



GOUVERNEMENT

*Liberté
Égalité
Fraternité*



Accélérer le déploiement de l'hydrogène, clé de voûte de la décarbonation de l'industrie

Dossier de presse février 2023

**FRANCE
NATION
VERTE** >

Agir • Mobiliser • Accélérer

Sommaire

Édito de Bruno Le Maire, Agnès Pannier-Runacher et Roland Lescure.....	3
Qu'est-ce que l'hydrogène ?.....	4
Éléments de contexte.....	4
La France, une nation pionnière de l'hydrogène	5
La production de l'hydrogène	5
Quelques exemples d'usages de l'hydrogène.....	7
La stratégie nationale en matière d'hydrogène	10
La stratégie nationale s'organise autour de 3 axes.....	10
Ces objectifs se traduisent par des programmes opérationnels	12
Le PIIEC « Hy2Tech » : un levier européen pour soutenir le développement de l'hydrogène en France	14
Le PIIEC Hy2Tech et la stratégie européenne pour l'hydrogène	14
Les réussites françaises dans l'hydrogène	15
Actualisation de la Stratégie Nationale Hydrogène	18
Conclusion	19

Édito de Bruno Le Maire, d'Agnès Pannier-Runacher et de Roland Lescure



Bruno Le Maire, ministre de l'Économie, des Finances et de la Souveraineté industrielle et numérique

Nous faisons face à un défi central, le changement climatique, face auquel l'industrie a un rôle majeur à jouer. La recherche et les innovations industrielles fournissent les technologies de rupture qui permettront à la décarbonation de s'imposer, c'est elle qui crée les emplois de la décarbonation.

Avec son ambition de soutenir 50% de projets innovants pour décarboner l'économie, France 2030 constitue un levier d'accélération pour structurer la filière, la R&D et l'investissement pour les technologies de la décarbonation. La réussite éclatante de la filière hydrogène française, qui est aujourd'hui positionnée dans le trio de tête mondial, montre que le choix et le déploiement d'une stratégie dédiée depuis 2018 par le Gouvernement portent ses fruits.



Agnès Pannier-Runacher, ministre de la Transition énergétique

Sous le haut patronage du Président de la République, le salon Hyvolution, qui se tient les 1 et 2 février à Paris, réunit les acteurs qui feront de la France le leader de l'hydrogène vert en Europe.

Pour se déployer, la place et le rôle des infrastructures de production et de transport est central. Il y aura un jour de l'hydrogène importé en Europe. Nous devons construire un modèle économique de l'hydrogène produit en France qui soit compétitif vis-à-vis de cette offre qui viendra probablement à l'horizon 2030. Cela implique une grande stratégie de déploiement ; nous continuons de la mettre en œuvre.

Accompagner le déploiement de l'hydrogène sur notre territoire, c'est concourir de fait à la réindustrialisation. Car l'industrie de demain repose sur notre capacité à innover et fonder une industrie de la décarbonation, qui permettra à chaque Française et Français, par son travail, de produire aujourd'hui les solutions concrètes au monde de demain.



Roland Lescure, ministre délégué chargé de l'Industrie

Qu'est-ce que l'hydrogène ?

Éléments de contexte

L'hydrogène est une des plus emblématiques des technologies de rupture qui permettront la décarbonation de notre économie.

Aujourd'hui largement produit à partir d'énergies fossiles (charbon, gaz naturel, pétrole...) par des processus très émetteurs de gaz à effet de serre, il peut également être produit par électrolyse de l'eau, à partir d'électricité décarbonée ou renouvelable. L'hydrogène est alors dit « décarboné » car ni sa production ni son utilisation n'émettent de CO₂. Compte tenu de son mix électrique faiblement émetteur de CO₂, la France dispose de toutes les ressources pour fabriquer l'hydrogène décarboné.

→ **L'utilisation de l'hydrogène est clé pour la décarbonation de nombreux secteurs.**

Comme un composé chimique, l'hydrogène est un intrant majeur pour la production décarbonée de nombreux produits de base : acier vert, ammoniac, engrais ammonitrates, nylon, en substitution des hydrocarbures. De plus, l'hydrogène est depuis longtemps utilisé régulièrement dans l'industrie pétrolière et chimique, pour une consommation française totale d'environ 900 000 tonnes par an. Il s'agit en grande majorité d'hydrogène obtenu par des processus utilisant des énergies fossiles émettant donc environ plusieurs millions de tonnes de CO₂ par an. Une production décarbonée de l'hydrogène permettra ainsi une forte diminution des émissions ce qui contribuera à atteindre l'objectif qui a été fixé dans le cadre de la stratégie nationale bas carbone pour l'industrie : 53 millions de tonnes émises par an en 2030 contre 80 millions de tonnes émises par an aujourd'hui.

Il est par ailleurs utilisable en tant que vecteur d'énergie pour les applications de mobilité, notamment le transport collectif de personnes et le transport de marchandises, là où les solutions à base de batteries sont plus difficiles à mettre en œuvre ou posent des enjeux de poids. Utilisé dans une pile à combustible, il présente l'avantage de ne rejeter que de l'eau, ce qui permet d'éliminer les émissions de particules, de soufre, d'oxyde d'azote et de contribuer à l'amélioration de la qualité de l'air.

L'hydrogène bas carbone est donc au carrefour des enjeux de la décarbonation de l'industrie et de la réindustrialisation verte, de l'investissement dans la recherche et l'innovation, et du développement des compétences professionnelles.

La France, une nation pionnière de l'hydrogène

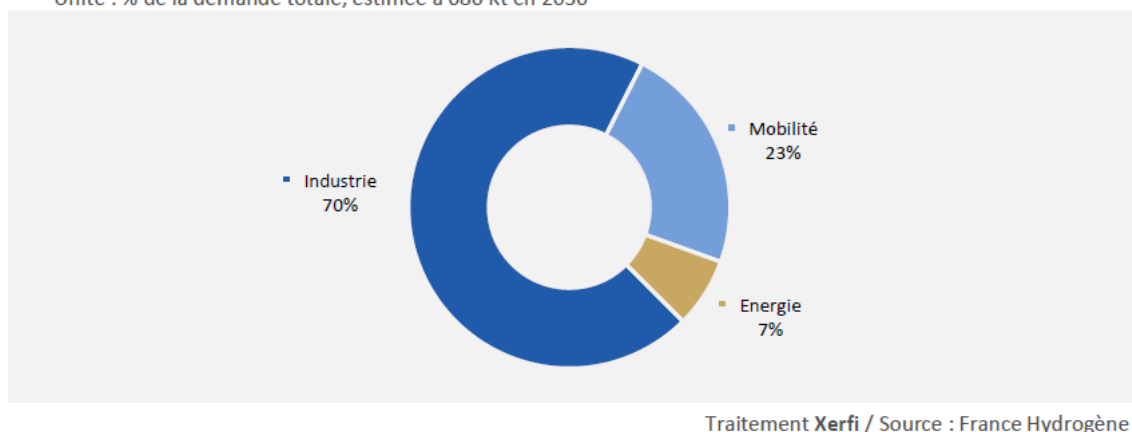
La France a été parmi les premiers pays à identifier tout le potentiel de l'hydrogène notamment sa capacité à réduire les émissions de gaz à effet de serre tout en étant compétitif. Dès 2018, notre pays a fait le choix de soutenir la filière et y a consacré des moyens dans le cadre du Programme d'investissement d'avenir (PIA).

Avec la stratégie nationale pour le développement de l'hydrogène décarboné annoncée par le Gouvernement en 2020 et le plan France 2030, la France se donne les moyens, à hauteur de 9 milliards d'euros, en s'appuyant sur ses laboratoires de recherche et ses industriels à la pointe de l'innovation, de créer une filière compétitive d'hydrogène renouvelable et bas carbone, et de devenir un des leaders mondiaux de l'hydrogène décarboné par électrolyse. Avec France 2030, l'État investit massivement dans la structuration de la filière de l'hydrogène décarboné et vise à être un des leaders mondiaux.

La France se fixe ainsi l'ambition de pouvoir compter sur son sol au moins quatre gigas-usines d'électrolyseurs et l'ensemble des technologies nécessaires à l'utilisation de l'hydrogène.

■ Objectifs d'utilisation de l'hydrogène décarboné en France en 2030 sur la base des plans de soutien actuels

Unité : % de la demande totale, estimée à 680 Kt en 2030



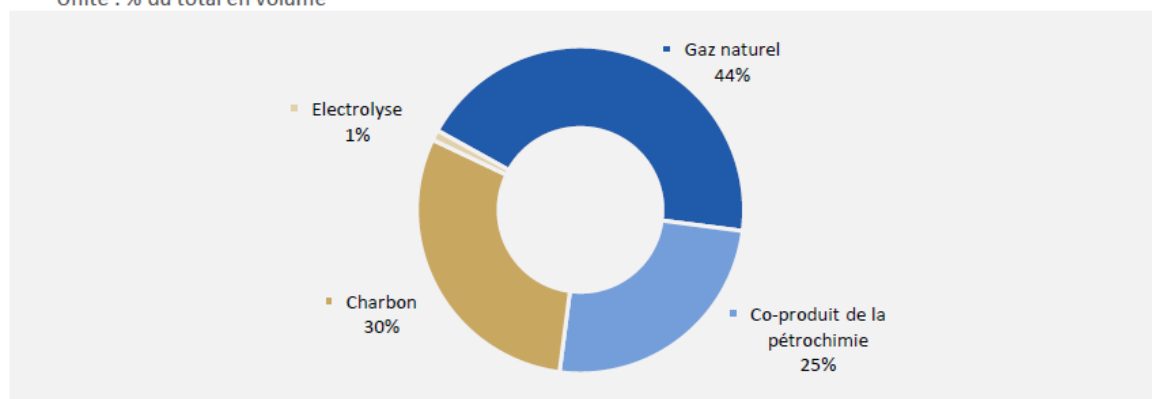
La production de l'hydrogène

Aujourd'hui, l'essentiel de la production mondiale d'hydrogène produit du CO₂. Environ 116 millions de tonnes d'hydrogènes sont produites par an dans le monde dont seulement 1% provient de l'électrolyse de l'eau donc au bilan carbone nul.

Le vaporeformage de gaz naturel est la méthode de production la plus répandue (44% des volumes). Cette technologie profite surtout de sa compétitivité (entre 1 € et 2,5 € le kg d'H₂). Vient ensuite la gazéification du charbon (30% des volumes), également compétitive économiquement (entre 1,5 € et 3 € le kg) mais encore plus polluante que le vaporeformage (19 kg de CO₂ par kg d'hydrogène produit contre 12 kg pour le gaz naturel). Enfin, 25% des volumes d'hydrogène sont des co-produits de la pétrochimie (hydrogène fatal).

■ Production mondiale d'hydrogène selon la matière première utilisée

Unité : % du total en volume



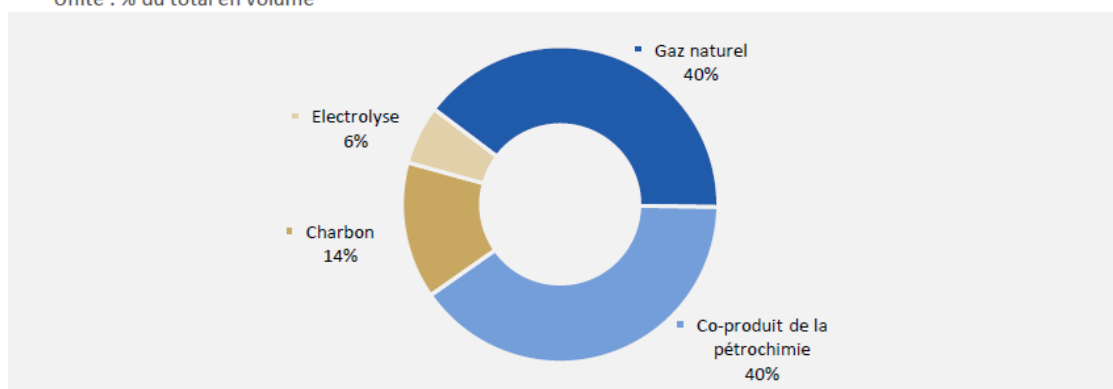
Traitement Xerfi / Source : Sia Partners

La production d'hydrogène par électrolyse de l'eau à partir d'électricité bas carbone ou renouvelable est donc encore très peu développée. En effet, la production d'hydrogène par électrolyse de l'eau est encore 3 à 6 fois plus chère que la production par vaporeformage du gaz naturel. Des progrès sont attendus notamment sur l'amélioration du rendement énergétique et l'augmentation de la puissance des électrolyseurs pour faire baisser les coûts de production de l'hydrogène décarboné.

Pour autant, c'est l'électrolyse de l'eau qui représente le futur du développement de la filière hydrogène. C'est, à ce stade, le seul procédé qui permet une production massive sans émission de CO₂. En France, la part de l'électrolyse est plus importante que dans le reste du monde (6% des volumes).

■ Production française d'hydrogène selon la matière première utilisée

Unité : % du total en volume



Traitement Xerfi / Source : Sia Partners

Pour produire de l'hydrogène par électrolyse, trois technologies sont disponibles : l'électrolyseur alcalin, l'électrolyseur PEM et l'électrolyseur haut-température :

- L'électrolyseur alcalin est le plus répandu des trois et bénéficie donc d'une maturité et d'un déploiement à échelle industrielle. De plus, du fait de l'usage de matériaux non rares, il est peu coûteux. Cependant, les densités du courant électrique en milieu alcalin sont relativement faibles et les systèmes peu compacts du fait de l'utilisation d'un liquide en guise d'électrolyte. Ce type d'électrolyse est moins adapté en cas d'intermittence de la production électrique à partir d'énergies renouvelables.
- L'électrolyseur PEM utilise une membrane solide comme électrolyte et fonctionne de la même manière qu'une pile à combustible. Son coût est plus élevé, en raison de l'usage de platine notamment. Par ailleurs, c'est une méthode qui offre une densité de courant élevée, une très grande pureté des gaz produits et qui fonctionne à haute pression. C'est donc une solution adaptée aux sources d'énergies intermittentes.
- L'électrolyseur à haute température se base sur le fait qu'en augmentant la température de l'électrolyse, il est possible d'obtenir des rendements bien supérieurs aux électrolyses PEM ou alcaline (de l'ordre de 90% contre 60 à 77%). Cette méthode permet de se passer de matériaux rares et de réduire la consommation d'énergie donc de diminuer les coûts. L'entreprise française Genvia est notamment pionnière dans l'industrialisation de cette solution.

Quelques exemples d'usages de l'hydrogène

Le processus d'exploitation se décompose en trois phases :

- La production du gaz ;
- Son stockage et son transport le cas échéant
- Son utilisation

L'industrie est et sera de loin le premier consommateur d'hydrogène. L'hydrogène est en effet un intrant utilisable en substitution au charbon et gaz naturel dans de nombreux procédés industriels. Le potentiel de décarbonation par la production d'hydrogène bas carbone est particulièrement important sur les segments industriels suivants:

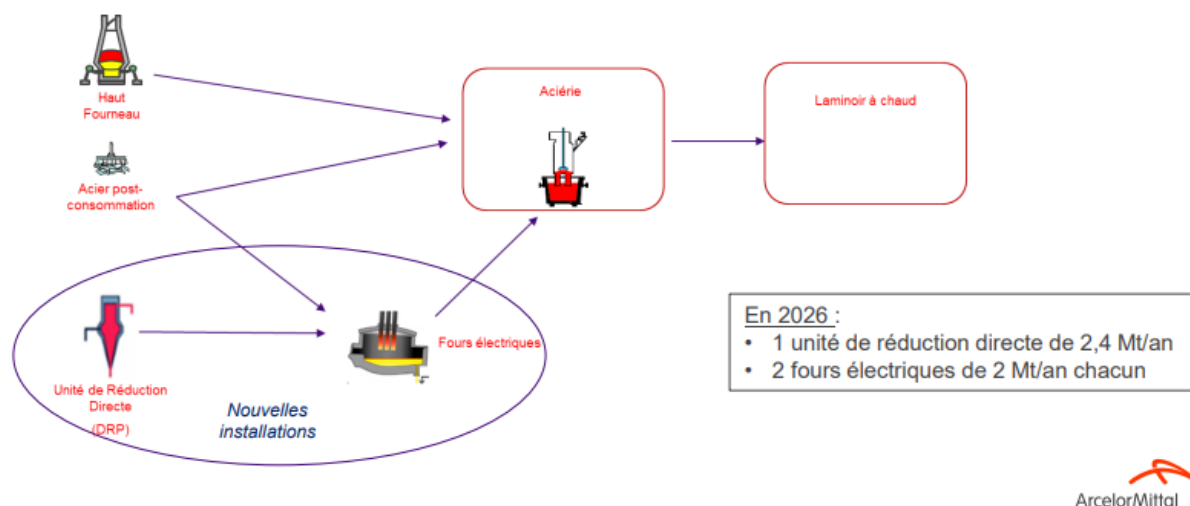
- dans la sidérurgie pour produire de l'acier bas carbone.
- dans la chimie comme réactif pour la production d'engrais décarboné ou de nylon bas carbone
- dans le raffinage, essentiellement pour désulfurer les carburants
- Pour la production de carburants synthétiques en combinant hydrogène et dioxyde de carbone pour former un carburant dont les émissions de gaz à effet de serre sont nulles.

L'un des projets emblématiques de la décarbonation de l'industrie à travers l'hydrogène est l'initiative prise par Arcelor Mittal sur son site de Dunkerque pour produire de l'acier

vert. En 2021, Arcelor Mittal a produit 9,3 millions de tonnes (Mt) d'acier liquide en 2021 en France, dont 5,9 Mt à Dunkerque, soit environ 25% de la production européenne du groupe et 13,5 % de la production mondiale. Le groupe industriel, qui émet en France environ 20 Mt de CO₂ par an, soit un quart des émissions industrielles et 5% des émissions à l'échelle nationale, s'est fixé pour objectif de réduire ses émissions de CO₂ de 40 % en 2030 (par rapport à 2018), avec l'ambition d'atteindre la neutralité carbone en 2050. Les émissions ainsi évitées sont significatives puisqu'elles représenteraient environ 10% des émissions industrielles nationales produites en 2020.

C'est dans cette perspective qu'Arcelor Mittal prévoit de remplacer un de ses hauts fourneaux par une technologie nouvelle de réduction directe par hydrogène (DRI). Les hauts fourneaux produisent de l'acier liquide à partir de minerais de fer au moyen d'une réduction par le charbon/coke. Ils seraient remplacés d'une part, par des unités de réduction directe de minerais de fer par un mix gaz naturel et hydrogène bas carbone ; et d'autre part, par des fours électriques, qui produisent de l'acier liquide à partir de ferrailles et/ou de briquettes de fer issus de la technologie DRI. L'acier liquide produit par les fours électriques en aval du DRI poursuivra ensuite sa route dans les installations existantes pour produire l'acier final, qui sera utilisé pour des tôles, des plaques, des produits longs, etc.

La première phase du projet de décarbonation du site de Dunkerque, qui s'étend de 2022 à 2026, vise à produire 4Mt/an d'aciers décarbonés en investissant dans une installation de réduction du minerai de fer par un mix gaz/hydrogène d'une capacité de 2,6 Mt par an et dans deux fours électriques capables de produire 2 Mt/an d'acier liquide chacun (cf. schéma ci-dessous). Elle conduira à une réduction des émissions de CO₂ de 5,8 Mt/an lorsque l'injection de H₂ dans le processus atteindra 100%.



Dans le cadre de la zone industrielle bas carbone (ZIBAC) de Dunkerque, qui a bénéficié du soutien financier de France 2030, ce projet bénéficiera de la mise en place d'un réseau de distribution d'hydrogène bas carbone et de la mise en place d'un site centralisé de production pour une partie des industriels de la plateforme, qui pourront bénéficier ainsi de très importantes économies d'échelle. Il bénéficiera également de la construction d'une nouvelle ligne à haute tension, qui alimentera en électricité bas carbone les

nouvelles installations électriques du site d'Arcelor Mittal ainsi que l'électrolyseur de la zone industrielle.

La mobilité sera sans doute le second consommateur massif de l'hydrogène. Son emploi comme vecteur énergétique dans les transports est amené à croître et à se généraliser (mobilité routière lourde et intensive, train pour les tronçons non électrifiés, navires et à plus long terme l'aéronautique) là où la technologie batteries est peu attractive pour des raisons de poids, de densité énergétique ou de coût.

Pour l'aviation par exemple, l'hydrogène est une technologie à fort potentiel dont l'énergie par unité de masse est trois fois supérieure à celle du carburant pour avion traditionnel mais qui a l'inconvénient d'occuper un volume plus important, imposant un stockage sous forme gazeuse sous forte pression, voire sous forme liquide/cryogénique. Ceci conduit à des modifications pouvant être importantes dans la structure de l'avion. S'il est produit à partir d'une électricité bas carbone par électrolyse, il permet de réduire fortement les émissions de CO₂. L'hydrogène est utilisé en toute sécurité dans les industries aérospatiale, automobile et pétrolière depuis des décennies. Le défi de l'industrie aéronautique est d'étudier l'utilisation de ce vecteur énergétique à faible émission et son adaptation aux besoins de l'aviation commerciale. Deux utilisations principales de l'hydrogène dans l'aviation sont identifiées :

- L'utilisation directe de l'hydrogène pour la propulsion à l'hydrogène : L'hydrogène peut être brûlé dans des moteurs à turbine à gaz modifiés ou converti en énergie électrique en complément de la turbine à gaz via des piles à combustible. La combinaison des deux crée une chaîne de propulsion hybride-électrique très efficace, entièrement alimentée par l'hydrogène.
- L'utilisation de l'hydrogène pour produire des carburants synthétiques (SAF), qui seront eux-mêmes utilisés dans des moteurs actuels.

Des usages terrestres sont également développés, notamment par Alstom qui est engagé dans la conception et la construction de trains à hydrogène, comme le Coradia iLint qui est utilisé en Allemagne depuis 2018 pour le transport de passagers, ou pour le transport de fret, dans un projet pionniers avec Nestlé Waters pour le transport de trains d'eau minérale.

La stratégie nationale en matière d'hydrogène

La stratégie nationale pour le développement de l'hydrogène (SNH) décarboné a été annoncée en **septembre 2020** et prévoit un soutien public de **9 Mds€ d'ici 2030**. Elle vise le développement des filières de l'électrolyse et de la mobilité lourde à l'hydrogène, avec l'objectif de contribuer significativement à la **décarbonation de l'industrie et des transports**.

La stratégie nationale s'organise autour de 3 axes

Afin de développer les technologies de l'hydrogène pour **accélérer la transition écologique et créer une filière industrielle dédiée**, la stratégie nationale fixe trois objectifs.

- **Installer suffisamment d'électrolyseurs pour apporter une contribution significative à la décarbonation de l'économie.** L'objectif est notamment d'installer 6,5 GW d'électrolyse d'ici 2030, ce qui représente la production de 600 kt/an d'hydrogène décarboné.
- **Développer les mobilités propres**, en particulier pour les véhicules lourds
- Construire en France une filière industrielle créatrice d'emplois et garante de notre maîtrise technologique, notamment en créant 50 000 à 150 000 emplois sur le territoire

Ces objectifs représentent un triple enjeu pour **la décarbonation de l'industrie, pour la décarbonation de la mobilité intensive et pour notre souveraineté**.

Ils se déclinent en trois priorités :

- **Décarboner l'industrie en faisant émerger une filière française de l'électrolyse**
- **Développer une mobilité lourde à l'hydrogène décarboné**
- **Soutenir la recherche, l'innovation et le développement de compétences afin de favoriser les usages de demain**

→ **Priorité 1 : Décarbonation de l'industrie**

Aujourd'hui, l'industrie est de loin le premier consommateur d'hydrogène, puisque 900 000 t H₂ sont consommées annuellement par l'industrie française (notamment pour la production d'engrais, le raffinage de pétrole et la chimie). Cela représente plus de 2% des émissions nationales.

La décarbonation de l'industrie se traduit en deux sous-objectifs :

- D'une part, **faire émerger une filière française de l'électrolyse**. En effet, la production d'hydrogène décarboné est un maillon-clé pour le développement des différents segments de marchés. La croissance du nombre d'unités de production et de leur capacité unitaire permettra des économies d'échelle et la baisse des coûts de production. Parmi les différents procédés, la **stratégie retient l'électrolyse qui apparaît comme le plus prometteur**, sur lequel la France dispose déjà d'industriels à fort potentiel. Le marché de la production d'hydrogène décarboné par électrolyse doit donc évoluer vers des projets de plus grande taille et de plus importante

capacité. **La France se fixe ainsi un objectif de 6,5 GW d'électrolyseurs installés en 2030.**

- D'autre part, **décarboner l'industrie en remplaçant l'hydrogène carboné**, notamment en les procédés de production à partir de combustibles fossiles pour décarboner cet hydrogène. C'est un des axes de la programmation pluri-annuelle de l'énergie. En effet, dans l'industrie, le potentiel de décarbonation est significatif dans le raffinage, un marché en croissance pour désulfurer les carburants, dans la chimie avec notamment la production d'ammoniac et de méthanol, dans certains secteurs, tels que l'électronique ou l'agroalimentaire qui utilisent de l'hydrogène, en plus petites quantités. L'hydrogène décarboné peut être utilisé soit comme outil de **substitution de l'H2 fossile dans les procédés existants**, soit comme outil de **décarbonation profonde en modifiant les procédés fossiles**.

→ **Priorité 2 : Décarbonation de la mobilité lourde ou intensive**

La deuxième priorité se décline en deux axes :

- D'une part, **développer une mobilité lourde à l'hydrogène décarboné**. Particulièrement adaptées aux véhicules lourds, les technologies de l'hydrogène offrent une capacité de stockage complémentaire à celle des batteries électrique. L'hydrogène répond aux besoins de fortes puissances motrices ou aux besoins de longue autonomie notamment pour les flottes captives parcourant de longues distances à flux tendus : Véhicules Utilitaires légers (VUL), Poids Lourds (PL), bus, Benches à ordures Ménagères (BOM), trains régionaux ou inter-régionaux en zone non électrifiée. Le déploiement de l'hydrogène sur ce segment répond à l'objectif de décarbonation de ces mobilités dites « lourdes ».

Cette stratégie cible le marché des mobilités lourdes pour quatre raisons :

- Il existe des maturités technologiques différentes selon les types de véhicule mais des **équipements communs (piles à combustibles, réservoirs, électronique de puissance) sur lesquels capitaliser des développements**
- Il s'agit d'un **marché très dynamique** qui appelle des solutions technologiques permettant une autonomie supérieure à celle des batteries
- Ce secteur (constructeurs et équipementiers automobiles) représente **un enjeu économique important, avec un chiffre d'affaires de plus de 100 Md€ et 225 000 emplois**
- Il existe dans ce secteur des **entreprises françaises prometteuses pour le développement ou l'industrialisation de composants stratégiques**.

Pour accélérer le développement de l'offre française de briques technologiques, la SNH propose un ensemble d'outils qui permettront de **produire des véhicules fiables**, répondant aux besoins des entreprises, **disposer d'équipements performants et évolutifs** et **disposer des compétences pour les produire et les entretenir**.

- D'autre part, **développer des projets territoriaux d'envergure en incitant à mutualiser les usages**. Afin d'accélérer le déploiement des mobilités professionnelles à l'hydrogène sur le territoire national, la SNH propose la mutualisation de la demande, à la fois dans le secteur industriel et dans celui de la mobilité, à l'échelle des territoires. L'objectif de ces projets territoriaux est de **faire émerger des**

partenariats forts entre collectivités et industriels afin de synchroniser au mieux l'émergence de l'offre et le développement des usages

→ **Priorité 3 : Soutenir la recherche, l'innovation et le développement de compétences**

Cette priorité vise d'une part, à **soutenir la recherche et l'innovation** et d'autre part, à **développer les compétences**.

- En matière de recherche et d'innovation, les nouveaux usages de l'hydrogène identifiés par la SNH sont nombreux. Les exemples suivants en illustrent la diversité :
- L'hydrogène dans les réseaux énergétiques: l'hydrogène peut être utilisé pour faciliter le déploiement des énergies renouvelables en améliorant la stabilité des réseaux énergétiques en outre-mer ou dans les zones non interconnectées ;
- Les nouveaux usages dans l'industrie: l'usage d'hydrogène décarboné peut être intégré dans certains procédés industriels afin d'en diminuer les émissions CO₂. L'hydrogène pourrait par exemple être utilisé dans la sidérurgie pour la réduction du minerai de fer ou dans l'industrie chimique pour la fabrication d'engrais ;
- Les mobilités lourdes de demain: c'est notamment le cas des cars, camions, des avions et navires décarbonés. L'utilisation de l'hydrogène par ces filières pourra faire l'objet de démonstrateurs ;
- Les infrastructures H₂ de demain: l'hydrogène peut représenter un potentiel à moyen terme pour la décarbonation du secteur gazier (H₂ liquide, réutilisation dans le réseau de gaz) pour certains usages dont la décarbonation par une utilisation directe de l'électricité est difficile.

Pour accélérer la préparation de la future génération des usages de l'hydrogène, la stratégie propose un ensemble d'outils qui permettront de **poursuivre l'effort de R&D dans le domaine de l'hydrogène et ainsi rester à la pointe au niveau international**, la France possédant une recherche de premier plan dans ce domaine et de **soutenir l'innovation en faveur de l'industrialisation de nouvelles technologies**.

- La stratégie mise également sur le **renforcement des compétences**, afin de soutenir le développement des usages de l'hydrogène sur le territoire. L'enjeu est de former à la spécificité du gaz hydrogène et de ses utilisations, aux composants et aux modalités d'intervention. Cela concerne à la fois des techniciens qui interviendront sur les véhicules, les responsables qualité – sécurité – environnement, les pompiers, les ingénieurs ou les chercheurs. Pour répondre à ce besoin, **l'Etat accompagnera le développement de campus des métiers et qualifications**, avec en plus un appui spécifique à l'ingénierie pédagogique et au développement de nouveaux cursus auprès des établissements d'enseignement scolaire (principalement professionnel) et/ou supérieur et auprès des entreprises du secteur qui pourront ainsi développer ensemble de nouvelles formations initiales ou continues. L'ensemble de ces interventions au profit de la formation et de l'enseignement devra favoriser la mobilité – entrante et sortante – des étudiants, en particulier au niveau européen.

Ces objectifs se traduisent par des programmes opérationnels

Dans le cadre de la SNH, deux appels à projets ont été lancés en octobre 2020.

- **L'AAP « briques et démonstrateurs »**, doté de 350 M€, vise à développer ou améliorer les composants et systèmes liés à la production et au transport d'hydrogène, et à ses usages tels que les applications de transport ou de fourniture d'énergie.
- **L'AAP « Ecosystèmes territoriaux d'hydrogène »**, doté de 275 M€, adresse le déploiement, par des consortiums réunissant des collectivités et des industriels fournisseurs de solutions, d'écosystèmes territoriaux de grande envergure regroupant différents usages (industrie et mobilité). Cet appel à projet est clos mais sera prochainement relancé, avec le soutien de France 2030 à hauteur de 200 M€, qui complète le financement annuel par le ministère de la transition énergétique à hauteur de 50 M€.

Les programmes et équipements prioritaires de recherche (PEPR) hydrogène, pilotés par le CEA et le CNRS et dotés de 80 M€ de France 2030, représentent la partie amont de la stratégie nationale d'accélération. Plusieurs de ses actions ont été lancées à l'été 2021, notamment sur la pile à combustible et le stockage de l'hydrogène. Plusieurs dispositifs complémentaires sont en cours sur d'autres thématiques.

Des projets liés à l'hydrogène ont également été soutenus via les dispositifs de France relance, et via France 2030 :

- Le financement de la R&D sur l'avion à hydrogène via le CORAC
- le déploiement des trains à hydrogène qui s'est concrétisé dans les territoires en avril 2021, avec la commande par les régions Bourgogne Franche-Comté, Auvergne Rhône-Alpes, Grand Est et Occitanie de 12 rames bi-mode qui seront fournies par Alstom

Présenté par Emmanuel Macron, « France 2030 » souhaite faire de la France le leader mondial de l'hydrogène vert. En effet, France 2030 prévoit un renforcement de 1,9 Mds€ pour le développement de la filière hydrogène :

- **1,7 Mds€ seront consacrés au renforcement du PIEEC H2**, venant porter l'enveloppe totale à 3,275 Mds€. Cela devrait permettre de soutenir plus largement les 22 projets présélectionnés par la France mais ne couvrira pas l'intégralité des besoins. Des financements complémentaires de France 2030 (notamment consacrés à la décarbonation), et des cofinancements régionaux pourraient être recherchés.
- **200 M€ seront consacrés à un appel à projets pour le déploiement d'écosystèmes hydrogène**, dans la continuité de de l'appel à projets lancé en octobre 2020.

Le PIIEC « Hy2Tech » : un levier européen pour soutenir le développement de l'hydrogène en France

Le PIIEC Hy2Tech et la stratégie européenne pour l'hydrogène

Le premier PIIEC (Projet Important d'Intérêt Européen Commun) sur l'hydrogène, « Hy2Tech » est porté conjointement par 15 Etats européens et permettra de soutenir la recherche, le développement et le premier déploiement industriel de technologies liées à l'hydrogène décarboné. Au total, plus de 5 milliards d'euros d'aides publiques seront accordés par les Etats membres participants, générant un investissement privé additionnel de 8,8 milliards d'euros.

Ce PIIEC est au cœur de la stratégie française pour le développement de l'hydrogène décarboné. La France y consacrera plus de 3 Mds€ de soutien public au travers du plan de relance et du plan d'investissement France 2030. Ce dispositif soutiendra des projets industriels structurants et sera guidé par trois objectifs prioritaires :

- La production d'électrolyseurs,
- Le développement d'équipements clés pour la mobilité à hydrogène et la production d'hydrogène pour
- La décarbonation de sites industriels.

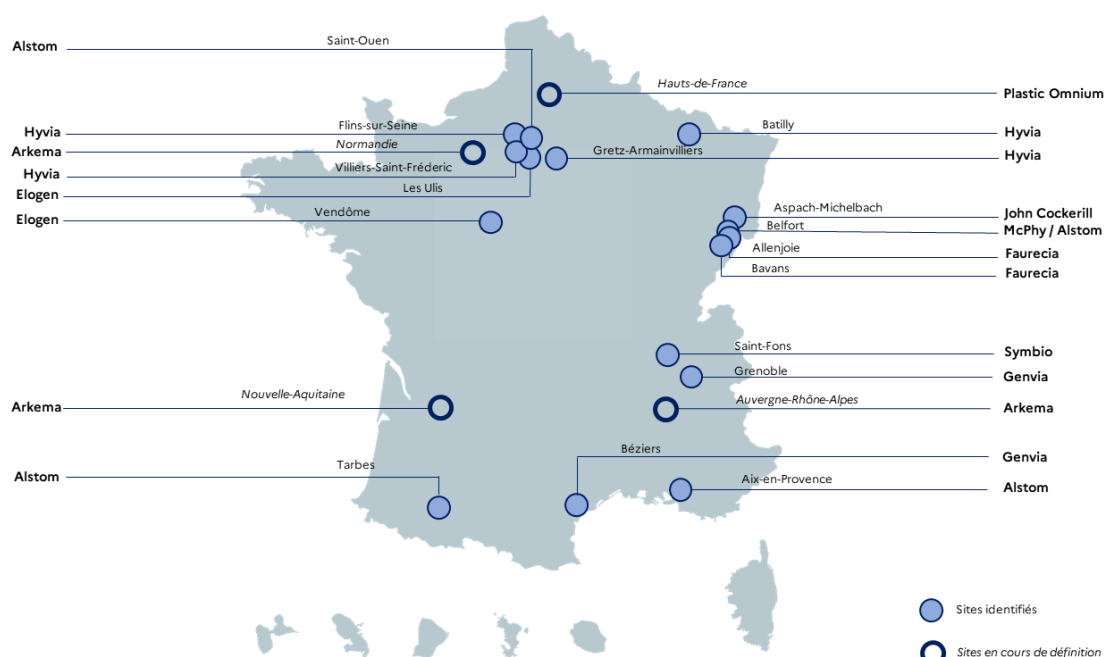
10 des 41 projets sélectionnés sont français, faisant de la France le pays le plus représenté de ce premier PIIEC. Cette position illustre l'ambition de la France de devenir un des leaders mondiaux de l'hydrogène décarboné. Cette ambition est guidée par des raisons écologiques mais aussi stratégiques. Sur le plan écologique, l'hydrogène est un vecteur clef de la décarbonation de nos industries les plus émettrices : plus d'hydrogène c'est moins de dépendance vis-à-vis des énergies fossiles. Sur le plan stratégique, ces projets permettent de renforcer l'indépendance énergétique de la France et de l'Europe.

C'est plus de 2,1 milliards d'euros d'aides au développement qui sont dédiées à ces 10 projets. Cette somme vient en complément des 3,2 milliards d'euros d'investissement des acteurs privés en France. Ces aides se concentrent sur le développement de l'offre industrielle d'équipements pour l'hydrogène décarboné et permettront

- La construction de quatre gigafactories d'électrolyseurs, partout sur le territoire (représentant jusqu'à 40% du marché européen des électrolyseurs à horizon 2030),
- L'implantation de sites de production de réservoirs à hydrogène, de piles à combustibles pour la mobilité durable, de trains et véhicules utilitaires à hydrogène, et
- La production de matériaux nécessaires à la production de ces équipements.

Ces usines seront implantées dans **7 régions et créeront près de 5 200 emplois directs sur le territoire**, consacrés à la décarbonation de notre économie.

Les réussites françaises dans l'hydrogène



Carte : Projets français approuvés par la Commission européenne dans le cadre du PIIEC « Hy2Tech »



McPhy est une entreprise spécialiste d'équipements de production et distribution d'hydrogène. McPhy lance un programme de développement et de premier déploiement industriel d'électrolyseurs alcalins de nouvelle génération, avec une Gigafactory à Belfort.

Au travers de son programme, McPhy poursuit 3 objectifs déterminants pour le développement de l'hydrogène en France :

- **L'innovation** à travers le développement d'électrolyseurs alcalins de nouvelle génération,
- **L'industrialisation** de la production à grande échelle afin de répondre aux besoins du marché Européen notamment, pour contribuer à la décarbonation de l'industrie, de la mobilité et de l'énergie.
- **La collaboration** avec de nombreux partenaires de l'écosystème Hydrogène en Europe, et dissémination de la connaissance avec les parties prenantes académiques, industrielles et de recherche.



Elogen est un expert technologique au service de l'hydrogène vert qui développe des technologies de pointe pour concevoir et produire des électrolyseurs PEM (membrane échangeuse de protons).

Elogen ambitionne de développer ces électrolyseurs grâce à sa gigafactory. Le développement d'électrolyses de forte puissance est essentiel dans l'équipement des électrolyseurs de grande envergure, centrales pour l'industrie de demain.



John Cockerill **conçoit et intègre des solutions technologiques innovantes** pour faciliter l'accès aux énergies décarbonées. Ces technologies sont dédiées à la production, au stockage et à la distribution d'électricité s'appliquent aux différentes filières énergétiques.

Le projet de John Cockerill vise le développement d'une filière 100% européenne de conception et fabrication d'équipements de production d'hydrogène vert à grande échelle. La phase industrielle du projet doit permettre la production européenne d'électrolyseurs à grande échelle, soit une capacité de 1 GW par an d'ici 2030, en commençant par 350 MW/an en 2023.



Genvia produit des technologies d'électrolyse et de piles à combustible performantes et à prix compétitifs pour la production d'hydrogène bas carbone.

Le projet Genvia Hy2Tech vise à déployer des projets prototypes visant à décarboner l'industrie lourde européenne, développés avec des partenaires dans l'acier, le ciment et la chimie. Les électrolyseurs et les piles à combustibles haute performance de Genvia s'appuient sur une technologie propriétaire unique qui offre de meilleurs rendements, un processus réversible et une polyvalence du carburant.



Faurecia, du groupe Forvia, est devenu un acteur majeur de l'industrie automobile mondiale. Avec 257 sites industriels, 39 centres de R&D et 111 000 collaborateurs répartis dans 33 pays, Faurecia est un leader mondial dans ses domaines d'activités stratégiques.

Son projet « *History Next* » consiste à développer et industrialiser des réservoirs d'hydrogène de nouvelle génération, notamment pour stocker de l'hydrogène sous forme cryogénique. L'objectif recherché est de produire des systèmes de stockage d'hydrogène en grande série, tout en maintenant un niveau de qualité élevé, afin de diminuer les coûts de production.



Le projet de Plastic Omnium, permettra l'industrialisation de réservoirs haute pression qui optimiseront le stockage hydrogène, et développera des solutions de recyclage pour ses matériaux. Il apportera une contribution structurante au développement de la mobilité hydrogène et, à ce titre, est emblématique de l'ambition française en faveur du PIIEC.



Alstom offre à **ses divers clients le portefeuille le plus complet du secteur du transport.**

Alstom a lancé une feuille de route hydrogène ambitieuse dans le cadre du PIIEC. Elle est articulée autour de 3 dossiers d'innovations technologiques structurantes : le développement de briques à hydrogène, le développement d'une locomotive de manœuvre à hydrogène et le développement d'un wagon générateur à pile à combustible hydrogène de forte puissance pour le fret.

Le projet d'Alstom s'inscrit dans l'objectif de concevoir les futurs matériels roulants « zéro émission » intégrant des nouveaux systèmes de propulsion et de génération d'énergie.



Symbio est un **partenaire technologique global des constructeurs automobiles.**

Le projet de transformation de grande envergure, Hymotive, va démultiplier la capacité d'innovation de pointe et d'industrialisation de Symbio, en accélérant la production de masse de ses systèmes de piles à combustible de dernière génération à Saint-Fons, et en développant et en industrialisant une nouvelle génération de piles à combustible plus performante et à coût drastiquement réduit.



Hyvia est une **coentreprise française, créée 2021 entre Renault Group et Plug, dédiée à la mobilité hydrogène.**

L'écosystème proposé par HYVIA à ses clients professionnels ou institutionnels comprend des véhicules utilitaires légers à pile à combustible, des stations de remplissage d'hydrogène, l'approvisionnement en hydrogène décarboné, des services de financement et de maintenance de flottes.

Le projet prévoit le développement accéléré et l'industrialisation en France de véhicules utilitaires hydrogène et de piles à combustible. Le projet va permettre la mise sur le marché de fourgons à hydrogène destinés à une clientèle professionnelle et institutionnelle, en démarrant dès le second semestre 2022.



Arkema est un **leader des matériaux de spécialités**, présent dans plus de 55 pays avec 20 200 collaborateurs. Arkema modèle la matière pour répondre à l'accélération de la demande en matériaux innovants et durables, portée par

les enjeux dans les nouvelles énergies, les nouvelles technologies, la raréfaction des ressources, la mobilité ou encore l'urbanisation croissante.

Le projet M2H2 porté par Arkema vise le développement puis les premiers déploiements industriels de matériaux durables (polymères et composites) de haute performance permettant de produire, stocker, transporter et utiliser l'hydrogène pour la mobilité.

Actualisation de la Stratégie Nationale Hydrogène

Le 8 novembre 2022 à l'Élysée, le Président de la République a rappelé des objectifs ambitieux et clairs pour la décarbonation de l'industrie : diviser par deux les émissions de l'industrie dans les dix prochaines années et atteindre zéro émissions nettes pour l'industrie en 2050, conformément à l'engagement européen de neutralité carbone à 2050 et aux objectifs 2030 renforcés du paquet européen Fit For 55.

Ces objectifs impliquent, pour l'industrie, de doubler le rythme de la baisse d'émissions observée de ces dernières décennies, qui est déjà la plus importante de tous les secteurs de l'économie française, avec une baisse de -44% des émissions industrielles entre 1990 et 2020.

L'atteinte de ces objectifs ne peut se faire avec les seules technologies d'efficacité énergétique et de décarbonation de la chaleur industrielle qui ont alimenté l'essentiel de la baisse de ces dernières décennies. Elle nécessite le déploiement le plus large possible de technologies de rupture qui permettent de décarboner en profondeur les procédés industriels. C'est une nouvelle révolution industrielle, impliquant la modification de procédés datant parfois de plusieurs siècles.

Elle implique une accélération drastique du déploiement de l'hydrogène comme levier de décarbonation industriel, afin que celui-ci devienne une véritable commodité industrielle accessible à un coût compétitif pour tous les acteurs industriels.

C'est l'objectif fixé par le Président de la République le 8 novembre 2022, en demandant au Ministre chargé de l'Industrie et à la Ministre de la Transition Énergétique d'élaborer une nouvelle stratégie nationale hydrogène, qui vise le déploiement de hubs hydrogène sur toutes les grandes plateformes industrielles dans une logique de mutualisation de la production pour les usages industriels dans des centres de production massifiée.

Cette stratégie devra être élaborée d'ici juin 2023 et permettre une mise en œuvre rapide de manière à assurer le déploiement d'un hydrogène abondant et compétitif sur tous les grands bassins industriels du pays après 2030. Elle devra apporter une réponse aux questions, technologiques, économiques et de régulation que pose le développement de ces hubs hydrogène.

Elle étudiera également la compétitivité de la production d'hydrogène sur la base de l'électricité du réseau électrique national, que ce soit par le recours à des contrats de long terme pour l'alimentation en électricité des électrolyseurs ou bien par un soutien au prix pour aider au déploiement des capacités de production. Une enveloppe de plus de 4Md€ est prévue à cet effet, en plus des financements du PIIEC.

Conclusion

Publié à l'occasion du salon Hyvolution, ce dossier de presse rappelle l'engagement pionnier de la filière française et du gouvernement pour l'émergence d'une économie compétitive de l'hydrogène bas carbone en France. Il souligne les usages multiples de ce nouveau levier technologique de décarbonation de notre économie et l'opportunité économique que constitue son développement. Il vise ainsi à faire mieux connaître les enjeux de cette filière nouvelle.

Grâce à la priorité apportée au développement de cette technologie depuis 2017, la France est aujourd'hui dans le trio de tête de l'hydrogène au niveau mondial, en termes de brevets, de R&D et d'équipementiers. Le salon Hyvolution présente ainsi de nombreuses pépites nationales, de la start-up au grand groupe, qui sont déjà ou peuvent devenir des leaders mondiaux de cette technologie qui sera au cœur de l'économie du XXI^{ème} siècle.

Le développement de cette filière est aussi une opportunité pour l'emploi. L'hydrogène c'est plus de 80 métiers, de l'opérateur à l'ingénieur, dont la filière aura besoin d'ici 2030. Accompagner les entreprises dans la sensibilisation des salariés à la filière hydrogène, accompagner les entreprises pour prendre le virage de l'hydrogène, former les collaborateurs seront des enjeux clé pour poursuivre le développement de la filière.

Ces enjeux seront au cœur du travail mené par le Ministère de l'Économie, des Finances et de la Souveraineté Industrielle et Numérique pour promouvoir la réindustrialisation verte à travers un projet de loi à venir.

Au carrefour des enjeux de la décarbonation de l'industrie et de la réindustrialisation verte, de l'investissement dans la recherche et l'innovation, et du développement des compétences professionnelles, l'hydrogène bas carbone est exemplaire des enjeux de la planification écologique.

CONTACTS PRESSE

Ministère de l'Industrie : presse@industrie.gouv.fr

Ministère de la Transition énergétique : presse.mte@climat-energie.gouv.fr

Secrétariat général pour l'investissement : presse.sgpi@pm.gouv.fr