la France vise également la maîtrise de la production dans le domaine de la distribution d'hydrogène, brique technologique clé dans le déploiement des usages liés à la mobilité. Deux sociétés s'y emploient activement dans la région de Grenoble.

La PME locale, HRS, aujourd'hui pure player de l'assemblage et de la fabrication de stations, a lancé la construction de son nouveau site de production et de recherche à Champagnier (38). Quant à McPhy, parallèlement à la montée en puissance de son activité de production d'électrolyseurs, la société poursuit son développement industriel avec l'inauguration, le 27 octobre dernier, de son tout nouveau site de fabrication de stations dans la capitale iséroise. Cette nouvelle unité lui permettra de multiplier par 7 ses capacités de production, à 150 stations par an.

Enfin, Ataway, société pionnière dans les stations pour la mobilité légère, vient de célébrer ses dix ans et prépare son passage à l'échelle avec l'ouverture d'une usine prévue pour 2024.

CHIFFRES-CLES PIIEC Hy2Tech



2,1 milliards
de financement public



3,2 milliards
de financement privés



5200 emplois directs
dans 7 régions

UNE FILIÈRE À HAUT POTENTIEL



14 500 emplois en 2022 dont
5 800 emplois directs



100 000 emplois
à horizon 2030



Cette nouvelle étude menée par France Hydrogène affine la compréhension des changements engendrés par le développement de la filière en termes d'évolution des besoins en compétences et des métiers industriels

source : enquête France Hydrogène

Faire rimer réindustrialisation avec emploi et formation

Le développement actuel de la filière et ses perspectives sont porteurs à la fois de promesses et de défis pour l'emploi. La promesse de création de nouveaux emplois et d'emplois de reconversion, notamment dans des secteurs confrontés à l'obligation de la décarbonation, comme l'automobile par exemple. Quant aux défis, il s'agit de pouvoir répondre le plus rapidement possible au besoin accru en compétences adaptées à ces métiers industriels, dont certains, spécialisés ou non, sont déjà en tension.

📌 A nouvelle filière, nouveaux métiers ?

Le rythme de développement de la filière génère un besoin de talents faisant appel à diverses compétences techniques, dont certaines sont d'ores et déjà mobilisables. Les professionnels identifient trois niveaux d'expertise "hydrogène" pour les métiers de la filière*. Cette analyse des besoins confirme que certains métiers ne nécessiteront aucune connaissance particulière sur l'hydrogène - qu'ils soient de conception ou opérationnels, ils se révèlent peu sensibles voire indépendants de leur champ d'application ; un deuxième groupe de métiers mobilisera un socle de connaissances générales et enfin un troisième, le plus vaste, des connaissances approfondies dans les domaines techniques ou réglementaires notamment.

➤ Incubateurs H2

C'est le nom du programme lancé par l'Afpa en partenariat avec France Hydrogène le 11 mai dernier, après dix mois d'échanges sur l'ensemble de la chaîne de valeur de la filière. Son objectif ? Accompagner les professionnels et les territoires dans leur recherche de compétences nouvelles pour co-construire les ingénieries de formation et tester les apprentissages ainsi que les certifications adaptées aux compétences "hydrogène" de demain.

* 65 métiers analysés parmi les 84 recensés par le référentiel publié en 2021

📌 Adapter et faire connaître l'offre de formation

Dans ce contexte, l'enjeu réside plus dans l'adaptation des parcours de formation existants que dans la création ex nihilo de parcours spécialisés. Une évolution qui nécessite l'apport de modules de connaissances fondamentales et/ou d'approfondissements spécifiques à l'hydrogène. Sa réussite repose sur l'engagement des acteurs publics (universités et écoles) et privés afin de cibler l'ensemble des profils, y compris dans le domaine de la reconversion.

L'organisme de travail intérimaire, Adecco, a mis en place un module dédié, le "Passeport H2Vert", illustrant pleinement la démarche. Contextualisée selon les spécificités des métiers concernés, cette formation de 4 à 6h est destinée à faciliter l'accès à l'emploi dans la filière. Parallèlement, les métiers et les formations existants doivent gagner en visibilité et en attractivité, à la fois auprès des industriels et des étudiants.



Formation : la valeur ajoutée d'un ancrage territorial

Le gouvernement mise sur différents bassins territoriaux de déploiement pour la production et les usages de l'hydrogène décarboné. L'offre de formation accompagne ce déploiement, en s'inscrivant dans les écosystèmes locaux, à l'instar du nouveau Mastère Hydrogène Énergie de l'Université de Technologie de Belfort-Montbéliard. La formation s'adressant aussi bien aux étudiants qu'aux professionnels en reconversion, trouve son ancrage dans un territoire investi dans les technologies et les applications mobilité de l'hydrogène depuis plus de 20 ans. Adossée à des unités de recherche de pointe et à des capacités industrielles d'envergure, l'UTBM délivrera en 2023 le premier diplôme "Bac +6" dédié à l'Hydrogène, labellisé par la Conférence des Grandes Écoles.



Un géant de l'hydrogène renouvelable franco-indien



"Mettre en place le plus grand écosystème d'hydrogène vert au monde", c'est l'ambition de TotalEnergies et Adani Enterprises Limited (AEL), grand conglomérat privé indien, acteur de l'énergie et des infrastructures.

Après deux partenariats, l'énergéticien français franchit un nouveau pas en prenant une participation de 25% dans Adani New Industries Limited (ANIL). ANIL sera la plateforme exclusive des deux partenaires pour la production et la commercialisation d'hydrogène renouvelable à grande échelle en Inde. Misant sur la complémentarité de leur expertise, TotalEnergies et AEL souhaitent pouvoir rapidement produire et commercialiser de l'hydrogène renouvelable à grande échelle, permettant d'atteindre des niveaux de prix compétitifs.

Premier jalon visé par la plateforme : une production d'un million de tonnes d'hydrogène renouvelable par an d'ici à 2030, en s'appuyant sur de nouvelles capacités de production d'électricité renouvelable d'environ 30 GW.

L'excellence technologique et industrielle française conforte sa place à l'export

Dans un marché mondial en pleine expansion, les opportunités industrielles et commerciales se multiplient sur tous les continents. Groupe international, acteur historique ou ex-start up devenue PME, les entreprises françaises se distinguent hors de nos frontières dans les technologies où leur expertise et leurs compétences ne sont plus à prouver. En tête des domaines porteurs à l'export, on trouve la production d'hydrogène renouvelable ou bas-carbone ainsi que les équipements de mobilité.

▪ **Hydrogène renouvelable.** Cette année a vu se nouer des partenariats de taille entre champions français et acteurs locaux, dans des pays où le climat favorise les énergies renouvelables et par conséquent la production d'hydrogène renouvelable. TotalEnergies réaffirme ses ambitions en Inde (encadré), tandis que les spécialistes de l'électrolyse s'implantent jusqu'en Océanie. McPhy a été sélectionné dans le cadre d'un projet à grande échelle de Vallée Hydrogène au Portugal* et Elogen a noué un partenariat exclusif avec HIFraser Group, un fournisseur de solutions techniques, ingénierie et fabrication s'adressant à une clientèle industrielle, pour la fourniture d'électrolyseurs en Australie et en Nouvelle-Zélande.

▪ **Équipements de mobilité lourde.** Alstom consolide sa place de leader dans le transport ferroviaire, fort de la conversion totale à l'hydrogène d'une ligne régionale de transport de voyageurs en Basse Saxe (Allemagne) avec son modèle phare le Coradia iLint. A suivre en 2023, de nouvelles mises sur rail dans le cadre des nombreuses commandes signées depuis deux ans - en Allemagne toujours, en Italie...et aussi en France. Prochain objectif,

le désert: l'industriel français vient en effet de conclure un protocole d'accord avec l'Arabie saoudite afin de réfléchir au développement de solutions de train à hydrogène adaptées à cet environnement extrême.

Outre-Atlantique, les Etats-Unis demeurent une nouvelle frontière pour la route... sous l'égide des pouvoirs publics. Tandis que Symbio a retenu l'attention de la Commission de l'Énergie de Californie, Plastic Omnium assurera d'ici fin 2023 le développement et la production de réservoirs hydrogène haute pression pour le compte de Ford Trucks, dans le cadre du programme "SuperTruck 3" du Département de l'Énergie américain.



Symbio H2 Central Valley Express, le road trip californien des Français

Le fabricant de piles à combustible français a été sélectionné avec ses actionnaires par la Commission de l'Énergie de Californie pour participer au développement d'un camion à hydrogène destiné au transport régional. Sur la base d'une plateforme de Freightliner, il assurera l'intégration d'un système de piles à combustible basé sur sa technologie StackPack, quand Faurecia fournira le système de stockage d'hydrogène et Michelin les pneus faible résistance. Le projet soutenu à hauteur de 2 millions de dollars, prévoit la mise en circulation du camion fin 2023, après une phase de test de 12 mois sur un trajet de 650 km.

* GreenH2Atlantic : localisé dans la zone portuaire de Sines, ce projet porté par un consortium de 13 entités ambitionne de déployer 100 MW de capacité d'électrolyse pour 10 000 tonnes d'hydrogène renouvelable par an.

2

Montée en puissance des usages

Vecteur d'énergie flexible, l'hydrogène est un levier essentiel de la transition et de la souveraineté énergétiques.

Adapté à des usages prioritairement professionnels dans de nombreux domaines, ses déploiements opérationnels se multiplient sur tout le territoire, structurant une offre de plus en plus robuste.

CHIFFRES-CLES



c'est le nombre de bus à hydrogène que souhaite acquérir Ile-de-France Mobilités à partir de 2024 en complément des bus fonctionnant à l'électricité et au biométhane

La mobilité poursuit son accélération

Le déploiement croissant des véhicules et des stations

L'offre de véhicules s'étoffe de manière significative sur l'ensemble des segments de la mobilité lourde et/ou intensive, segment privilégié de la mobilité hydrogène. Avec Hycity, son tout dernier modèle de bus, Safran poursuit son développement en France et souhaite conquérir le marché européen. Lors du dernier Mondial de l'Auto, HYVIA a présenté le fourgon à hydrogène Renault Master Van H2-TECH dans sa version de série, lui aussi prêt à rouler sur toutes les routes d'Europe. De son côté, Stellantis monte en cadence sur les fourgons à hydrogène. Spécialisée dans l'assemblage de véhicules utilitaires, l'usine de Hordain (59) déclinera trois modèles phares du groupe dans des versions hydrogène (Citroën Jumpy, Opel Vivaro et Peugeot Expert).

Parallèlement, **le maillage territorial des stations de recharge se densifie**. La dynamique portée par le développement des véhicules de service urbain (bus, BOM) se poursuit, comme à Belfort, où la station qui sera mise en service en 2023 alimentera une flotte de 7 bus à hydrogène. En lien avec le développement des flottes professionnelles, le déploiement des stations publiques s'accélère. C'est notamment le cas en Vendée : première du genre en France, la station inaugurée en décembre 2021 est multi-énergies, distribuant de l'hydrogène, du biogaz et de l'électricité. La même installation est prévue pour 2023 aux Sables d'Olonne.

Une offre combinée pour les flottes professionnelles

HYVIA et Stellantis proposent une offre combinée de véhicules avec station à hydrogène pour les flottes et parcs d'entreprises. Alors que le premier commercialise l'ensemble, le second s'appuie sur un partenariat avec Engie pour la partie station.



Entre l'atelier pilote de Rüsselsheim en Allemagne et l'usine de Hordain, nous faisons un pas très significatif dans la réduction des coûts.

Carlos Tavares, PDG du Groupe Stellantis, à propos du passage à l'échelle de sa production de VUL hydrogène



Le modèle d'HYVIA est proposé en 3 versions : "Fourgon" et "Châssis grand volume" pour le transport de marchandises, et une version "City Bus" pour le transport de personnes.

CHIFFRES-CLES



58

stations de recharge hydrogène sont actuellement en service en France, ce sera 225 d'ici 3 ans



Place aux stations publiques

Pose de la première pierre ou inauguration, le réseau des stations publiques de recharge est en pleine extension. 25^e installation du fabricant de stations grenoblois Ataway, la station de Moûtiers (photo) s'inscrit dans le projet "Zero

Emission Valley", qui comptera 6 stations à la fin de l'année, de Grenoble à Vénissieux.

Le 10 novembre, c'est à Saint-Priest qu'HYmpulsion et ses partenaires inauguraient la station HRS, troisième station du réseau. Quant à Hysetco, la société se concentre sur l'Île-de-France et doit ouvrir sa quatrième station à Paris, porte de St Cloud. Alliant production et distribution d'hydrogène bas-carbone, ce site ambitionne d'être la plus grande station d'Europe (400 pleins/jour), au cœur d'un axe franco-allemand d'infrastructures de distribution.



HYmpulsion et ses actionnaires sont parvenus à initier une dynamique collective avec l'ensemble des écosystèmes territoriaux.

Au-delà des enjeux nationaux de sûreté d'approvisionnement énergétique, cela répond à un triple enjeu de nos territoires : décarbonation de la mobilité légère et lourde, amélioration de la qualité de l'air dans nos vallées, et création d'emplois locaux.

Thierry Raevel,
Président d'HYmpulsion
et Directeur Régional d'ENGIE

Développé par un consortium regroupant GreenGT, les Transports Chabas et Carrefour, le "premier camion à hydrogène français" a été présenté le 24 mars à Toulon. Ce porteur unique en son genre (44 tonnes) sera testé en conditions réelles sur la boucle de distribution la plus sévère de Carrefour de Salon-de-Provence (Bouches-du-Rhône), à Antibes dans les Alpes-Maritimes.



Publié dans le cadre du groupe de travail mobilité de France Hydrogène, ce document de référence de 160 pages s'appuie également sur les témoignages d'acteurs de premier plan du transport routier. Il est destiné aux opérateurs de toute la filière (chargeurs, transporteurs, logisticiens...) qui désirent s'informer... avant de se lancer.



736
projets
hydrogène

Etat des lieux des projets de déploiement de bus hydrogène annoncés en France



Changement de vitesse dans le transport routier longue distance

Encore loin des volumes asiatiques et des avancées en cours aux Etats-Unis, l'hydrogène monte en puissance dans le transport routier en Europe. Les constructeurs coopèrent pour accélérer la mise sur le marché des véhicules prévus d'ici 2025 à 2027. Par ailleurs les accords avec les énergéticiens se multiplient (Air Liquide et Iveco ou TotalEnergies et Daimler Truck). **Objectif** : structurer un écosystème européen de véhicules et d'infrastructures de recharge.

33 en exploitation + 106 en cours de déploiement + 409 envisagés publics + 188 envisagés confidentiels

Source: Element Energy pour France Hydrogène



60 000

nombre de poids lourds hydrogène mis en circulation en Europe d'ici 2030
(Objectif de la Stratégie de Mobilité Durable de Commission Européenne)



70 000

volume du parc d'autocars diesel susceptible d'être converti à l'hydrogène via leetrofit

Un sujet de société naissant, à la rencontre du grand public

Considéré comme un objet de laboratoire il y a encore quelques années ou à une énergie possible dans un avenir très lointain, l'hydrogène est aujourd'hui identifié en tant que maillon essentiel pour décarboner de larges secteurs de l'économie comme l'industrie, les transports et l'énergie. Enjeu industriel, technologique et environnemental, il est amené à être de plus en plus présent dans la vie quotidienne des citoyens, générant un questionnement légitime. Une communication davantage tournée vers le grand public est nécessaire, afin de mieux faire connaître la technologie et déconstruire les idées reçues, et ainsi favoriser l'acceptabilité dans le contexte actuel d'accélération du déploiement.

2^e édition du Baromètre Terega – Louis Harris

Lancé en mai 2021 par Terega et réalisé par l'institut Louis Harris, le Baromètre "Les Français et l'énergie Hydrogène" a pour objectif de mesurer l'évolution du niveau de connaissance et des contenus d'image associés à l'hydrogène au sein de la population française dans son ensemble. Les principaux enseignements de cette deuxième édition sont encourageants et mettent en exergue le travail qui reste à accomplir notamment en termes de pédagogie.

Le niveau de notoriété de l'hydrogène est élevé et en progression (+5 pts à 84%). Son image d'énergie d'avenir progresse légèrement, à un niveau élevé (+1 pts à 87%). La part des opinions positives progresse également (+5 pts à 58%), quand l'image de dangerosité est en forte baisse (-13 pts à 36%).

En revanche, la vision et la connaissance sur l'hydrogène, bien qu'en progression (+3pts) restent modérées (34%). Et malgré une notoriété et une image en progression, l'hydrogène se place au même rang que l'an dernier (6^e) comparativement aux autres énergies. Le travail pédagogique d'acculturation doit se poursuivre !

Scannez-moi
pour retrouver
l'ensemble du baromètre
Louis Harris



Logistique et manutention décarbonées, secteurs porteurs

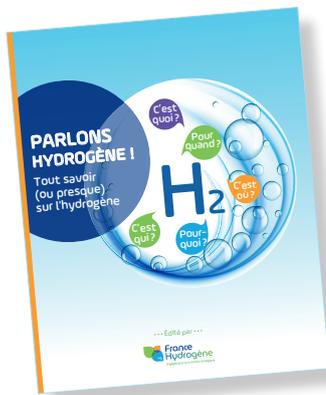
Dans la logistique de marchandises, les solutions et déploiements hydrogène se multiplient.

Acteur historique de la traction hydrogène pour engins de manutention, Gaussin est en plein développement. L'industriel franc-comtois a annoncé en mars l'accroissement de ses capacités de production avec un nouveau site à Saint-Vallier, en Saône-et-Loire pour faire face à l'augmentation de la demande sur les marchés américains et européens. Il se positionne également sur la fourniture d'une solution globale de production et distribution de mobilité décarbonée sur les sites logistiques, y compris portuaires et aéroportuaires, projet pour lequel un partenariat stratégique a été signé avec Lhyfe, le pure player de l'hydrogène renouvelable.

Signe de l'expansion du marché, des acteurs majeurs de la grande distribution optent pour des chariots élévateurs à hydrogène. C'est le cas de Lidl qui a choisi d'équiper sa toute dernière plateforme située à Carquefou (44) avec la solution hydrogène "clé en main" commercialisée par Plug Power. Lhyfe est encore de la partie, les engins de la plateforme étant alimentés en hydrogène renouvelable par la production du site voisin de Bouin.

Des solutions techniques alternatives

Le retrofit ou la conversion des véhicules thermiques classiques en mode zéro émission. Autorisée par décret depuis avril 2020, cette technique consiste à remplacer le moteur thermique par un moteur électrique avec batterie ...ou par une pile à combustible et un réservoir hydrogène. Dans un contexte où l'offre des véhicules neufs à très faibles émissions est encore émergente sur certains segments et où les prix de l'énergie connaissent une augmentation inédite, le retrofit est une alternative de plus en plus sérieuse, qui suscite une réelle demande.



Le livret pédagogique "Parlons Hydrogène ! Tout savoir (ou presque) sur l'hydrogène" publié cette année par France Hydrogène s'inscrit dans cette logique de vulgarisation indispensable.

Il s'adresse au grand public avec pour objectif de répondre aux questionnements et idées reçues afin de tout connaître sur ses enjeux.

La propulsion hydrogène. Porsche, Toyota, Renault, BMW... nombreux sont les constructeurs qui se penchent de plus en plus sérieusement sur le moteur thermique à hydrogène. Alpine en a même équipé Alpenglow, son concept car présenté au dernier Mondial de l'Auto. La technologie n'est pas nouvelle mais nécessite de nombreux ajustements pour arriver à une combustion respectant les standards des véhicules de série. Ses avantages ? La robustesse de l'équipement, la compatibilité de l'outil de production existant et le moindre coût de sa mise en œuvre. Avant l'automobile, le potentiel du moteur à hydrogène offre des perspectives dans la mobilité lourde (poids lourds longue distance, engins de chantier, transport maritime et fluvial, voire aérien).

Les ports et aéroports en transition

Au-delà des solutions de propulsion, la conversion du transport maritime et aérien à l'hydrogène dépend à terme de la création d'écosystèmes favorisant la massification des usages dans les zones portuaires et aéroportuaires.

Dans le prolongement d'un protocole d'accord signé en 2021, Air Liquide et le Groupe ADP renforcent leur collaboration. Les deux groupes ont créé une co-entreprise destinée à accompagner les aéroports en France et à l'international dans leur conversion à l'hydrogène. L'offre de services et d'ingénierie porte notamment sur les questions de l'approvisionnement en hydrogène liquide et le développement d'autres usages en mobilité au sol.



Nous allons construire dans les prochaines années environ 600 000 m² d'espace logistique. Ils seront conçus pour pouvoir fonctionner avec des engins à pile hydrogène. Et nous espérons également pouvoir utiliser à l'avenir l'hydrogène avec des camions. Nous avons pour cela noué un partenariat avec Lhyfe et le transporteur Jacky Perrenot.

Clément Léost,
Responsable du pôle logistique
stratégie-construction de Lidl

Sur les chantiers avec JCB routier

Après avoir révélé en 2020 un premier prototype de pelleuse à hydrogène, le constructeur spécialisé JCB présente une station hydrogène mobile. Monté sur tracteur, ce distributeur permet à ses utilisateurs de ravitailler plus aisément et rapidement les véhicules à hydrogène sur les chantiers.



Les entreprises hexagonales misent sur le rétrofit

Des start-up et PME françaises s'illustrent dans cette technologie en phase à la fois avec les objectifs de décarbonation de la mobilité et les enjeux d'une économie circulaire. La société vendéenne E-Neo s'engage sur le segment de la conversion des camions (ci-contre) et la picarde IBF 2 sur celui des cars diesel - dont le premier sera mis en circulation entre Rouen et Evreux, sur une ligne de transport scolaire opérée par TransDev. Quant à la lyonnaise GCK, elle multiplie les projets et les alliances sur une grande diversité de segments - du transport de passagers (car rétrofité pour la région Auvergne-Rhône-Alpes, alliance avec Symbio pour la fourniture de piles à combustible, ...) au sport automobile, via son écurie GCK MotorSport. Cette dernière devrait bénéficier de la nouvelle expertise de motoriste de sa maison mère qui vient de racheter Station F, l'une des références en France de l'ingénierie automobile de compétition et de série. GCK souhaite repositionner l'activité de cette nouvelle entité autour du rétrofit... et de la combustion à hydrogène.



Du nouveau sur et pour les routes de Vendée.
Sur un châssis d'origine de Renault Premium, E-Neo réalise son premier véhicule homologable rétrofité à l'hydrogène. Embarquant une pile à combustible de 30 kW et 4 réservoirs de 4,2 kg, ce camion-benne a été développé pour le compte du département de la Vendée. Doté d'une autonomie de 350 km, il sera utilisé pour l'entretien de la voirie.

Energy Observer : le maritime, territoire d'innovation,



Après avoir démontré depuis 2017, avec le catamaran "Energy Observer", qu'il est possible de naviguer en totale autonomie grâce aux énergies renouvelables et à l'hydrogène, Victorien Erussard ambitionne de développer un nouveau navire de charge pour décarboner le transport maritime. 150 mètres de longueur, 12 000 tonnes de port en lourd, 50 tonnes d'hydrogène liquide et une autonomie visant les 2 000 milles nautiques : ce sont les chiffres clés d'Energy Observer 2, un cargo ayant pour objectif d'être le plus bas-carbone du monde, sur un segment représentant aujourd'hui un tiers de la flotte mondiale.

L'intégration de hauts modules de puissance générés par des piles à combustible et adaptés à l'utilisation de l'hydrogène liquide sera assurée par EODev, la filiale industrielle d'Energy Observer consacrée à

l'industrialisation des technologies embarquées développées sur les différents démonstrateurs.

Air Liquide a intégré ce consortium pour mettre à disposition son savoir-faire sur toute la chaîne de valeur de l'hydrogène liquide (production, stockage, distribution et sécurité de l'hydrogène liquide), apportant ainsi son expertise technologique, industrielle et sa capacité d'innovation. Également partenaire du projet, CMA CGM analysera les paramètres commerciaux et opérationnels du navire, dont l'architecture a été conçue par le cabinet LMG Marin. Présenté le 10 février à l'occasion du One Ocean Summit à Brest, le projet doit effectuer sa première mise à l'eau en 2026, suivie d'une campagne de tests le long des côtes européennes, puis d'une exploitation commerciale prévue en 2027.



30 Juin

lancement officiel de l'Alliance pour une aviation à émissions nulles (électrique ou hydrogène) par la Commission Européenne

Un appel aux membres de la communauté aéronautique à unir leurs forces

Les ports sont des lieux stratégiques pour l'implantation de sites de production massive d'hydrogène. Par la densité de leur activité, ils constituent des débouchés pour les principaux usages : industriels (décarbonation des industries de process), mobilité (mobilité lourde, fret maritime et terrestre, transport de passagers) et énergétiques (intégration des EnR dans le système énergétique via l'éolien et le solaire). En Gironde, dans le cadre d'un accord avec le Grand Port Maritime de Bordeaux, la société française GH2 entend tripler la

capacité d'électrolyse de son projet de production d'eFuel sur la presqu'île d'Ambès (300 vs 100 MW).

A Marseille, le Groupe CMA CGM, rejoint les partenaires du démonstrateur industriel, Jupiter 1000, piloté par GRTgaz et situé à Fos-sur-Mer, affirmant sa volonté d'accélérer la transition de sa flotte vers l'utilisation de nouveaux carburants très bas-carbone. Pour rappel, Jupiter 1000 vise à produire de l'hydrogène issu d'électricité renouvelable ainsi que de l'e-méthane, à partir de cet hydrogène et de CO₂ capturé en sortie de procédé industriel.

l'A380 reprend du service pour l'avion à hydrogène

18 mois après l'annonce du lancement d'un avion à hydrogène pour 2035 dans le cadre du programme ZEROe, Airbus a signé en février un partenariat avec CFM International, (Safran et General Electric). Le cap est clair : développer un démonstrateur qui effectuera ses premiers vols en 2026. Airbus et ses partenaires ont opté pour l'A380, dont le volume se prête aux expérimentations nécessaires.



Hylia est le projet de bateau à passagers le plus avancé en termes d'études. D'une capacité de 150 à 200 passagers, il assurera la liaison entre le port de Vannes et l'île d'Arz. Véritable navire amiral d'une filière bretonne du "bateau zéro émission", le projet prévoit à terme la rotation de 2 à 4 navires, dans les eaux du Golfe du Morbihan, zone classée Parc Naturel. Mise en service du premier prototype : début 2024.



L'hydrogène est amené à jouer un rôle majeur dans un tout nouvel usage : la conversion du CO₂ fatal industriel, émis par le procédé et non pas par le combustible fossile utilisé. C'est sur ce principe faisant appel à la technologie du CCU (Carbone Capture and Usage) que se base le projet Hynovi porté par Vicat et Hynamics. Mis en œuvre sur la cimenterie Vicat de Montalieu, il va ouvrir la voie de la décarbonation profonde de l'industrie.

Marie Godard-Pithon,
Directrice performances et investissements
chez Vicat

Masshyla : feu vert de l'Europe

Le projet du duo franco-français TotalEnergies / Engie fait partie de la liste des lauréats du PIIEC Hy2Use. Les deux groupes exploiteront l'un des plus grands sites de production d'hydrogène renouvelable de France. D'ici 2024, au cœur de la bioraffinerie de Total à La Mède (13), un électrolyseur produira jusqu'à 5 tonnes d'hydrogène par jour pour couvrir les besoins du processus de production de biocarburants avant d'être au cœur d'un écosystème hydrogène plus large.

CHIFFRES-CLES



22Mt
CO₂/an

potentiel de réduction de l'empreinte carbone de la sidérurgie en France en modifiant le procédé de réduction du minerai avec de l'hydrogène

Vers la transition énergétique d'activités industrielles spécifiques

Différentes industries de process utilisent l'hydrogène comme matière première, quand d'autres l'intègrent dans des processus ou des produits. L'ensemble présente un potentiel de décarbonation prometteur, identifié comme tel par la stratégie nationale hydrogène à l'aune de la trajectoire cible de décarbonation de 2050. Des installations d'envergure voient le jour sur tout le territoire, soutenues par les plans de financement de France 2030, ainsi que par les dispositifs européens.

Substituer l'hydrogène fossile dans les usages industriels traditionnels

Les industries fortement consommatrices d'hydrogène comme matière première se concentrent dans des bassins d'activité qui sont autant de zones prioritaires à décarboner. La solution passe par la production locale d'hydrogène renouvelable ou bas-carbone, en substitution de la production à partir de gaz naturel. Cette option est particulièrement adaptée aux grands bassins industriels, notamment dans l'axe de la Vallée de la Seine, où Air Liquide construira un site d'électrolyse de forte puissance (au moins 200 MW) à Port-Jérôme près du Havre pour une production d'hydrogène renouvelable qui doit permettre d'éviter l'émission de plus de 250 000 tonnes de CO₂ par an. Avec l'obtention de l'autorisation d'exploiter en début d'année, puis sa sélection dans le cadre du second volet du PIIEC hydrogène en septembre, le projet *Air Liquide Normand'Hy* a franchi une étape fondamentale vers la concrétisation.

Quelles que soient les contributions publiques, ces projets impliquent souvent des partenariats ambitieux entre producteurs et utilisateurs, à l'instar de celui engagé

par Hynamics, la filiale hydrogène bas-carbone d'EDF et Domo Chemicals, spécialiste des polymères techniques. Sur le site de Saint-Fons (69), au cœur de la Vallée de la Chimie, le projet HyDom de production d'hydrogène bas-carbone pour l'industrie est à ce jour l'un des plus importants en France, au service d'une usine de production de polyamides leader en Europe.

De nouveaux procédés pour décarboner des industries fortement émettrices

L'hydrogène renouvelable ou bas-carbone contribuera également à la décarbonation de certains processus et produits pour des activités énergivores fortement émettrices de gaz à effet de serre et dont les procédés ne peuvent pas être convertis à l'électricité. Il s'agit principalement de la production d'acier et de ciment et de la pétrochimie – spécialement via les e-carburants, tant au niveau de la production que des usages (usages industriels ou mobilité).

Elogen, pionnier français de l'électrolyse PEM* et Sarralle, firme espagnole leader mondiale de l'ingénierie industrielle viennent de signer un accord pour l'ingénierie, la fabrication, la fourniture et la mise en service d'équipements de génération d'hydrogène renouvelable sur site pour la sidérurgie, en remplacement de la technologie des hauts fourneaux à charbon. Une voie dans laquelle le groupe Arcelor Mittal est d'ores et déjà engagé en France, aujourd'hui sur le site de Dunkerque, demain sur celui de Fos-sur-Mer. Le géant mondial de l'acier a annoncé un investissement de 1,7 milliard d'euros pour "verdir" son acier hexagonal, avec l'aide de l'État dont la contribution reste à préciser.

* Protons Exchange Membrane, une technique d'électrolyse adaptée à la production d'hydrogène à partir d'EnR intermittentes.



L'hydrogène est dans le chanvre

Après les plaquettes de bois utilisées par Haffner Energy dans l'Est de la France, place au chanvre et cap à l'Ouest avec Qairos Energies. Etablie dans la Sarthe, la start-up prépare une première unité de production de gaz de chanvre par pyrogazéification* près du Mans où l'hydrogène alimentera en priorité des usages de mobilité.

Elle compte en implanter une seconde près de Morlaix, d'ici 2025. Le développement des sites est corrélé à la création d'une filière du chanvre, matière première textile qui bénéficiera ainsi de nouveaux débouchés. La pyrogazéification s'empare également des résidus de plastiques non recyclables mécaniquement et des combustibles solides de récupération (CSR) avec plusieurs projets en développement.

**transformation chimique de la biomasse à très haute température produisant un mélange gazeux dont la purification permet d'obtenir de l'hydrogène*

CHIFFRES-CLES Projet RHYn



100 km

de réseau hydrogène
dont 60 km de canalisations
existantes converties

capacité : 125 000 tonnes
d'hydrogène par an, soit
l'équivalent de la production
de 900 MW d'électrolyse

Des avancées dans l'intégration des EnR dans les systèmes énergétiques

La flexibilité et les caractéristiques de l'hydrogène offrent des perspectives prometteuses dans le domaine des applications énergétiques, en phase avec les objectifs de diversification du mix. Le contexte actuel favorise la concrétisation d'une dynamique d'ores et déjà amorcée, avec des niveaux de développement hétérogènes en fonction des domaines. Intermittentes par nature, les sources d'énergie renouvelable impliquent de pouvoir stocker de grandes quantités d'électricité de manière fiable, économique et souple...ce que l'hydrogène peut permettre fournissant ainsi un service au réseau.

Le haut potentiel de l'hydrogène renouvelable

Face aux objectifs ambitieux en termes d'électricité verte, la production d'hydrogène renouvelable issu des EnR trouve sa place. En fonction des spécificités climatiques et économiques territoriales, différents types de production d'hydrogène voient le jour, en association avec les différentes énergies renouvelables disponibles (éolienne, solaire, biomasse, ...).

Créée en 2017, la start-up pionnière de la production d'hydrogène à partir d'électricité éolienne Lhyfe est aujourd'hui cotée en Bourse et multiplie les projets. Les énergéticiens historiques répondent également présents dans le cadre de consortiums tels que "HyGreen Provence", un projet visant à alimenter une production d'hydrogène renouvelable à partir d'électricité photovoltaïque, avec une possibilité de stockage de l'hydrogène dans la zone de Manosque.

Conversion et développement des infrastructures gazières, Power-to-gas : du nouveau dans les tuyaux

Le développement d'écosystèmes hydrogène robustes repose sur un réseau de transport à la hauteur des volumes en jeu. La conversion du réseau gazier actuel constitue une voie prioritaire, l'hydrogène y étant injecté directement ou sous forme de méthane de synthèse (Power-to-gas). Une conversion qui peut se faire à différentes échelles : pour des régions entières comme dans le cas de la Vallée du Rhin, une zone stratégique du fait de sa localisation et de la densité de son tissu urbain et industriel, ou pour des écosystèmes plus localisés, au niveau d'une commune par exemple. Des démonstrateurs sont déjà opérationnels ou en cours de développement.

A côté de la conversion, le développement de la filière passe par la construction d'un réseau dédié. Le pourtour méditerranéen fait aujourd'hui son apparition sur la carte avec le projet BarMar (Barcelone-Marseille),



Lhyfe recule les frontières de l'éolien

22 septembre 2022.

Première mondiale à St Nazaire.

La start-up devenue grande inaugure Sealhyfe, son démonstrateur de production d'hydrogène renouvelable offshore. L'expérimentation doit durer 18 mois, à quai puis au large du Croisic, sur un site d'essais en mer opéré par Centrale Nantes. Convaincu du rôle central de l'offshore pour massifier la production de l'hydrogène renouvelable, le dirigeant de Lhyfe prépare en parallèle le déploiement européen de la production d'hydrogène à partir d'éoliennes terrestres, à peine un an après la mise en service de son site vendéen de Bouin.

HYPSTER* le stockage massif, une tendance d'avenir

Lancé en 2021 à Etrez, le démonstrateur commun issu d'un partenariat entre Schneider Electric et Storengy (ENGIE) porte sur le stockage massif souterrain d'hydrogène en cavité saline. Objectif visé : consolider un maillon essentiel de la chaîne de valeur pour le développement de la filière à l'échelle industrielle.

* *Hydrogen Pilot Storage for large Ecosystem Replication*



un nouveau pipeline sous-marin reliant la péninsule ibérique à la France pour acheminer de l'hydrogène renouvelable sur un axe Portugal-Allemagne.

Des quartiers et des sites en toute autonomie

Chaleur, électricité... l'hydrogène associé à des piles à combustible réversibles constitue une solution éprouvée pour l'autonomie partielle ou totale de bâtiments ou de quartier entiers, dans le cadre d'installations de co-génération et de stockage alimentés par des énergies renouvelables. Les solutions permettent de réduire l'intermittence des énergies renouvelables produites localement, en stockant le surplus sous forme d'hydrogène. Plusieurs projets sont en cours sur le territoire.

Pour un bâtiment. A Belfort, Territoire Habitat se lance dans un projet d'évaluation précis (coût, technique, fonctionnement). Le bailleur social va construire d'ici fin 2024 deux bâtiments de 15 logements : un bâtiment "démonstrateur", équipé d'un système de production, stockage et utilisation d'hydrogène, et, au même endroit, un bâtiment "témoin" identique, afin de disposer de résultats comparatifs robustes. Toujours à l'échelle d'un bâtiment, la chaudière hydrogène répond déjà à un besoin du marché résidentiel. Bulane, l'une des références sur la flamme hydrogène, et les chalumeaux haute température, avec son partenaire BDR Thermea avancent pour déployer une offre adaptée.

Pour un quartier. A l'échelle d'un quartier, à Lagord, dans l'agglomération de la Rochelle, ATLANTECH® - quartier pilote bas-carbone - produit et consomme son énergie sur place à partir de photovoltaïque et stocke l'excédent sous forme d'hydrogène pour différents usages.

Pour un site isolé ou un besoin ponctuel. Les solutions hydrogène ont également fait leur preuve pour alimenter en électricité des sites isolés (en haute montagne ou sur une île) ou ayant des besoins ponctuels en électricité (chantiers, événements sportifs, festivals, data centers...). A l'occasion de sa 7^e édition dans le parc du Bois de Vincennes en juin 2022, le festival We love Green (musique et écologie) a renforcé sa dimension pionnière sur les questions de transition en assurant l'alimentation électrique d'une de ses scènes par un générateur à hydrogène, solution fournie par Aggreko et Engie. Pendant l'été, Bouygues Telecom a déployé la solution Hyvision sur plusieurs festivals pour renforcer la couverture 4G et 5G et offrir une bonne connectivité aux organisateurs et festivaliers sans émission de CO₂.

Electrolyse réversible, la solution de rupture qui monte

10 M€. C'est le montant de la levée de fonds de Sylfen réalisée en mai 2022. La société iséroise émanation du CEA peut passer à l'industrialisation de sa solution d'électrolyseur réversible. Combiné à des batteries, ainsi qu'à un système de pilotage logiciel multi-énergie, il permet d'autoconsommer la totalité de l'énergie renouvelable produite sur site, de manière directe et de manière différée après le stockage. Cette solution équipe d'ores et déjà des bâtiments pilotes - auto-producteurs de 70 % à 80 % de l'énergie qu'ils consomment, avant d'équiper les sites logistiques, industriels et écoquartiers avec des équipements de plus fortes puissances.

Deux démonstrateurs de "Power-to-gas"

Storengy est engagé dans 2 projets de Power-to-gas (transformation d'électricité en gaz) qui visent à valider un procédé de méthanation catalytique. Le méthane de synthèse sera produit à partir d'hydrogène issu d'électrolyse de l'eau et de CO₂ émis par une unité de méthanisation intégrée. L'un des projets pilotes, Méthycentre est situé près de Céré la Ronde (37). Le second est situé à Lescar (64), sur le site Cap Ecologia, qui vise à produire une diversité de ressources énergétiques à partir des eaux usées de la commune. Dans les deux cas, l'hydrogène est produit par un électrolyseur PEM* conçu et fourni par Elogen, d'une puissance de 250 kW à Céré et de 1MW à Lescar.



La solution Hyvision déployée par Bouygues avec un générateur électrique à hydrogène (ici un générateur PowiDian)

Réglementation et financement, deux piliers structurants

Maillon essentiel de la transition et de la souveraineté énergétique, l'hydrogène est l'objet de politiques publiques d'envergure en France et en Europe. L'accélération de son développement s'appuie sur les leviers essentiels que sont la législation et les dispositifs de financement. Dans les deux cas, il s'agit de mettre en place les conditions nécessaires au déploiement d'une filière robuste et d'une offre sûre et compétitive, tout en stimulant la demande et en favorisant l'essor des technologies nécessaires aux différents usages.

L'arsenal législatif et réglementaire se structure mais doit encore se renforcer

Le nouveau rôle de l'hydrogène dans le système énergétique s'accompagne de l'élaboration d'un cadre juridique indispensable aux investisseurs et aux industriels, les troubles géopolitiques actuels et les enjeux climatiques renforçant l'urgence de la transition énergétique. Les décisions adoptées au niveau national s'inscrivent dans un contexte européen.



Améliorer la prévention des risques

France Hydrogène recense et analyse les événements (incidents/accidents). Ces éléments seront partagés avec les services de l'Etat (BARPI, DGPR) afin de renforcer les règles de sécurité existantes et d'en élaborer de nouvelles favorisant la prévention.

Projet de loi relatif à l'accélération de la production d'énergies renouvelables

Anticipation d'une croissance majeure des besoins en électricité dans les années et décennies à venir, fortes tensions sur l'approvisionnement en gaz naturel, et risque de crise de l'approvisionnement électrique, enjeux de souveraineté énergétique... le gouvernement avait toutes les raisons de donner une nouvelle impulsion au développement des EnR. C'est chose faite depuis cet automne avec le *projet de loi relatif à l'accélération de la production d'énergies renouvelables*, que le Sénat a adopté à une large majorité, et désormais envoyé pour examen à l'Assemblée nationale. L'article 1 inclut de manière explicite "*la production d'hydrogène renouvelable ou bas-carbone*" dans le champ des sources et vecteurs d'énergie concernés.

Ce nouveau projet de loi porte des mesures-clés pour sécuriser l'approvisionnement

électrique de la filière et pour déployer les installations de production, de stockage et de transport d'hydrogène. Il s'agit entre autres de favoriser le développement d'installations solaires et éoliennes sur terre et en mer, d'encourager les contrats d'achat d'électricité décarbonée de long terme, d'accélérer le raccordement électrique de certaines zones prioritaires (notamment zones industrialo-portuaires), et de permettre le déploiement d'installations photovoltaïques couplées à des installations hydrogène sur des zones dégradées (friches et stocks de saumure) concernées par la loi Littoral. La mise en place d'un guichet administratif unique pour les écosystèmes hydrogène, en rationalisant et cadencant l'instruction des différentes composantes d'un projet (production, transport, stockage...), pourrait constituer un levier d'accélération important pour la filière hydrogène.



X2 pour le financement de l'appel à projets "Grande Echelle" du Fonds pour l'Innovation

Officiellement lancée le 3 novembre, la troisième vague de l'appel à projets destiné à soutenir les projets innovants de grande échelle dispose ainsi d'une enveloppe de 3 Mds€, dont 1 milliard fléché spécifiquement vers des projets proposant des "technologies innovantes en matière d'électrification et d'utilisation de l'hydrogène dans l'industrie".

Un an après sa création Hy24* passe la barre des 2 milliards

L'enveloppe de Clean H2 Infra Fund, le premier fonds d'impact de Hy24 dépasse l'objectif minimum initialement fixé à 1,5 milliard d'euros. Premier fonds d'infrastructure à investir exclusivement sur l'ensemble de la chaîne de valeur de l'hydrogène décarboné, Hy24 va pouvoir mobiliser jusqu'à 20 milliards d'euros dans les six prochaines années.

Entre 20 et 30 projets devraient être concernés, à raison de 5 à 6 par an, dans le cadre d'un portefeuille diversifié sur toutes les grandes zones géostratégiques de l'hydrogène (Europe, continent américain et Asie).

* Soutenu depuis le départ par Air Liquide, VINCI Concessions, TotalEnergies, Plug Power, Chart Industries et Baker Hughes, le fonds a, depuis, attiré plus de 50 acteurs industriels et financiers de premier plan issus de 13 pays situés en Europe, Amérique et Asie. Récemment, il a été rejoint par CMA CGM, Groupama et la Société Générale Assurance.

Réglementation : assurer le déploiement en toute sécurité

L'émergence et la pérennisation de la filière passe par un cadre réglementaire adapté. ICPE* ou transport des matières dangereuses, les projets hydrogène entrent dans différentes catégories d'obligations réglementaires. Des réflexions sur leurs nécessaires évolutions sont actuellement en cours entre le Ministère de la Transition écologique – notamment la Direction générale de la prévention des risques – et la filière, pour accompagner un déploiement en toute sécurité. Les principaux sujets concernent la production, le stockage, le transport et la distribution de l'hydrogène. Sur ce dernier point, la révision de la réglementation ICPE n°1416 sera accompagnée d'un nouvel arrêté ministériel de prescriptions générales sur la distribution de l'hydrogène en station qui sera mis en application début 2023. Les problématiques réglementaires de la filière seront également identifiées et traitées par secteur (maritime, fluvial, ferroviaire, aérien, ...).

Le rythme des financements

Dans le cadre de ses différents plans stratégiques (Stratégie Nationale de 2020, plan France 2030), l'Etat s'est engagé dans une politique volontariste de financement. A ce stade, le budget alloué à la filière hydrogène (décarboné) s'élève à 9 milliards d'euros à l'horizon 2030. L'Etat a annoncé un soutien public de 2,1 milliards d'euros aux 10 projets industriels sélectionnés dans le cadre de la vague Hy2Tech du PIIEC** hydrogène, dédiée à la mise à échelle de la fabrication de technologies clés pour la filière (p.6). Par ailleurs, alors qu'ont été alloués (lors des deux premières relèves) les 275 millions d'euros de l'Appel à Projets "Ecosystèmes territoriaux hydrogène", piloté par l'ADEME, le Gouvernement a indiqué à l'occasion de l'anniversaire du plan France 2030, que 500 millions d'euros supplémentaires seraient fléchés vers cet AAP***. Enfin, "environ 4 milliards d'euros****" seront alloués à un mécanisme de soutien à la production d'hydrogène décarboné, qui devrait être présenté d'ici fin 2022.

Par ailleurs, la filière hydrogène peut bénéficier indirectement d'autres programmes du plan d'investissements France 2030, et particulièrement du programme "Décarbonation de l'industrie", dont 3 milliards d'euros devraient être "réservés pour soutenir tout ou une partie des 22 projets qui ont été présélectionnés dans le cadre du projet européen [hydrogène] : cimenterie, verrerie, usine d'engrais, et plusieurs autres".



Le nouvel AMI de l'ANR

Disposer de 5 années de financement pour un montant total maximum de 3 M€. C'est ce que propose l'Agence nationale de la Recherche avec son second Appel à Manifestation destiné aux structures de recherche publique, dans le cadre du PEPR* hydrogène décarboné. Après un premier AMI portant sur les briques technologiques clés (piles, réservoirs, matériaux, électrolyseurs), ce second volet change de focale. Son objectif : aborder l'hydrogène sous un angle technico-économique, social, ainsi qu'au niveau de l'analyse de cycle de vie, de la réglementation et des normes.

*PEPR = Programme et Equipement prioritaire de recherche

* Installations classées Protection de l'Environnement

** Projet Important d'Intérêt Européen Commun qui autorise les Etats Membres à financer des initiatives au-delà des limites habituellement fixées par les règles européennes de la concurrence

*** Dossier de presse

**** Discours d'Emmanuel Macron sur la décarbonation de l'industrie, 8 novembre 2022



Dans le cadre du nouvel appel d'offres Ecosystèmes Territoriaux d'Hydrogène, 70 % de la note sera désormais attribué sur un critère prix ; ce critère sera probablement l'aide financière rapportée à la tonne de CO₂ évitée.

Luc Bodineau,
Coordinateur du programme
hydrogène à l'ADEME

Ecosystèmes territoriaux Hydrogène, vif succès pour l'Appel à Projets de l'ADEME

A l'occasion de la dernière édition d'HyVolution, l'ADEME a souligné le succès de l'appel à projets "Ecosystèmes Territoriaux Hydrogène". La dernière phase a donné lieu à 59 candidatures pour une demande d'aide totale très supérieure au budget disponible. 18 projets ont été retenus pour instruction, portant à 35 le nombre total des dossiers sélectionnés. Total des investissements : 1,2 milliard d'euros (dont 275 M€ de l'ADEME) ; 90 MW d'électrolyse ; 60 stations de distribution et 630 véhicules lourds.

Au niveau européen, l'« accélérateur hydrogène » inclus dans le plan RePowerEU prévoit de mobiliser des budgets d'envergure pour financer la montée en puissance de l'hydrogène décarboné et bas-carbone dans la stratégie énergétique de l'Union, notamment sous l'angle de ses usages industriels (cf. RePowerEU p. 21).

Soutenir le développement des usages et l'innovation

Parallèlement au financement des projets d'infrastructures industrielles de grande échelle, les financements ciblent également le développement localisé des usages - en particulier la mobilité, comme dans le cadre de l'appel à projets Ecosystèmes Territoriaux de l'ADEME. Lancé en 2020, il s'est déroulé en plusieurs phases dont la dernière relève a été clôturée au premier semestre. Une nouvelle session est en cours de préparation.

Dans un secteur à haute valeur ajoutée technologique, le soutien à l'innovation est un levier incontournable de développement et de pérennisation. Concernant l'hydrogène, l'innovation fait l'objet de dispositifs spécifiques, qu'ils soient nationaux - appel à projets "Briques Technologiques et démonstrateurs" de l'ADEME, appel à manifestation d'intérêt de l'ANR - ou européens, avec de nouveaux dimensionnements dans le cadre du plan RePowerEU (cf. page suivante).

Leur objectif ? Faire émerger les technologies de pointe, sur toute la chaîne de valeur, selon deux grands axes stratégiques :

- garantir la qualité technique, la fiabilité et la performance d'équipements déployables à une grande échelle ;
- favoriser le développement des usages, en réponse aux attentes des utilisateurs finaux en termes de performance, de coût et de confort d'utilisation.

Une synergie fructueuse entre financements publics et privés

Indispensables pour permettre le déploiement industriel des technologies de rupture, les financements publics nationaux et européens de la filière ont franchi un cap cette année, notamment avec les deux volets du PIIEC Hydrogène. Minorant les risques financiers liés à ces niveaux d'investissement, ils permettent aux acteurs privés d'engager des investissements à la hauteur des enjeux. Cette synergie entre acteurs publics et privés est la condition sine qua non de la réussite. A ce jour, les 2,1 Mds d'euros d'investissement publics autorisés dans le cadre du volet Hy2Tech du PIIEC ouvrent la voie à 3,2 Mds d'investissement privés en France. Concernant le volet Hy2Use annoncé en septembre, la Commission a validé 5,2 milliards d'euros d'aides d'Etat au niveau européen devant permettre de lever 7 milliards d'euros supplémentaires d'investissements privés.

CHIFFRES-CLES



1 Md €

C'est le montant de l'investissement de Symbio en France à horizon 2028.

La joint-venture entre Faurecia et Michelin spécialiste des systèmes hydrogène pour véhicules accélère son plan de transformation.

CHIFFRES-CLES

Les nouvelles ambitions de l'Union Européenne

Les objectifs du nouveau plan révisent à la hausse les trajectoires précédemment définies



Part des EnR:

45 % vs 40%



Hydrogène renouvelable

20 Mt* vs 5,6 Mt



Capacité de fabrication d'électrolyseurs

17,5 GW d'ici 2025



Installation de

120 GW d'électrolyse d'ici 2030

(*10 Mt produits en Europe + 10 Mt d'import)

RePowerEU, le plan de bataille de l'Union Européenne

Les perturbations affectant le marché mondial de l'énergie ont amené l'UE à proposer en mai le plan RePowerEU, destiné à garantir à terme une énergie abordable, sûre et durable pour l'Europe. Il inclut en particulier un "accélérateur hydrogène", prévoyant une augmentation substantielle de l'utilisation d'hydrogène renouvelable et d'ammoniac. La mise en œuvre de RePowerEU s'appuie sur des mesures juridiques et des recommandations financières visant à construire les nouvelles infrastructures et systèmes énergétiques nécessaires à son ambition.

Montée en puissance des usages

Via la révision de la directive sur les énergies renouvelables (dite RED III), la Commission européenne propose notamment de relever les objectifs cibles de l'hydrogène. Il s'agit notamment de l'objectif de consommation de carburants renouvelables d'origine non biologique (RFNBO, i.e hydrogène renouvelable et dérivés) dans l'industrie à 75% (contre 50% initialement), et dans les transports à 5% (contre 2,6% initialement). Le document de travail de la Commission évoque même des cibles légèrement plus hautes, à 78% pour l'industrie et 5,7% pour les transports.

La Commission souligne l'importance d'un développement localisé des usages, notamment à travers le doublement du nombre de "vallées hydrogène" d'ici à 2030.

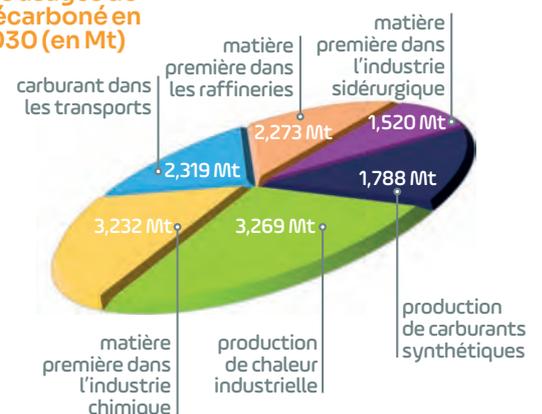
Production et transport : un besoin massif d'investissements

Les objectifs relevés de production domestique d'hydrogène renouvelable impliquent un besoin additionnel en électricité de 500TWh d'ici 2030. La nouvelle donne va conduire à des besoins d'investissements compris entre 335 et 471 milliards d'euros, dont 200 à 300 milliards pour la production additionnelle d'électricité renouvelable. Ces objectifs impliquent également l'installation d'environ 120GW d'électrolyse en Europe d'ici 2030.

Enfin, il faudra investir dans les infrastructures de transport et de stockage. La Commission envisage de mobiliser entre 28 et 38 milliards d'euros pour les canalisations de transport et entre 6 et 11 milliards d'euros pour le stockage d'ici 2030.

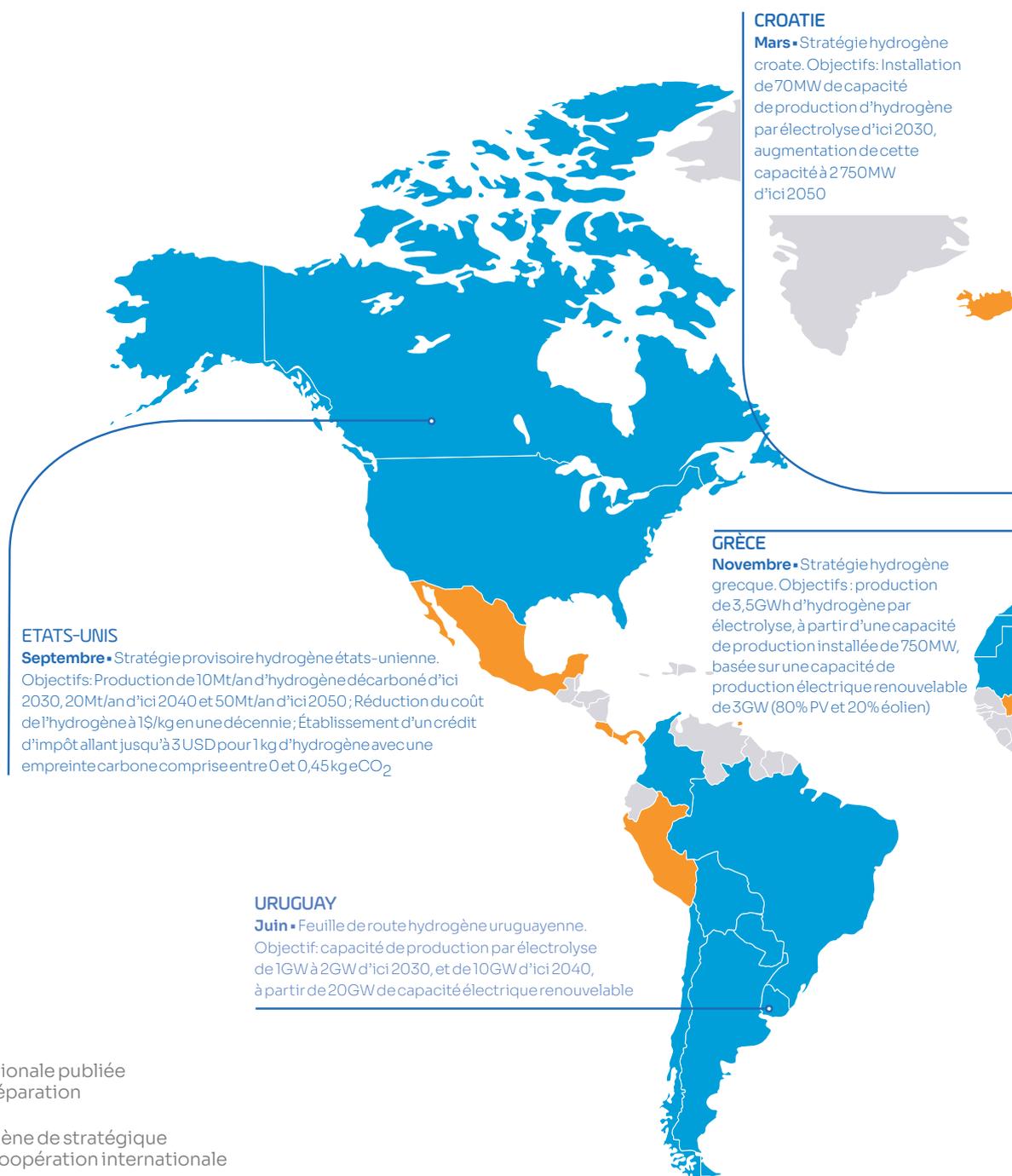
La rapidité de l'instruction des projets et les budgets d'ores et déjà engagés dans le cadre du PIIEC constituent un marqueur important de la dynamique d'accélération indispensable à la réalisation des ambitions des industriels et des pouvoirs publics.

Répartition des usages de l'hydrogène décarboné en Europe d'ici 2030 (en Mt)



Monde : des politiques publiques toujours plus ambitieuses en 2022

14 pays dans le monde ont publié une version finale ou avancée de leur stratégie hydrogène en 2022. L'adoption de l'*Inflation Reduction Act* aux États-Unis constitue l'un des plus vigoureux soutien public d'une filière hydrogène à date. La construction du premier hydrogénoduc mondial a été annoncé par la France, l'Espagne et le Portugal.



ROYAUME-UNI

Juillet • Mise à jour de la stratégie hydrogène britannique.

Objectifs: jusqu'à 1GW d'hydrogène par électrolyse et 1GW par vaporeformage du méthane avec CSC en projet ou en construction d'ici 2025; jusqu'à 10GW de capacité de production d'hydrogène bas-carbone d'ici 2030, dont 5GW par électrolyse

PAYS-BAS

Juin • Annonce de 750M€ de financements publics pour le développement d'une infrastructure nationale de transport d'hydrogène

ALLEMAGNE

Novembre • Financement gouvernemental de 4Mds € destiné à l'initiative H2Global, pour l'achat d'hydrogène à l'international

AUTRICHE

Juin • Stratégie hydrogène autrichienne.

Objectifs: 1GW de capacité d'électrolyse d'ici 2030, pour une production équivalente à 4TWh d'hydrogène renouvelable. Soutien financier de 500M€ pour l'hydrogène renouvelable

FINLANDE

Septembre • Stratégie hydrogène finlandaise.

Objectifs: 200MW de capacité de production d'hydrogène par électrolyse d'ici 2025 et 1GW d'ici 2030

FRANCE

Octobre • Accord entre la France, l'Espagne et le Portugal pour la construction d'un hydrogène sous-marin reliant Barcelone à Marseille (BarMar)

CHINE

Mars • Plan à moyen et long terme pour le développement de la filière hydrogène. Objectifs: production de 100kt à 200kt d'hydrogène renouvelable par an et mise en circulation de 50k véhicules hydrogène d'ici 2025

OMAN

Octobre • Stratégie hydrogène omanaise. Objectif: production d'1Mt/an d'hydrogène d'ici 2030

ÉGYPTE

Novembre • Stratégie hydrogène égyptienne. Objectif: Produire jusqu'à 8% de la production mondiale d'hydrogène commercialisable d'ici 2040 (10Mt/an)

NAMIBIE

Novembre • Stratégie hydrogène namibienne. Objectifs: production d'hydrogène renouvelable de 1Mt à 2Mt/an d'ici 2030, de 5Mt à 7Mt/an d'ici 2040 et entre 10Mt/an à 15Mt/an d'ici 2050

AFRIQUE DU SUD

Février • Publication de la stratégie hydrogène sud-africaine. Objectifs: production annuelle d'au moins 500kt/an d'ici 2030; déploiement de 10GW de capacité d'électrolyse dans la région du Cap-Nord d'ici 2030.

L'HYDROGÈNE EN FRANCE EN 2022



+ 460 acteurs
réunis au sein de
France Hydrogène

5 800

emplois directs



13 MW

de capacités de production
d'hydrogène renouvelable
et bas-carbone déployées



58 stations
de recharge en service
pour alimenter

1155

véhicules hydrogène
sur les routes dont

33



550



240



325



ET DEMAIN 2030 ?

France Hydrogène publie le volet 2 de son étude "Trajectoire pour une grande ambition hydrogène à 2030" et confronte, grâce à une collecte de données d'envergure inédite, ses scénarios prospectifs *Ambition* et *Ambition+* à la réalité des projets engagés par les industriels et les collectivités dans les territoires. L'étude mesure le déploiement de la filière à l'horizon 2030 analysant les capacités de production d'hydrogène renouvelable ou bas-carbone qui vont être installées, les différents usages (industrie, énergie, mobilité), mais également l'état des ressources et facteurs limitants nécessaires à l'exploitation de ces capacités (disponibilités des énergies primaires, de l'eau et du foncier).