



# Hydrogène, l'heure est venue

**Présentation au 17eme Forum Annuel  
CIFE Club de Nice**

**Philippe BOUCLY, Président  
Paris, 6 Décembre 2019**



Association française  
pour l'hydrogène et  
les piles à combustible



Association française  
pour l'hydrogène et  
les piles à combustible

# MEMBRES DE L'AFHYPAC

JUILLET 2019

## Groupes Industriels, ETI et institutions financières

Air Liquide , ENGIE, Acaplast,  
GRTgaz, CMI Groupe ,  
EDF, Entrepose,  
EFI Automotive,  
AREVA Stockage d'Énergie  
AKUO Energy  
Compagnie Nationale du  
Rhône  
Michelin, Faurecia  
Naval Group, Omexom  
Plastic Omnium, Storengy,  
Thevenin-Ducrot  
TOTAL, TOYOTA, Hyundai  
Caisse Des Dépôts , AXA,  
Valorem

## Utilisateurs finaux

Chéreau, Dassault Aviation,  
SNCF, RATP, Keolis,  
Transdev,  
Mobivia

## Organismes de Recherche, laboratoires, universités et Centres techniques

CEA, CNRS, INERIS  
Fédération FC-LAB, LEMTA  
CNRS GdR HysPAC,  
Institut Carnot Mines, Canoe

## PME, PMI et Start up

AD-VENTA, 2BEGAS H2  
AAQUIUS, Actys-BEE  
Alca Torda Applications  
ALCRYS, ATAWAY, AREVA H2Gen  
Avenhyr Conseil, Bulane,  
Cahouet, Cesame-Exadebit,  
ENERCAT, ERGOSUP, ETIA,  
Enea Consulting, Enerka  
Energy Observer Development  
FlexFuel Energy Développement,  
Gaussin, Geomethane,  
Green GT Technologies, H2SYS,  
H2V Product, Haffner Energy,  
Hera France/ALBYON,  
Howden BC Compressors  
HASKEL France, HEROSE,  
HINICIO, HP Systems,  
Hydrogène de France, Hympulse,  
H3 Dynamics, Hydrogen Advisors,  
Hyseas Energy, Justy, MAHYTEC,  
Maximator,  
ITM Power  
McPhy Nova Swiss,  
NEXEYA, POWIDIAN  
Pragma Industries, Proviridis,  
PV Puech Long , RAIGI,  
Safra, SRT Microcéramique  
SEED-Energy, Seiya Consulting  
Sertronic , Sylfen, Top Industrie,  
STELIA Composites, STEP,  
SWAGELOK, Symbio,  
Tronico-Alcen , VDN

## Associations, collectivités, syndicats d'énergie, poles de compétitivité

AprISTHY, Automobile Club de l'Ouest, ENSOSP,  
EVOLEN, Neopolia, Normandie Energies, Normandie  
Mobilité Electrique,  
Association Française des Gaz Comprimés,  
AVERE France, CNPA, COENOVE  
Mission Hydrogène  
TENERRDIS, Capenergies, Pole Energie 2020,  
Pôle Véhicule du Futur  
Wind for Future  
CCI du Var

Régions : Bourgogne-Franche-Comté,  
Bretagne, Centre-Val de Loire,  
Hauts de France, Ile de France , Normandie,  
Nouvelle Aquitaine, Occitanie, Grand Est, Sud

Communauté d'Agglo. du Grand Dole,  
Conseil Départemental de la Manche  
Métropole Aix Marseille Provence  
Nice Métropole Côte d'Azur  
Grenoble Alpes Métropole  
Métropole Rouen Normandie,  
Caux Seine Agglo, Agglomération Chaumont  
Le Mans Métropole, Métropole Aix Marseille  
Provence  
Durance Luberon Verdon Agglomération  
Nantes Métropole, Valence Romans Agglo,  
Pays de Saint Eloi, Ville de Sainte-Marie aux Mines,

Morbihan Energies, SIPPAREC, SyDEV, SMTU de  
Pau, Syndicats d'énergie du Tarn et Ariège, R-GDS,  
BERHY, Trifyl

# Un changement de paradigme dans le système énergétique

Production de l'énergie

Conversion

Stockage de l'énergie

Application

Énergie Solaire



Énergie Eolienne

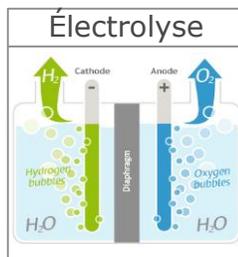


Énergie Fossile

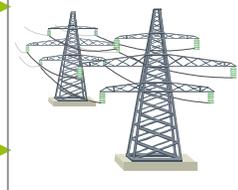


Production irrégulière

Production constante



Réseau

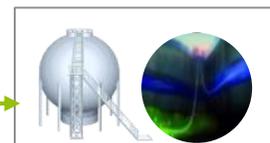


H<sub>2</sub>

H<sub>2</sub>

H<sub>2</sub>

CO<sub>2</sub>



Bulk H<sub>2</sub>-Storage



Stockage de gaz réseau



Méthanation / utilisation du CO<sub>2</sub> / autres

Mobilité (H<sub>2</sub>-Fuel)



Voitures à PAC

Batiments



Industrie (Usage Industriel du H<sub>2</sub>)



Industrie

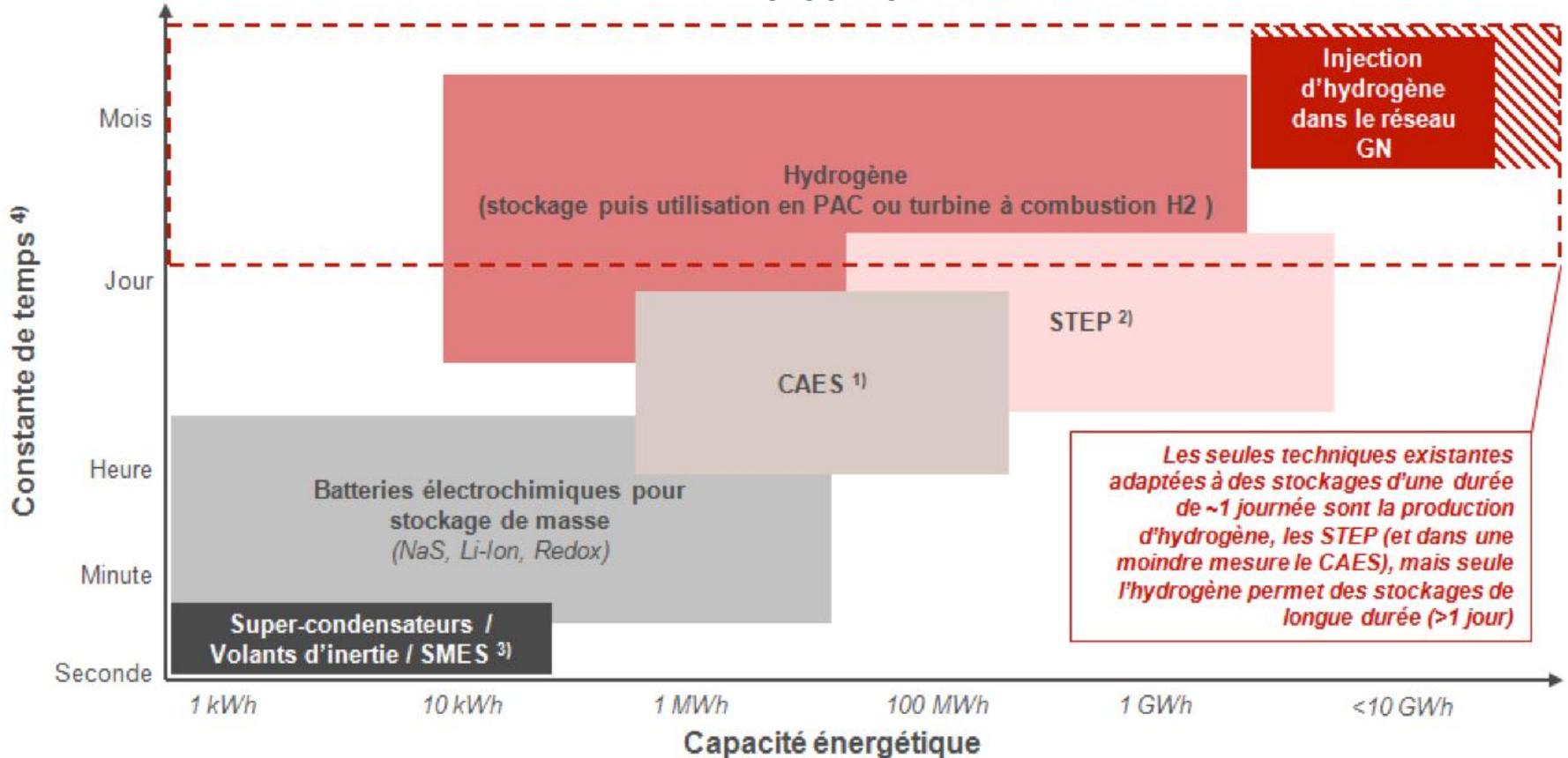


Association française pour l'hydrogène et les piles à combustible



# L'hydrogène est aujourd'hui la technologie la plus adaptée pour le stockage massif de longue durée

## CAPACITE ENERGETIQUE ET CONSTANTE DE TEMPS DES DIFFERENTES SOLUTIONS DE STOCKAGE D'ELECTRICITE



*Les seules techniques existantes adaptées à des stockages d'une durée de ~1 journée sont la production d'hydrogène, les STEP (et dans une moindre mesure le CAES), mais seule l'hydrogène permet des stockages de longue durée (>1 jour)*

1) « Compressed Air Energy Storage » : Stockage d'Energie par Air Comprimé

2) Station de transfert d'énergie par pompage - De l'eau est pompée dans un réservoir haut, puis turbinée pour régénérer l'électricité, sur le même principe qu'un barrage hydroélectrique

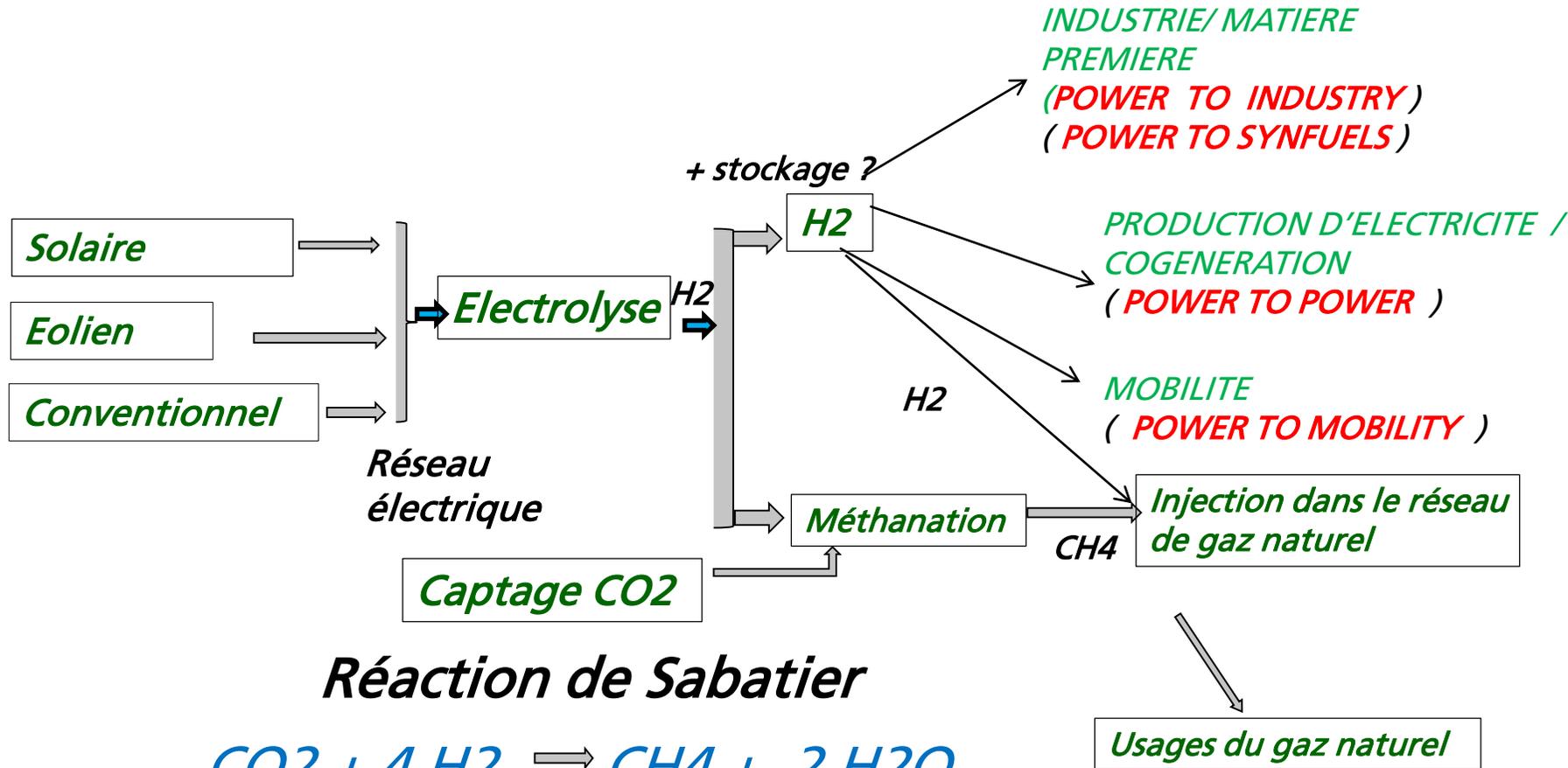
3) « Superconduction magnetic energy storage » = Stockage d'énergie par supraconducteurs - A très basse température, les matériaux supraconducteurs permettent de stocker de l'électricité dans des boucles, le courant pouvant y tourner indéfiniment puisque soumis à aucune perte.

4) La constante de temps d'un stockage est égale au ratio « Capacité énergétique / Puissance maximale » du stockage.

Elle caractérise le temps mis par un stockage pour se vider (ou se charger) entièrement lors d'un fonctionnement à puissance maximale.

Son unité est une unité de temps (le plus souvent, l'heure,

# Power To Gas ? Power to X ?



# Décarboner les systèmes énergétiques : on ne peut pas tout électrifier !

Easy ← complexity to decarbonise → Hard

Transport



Battery (mostly) plus Hydrogen for Heavy Duty



Hydrogen Fuel-Cell Trains

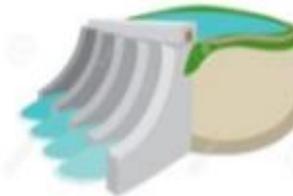


Liquid Hydrogen and Fuel-Cells for long haul Big Ships

Power



Large Battery Systems for Daily Swing (night-to-day)



Hydro-Power as Battery for Small Scale Intermittency



Hydrogen fired CCGTs Clean Back-Up Power for Large Scale Intermittency

Industry



Light Industry powered by Renewable



Heavy Industry powered by Hydrogen from Natural Gas + CCS



CCS for Industry without other Alternatives

Heat



Heat Pumps For Efficient Use of Electricity in Homes



Hydrogen for Efficient Transfer of Energy from Production to End-Users



Hydrogen for Large Scale Seasonal





Association française  
pour l'hydrogène et  
les piles à combustible

# ETUDE PROSPECTIVE

## Objectifs

- Proposer une **vision globale et quantifiée**, adaptée au paysage énergétique français
- Poser les jalons du déploiement de l'hydrogène en France
- Aller au-delà des simples prévisions, pour élaborer une prospective à la fois **ambitieuse et réaliste**

## Participants



Association française  
pour l'hydrogène et  
les piles à combustible

# L'hydrogène peut jouer un rôle majeur dans la transition énergétique

Favoriser le développement des énergies renouvelables

« Décarboner » les usages énergétiques finaux

Permettre une intégration à grande échelle des énergies renouvelables dans la production d'électricité

Distribuer l'énergie dans tous les secteurs et toutes les régions

Stocker de l'énergie et accroître la résilience des systèmes



Décarboner le secteur des **transports**

Décarboner l'énergie dans l'**industrie**

Contribuer à décarboner **chaleur et électricité** dans le **résidentiel / tertiaire**

Fournir une matière première **renouvelable**

# A l'horizon 2050, l'hydrogène pourrait profiter au système énergétique, à l'environnement et à l'économie de la France

~20 %

de la demande  
d'énergie finale<sup>1</sup>

~55 Mt

de réduction  
annuelle des  
émissions de CO<sub>2</sub><sup>2</sup>

~40 Md€

de chiffre d'affaires  
annuel  
(hydrogène et  
équipements)

~15 %

de réduction des  
émissions locales  
(CO, NO<sub>x</sub>,  
particules)

~150 000

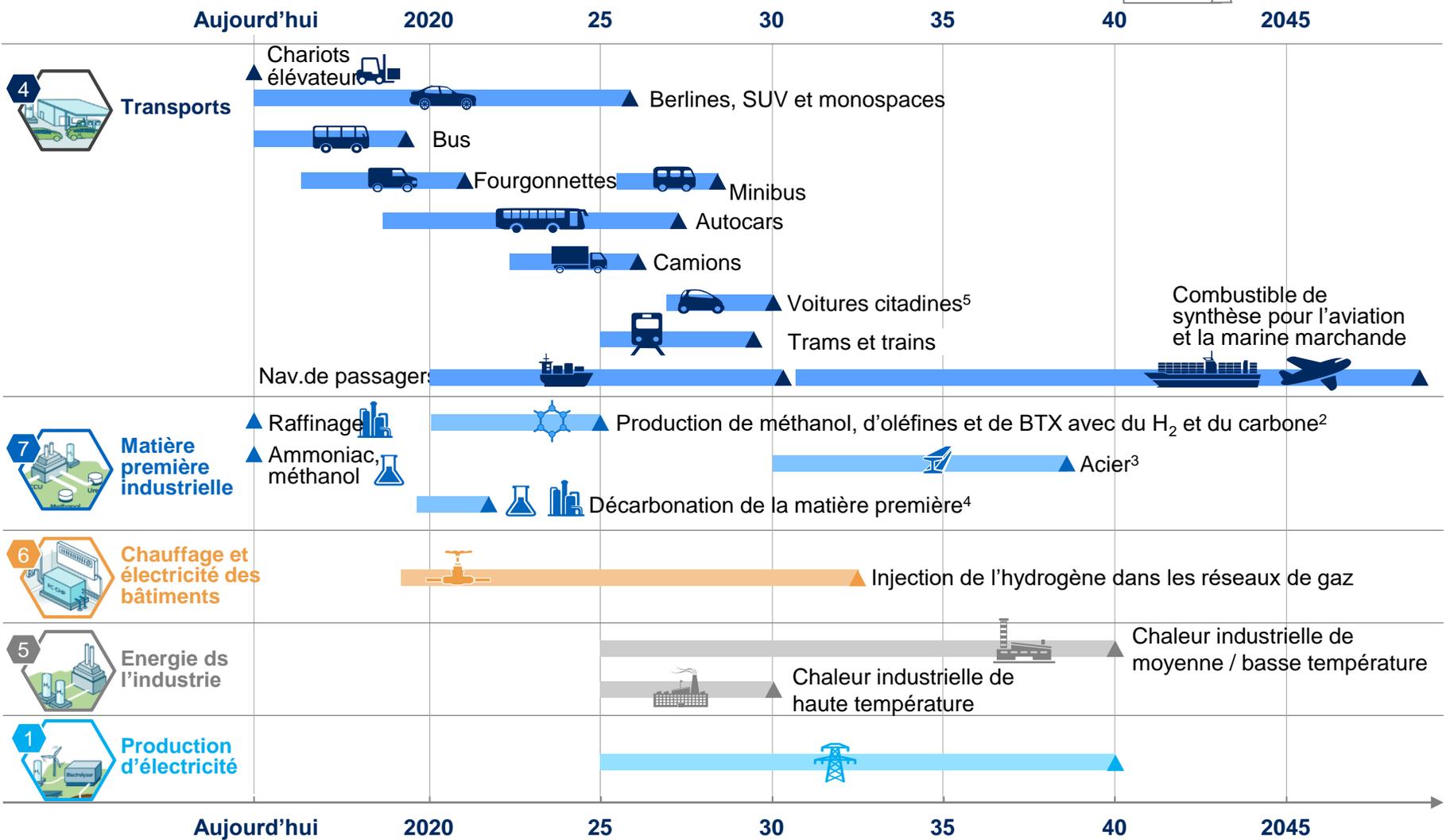
emplois (secteurs de  
l'hydrogène et des  
équipements et  
industries  
amont)<sup>3</sup>

## Vision Hydrogène 2050 (chiffres annuels)

<sup>1</sup> Inclus matière première ; <sup>2</sup> Par rapport au scénario de référence ; <sup>3</sup> Hors effets indirects

SOURCE : Hydrogen Council ; AIE : Perspectives technologiques de l'énergie - Hydrogène et piles à combustible - CBS ; National Energy Outlook 2016

# De nombreuses technologies d'utilisation de l'hydrogène seront bientôt prêtes pour être déployées à grande échelle



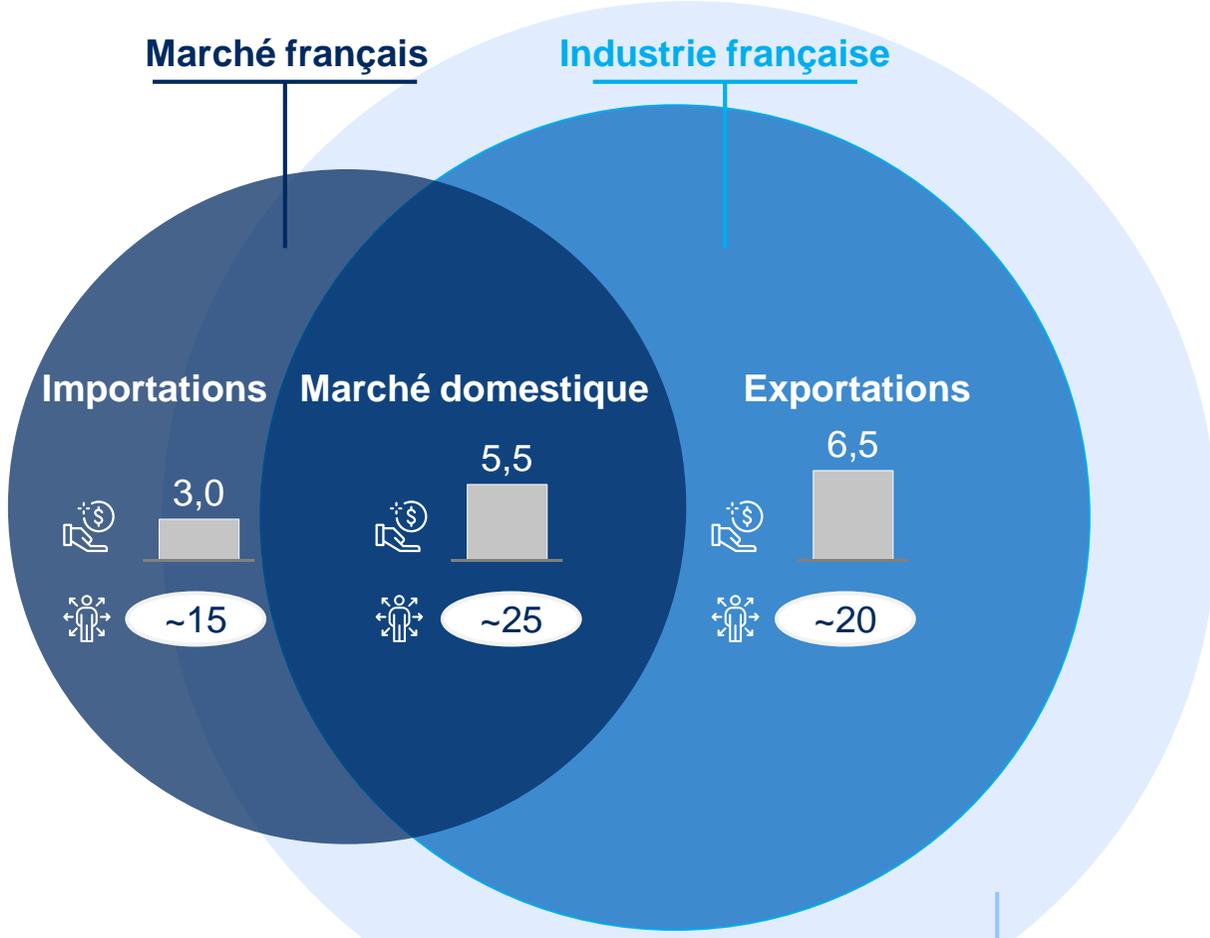
1 Défini comme représentant plus de 1 % des ventes sur le segment  
 2 La part de marché correspond au volume de production qui utilise de l'hydrogène et du carbone capturé pour remplacer la matière première  
 3 Minerai préréduit avec réduction écologique via le H<sub>2</sub>, en haut fourneau, et autres procédés faiblement intensifs en carbone utilisant du H<sub>2</sub> pour l'élaboration de l'acier  
 4 La part de marché correspond au volume de matière première produit à partir de sources faiblement intensives en carbone  
 5 La date de commercialisation, pour la France, a été réajustée en fonction de la feuille de route globale et en cohérence avec la date de la montée en puissance

# A l'horizon 2030, stimulée par les exportations d'équipements et de composants, la production de l'industrie française pourrait dépasser la taille du marché intérieur

X Taille du marché, Md€      x Emplois, milliers

## Méthodologie d'estimation

- Potentiel des marchés français et européen d'après la vision pour l'hydrogène
- Estimation de la part de l'industrie française sur les marchés français et européen, d'après les données statistiques fournies par l'industrie et les entretiens avec les industriels
- Multiplicateurs de chiffre d'affaires et d'emplois estimés d'après les modèles globaux d'entrée-sortie
- Participation supposée limitée des constructeurs automobiles français



Note : la participation active des constructeurs automobiles français représenterait un potentiel industriel supplémentaire estimé à +4 Md€ (-1-2 Md en importations, 2-3 Md en exportations)



# REALISER LA VISION 2050 IMPOSE DE CHANGER D'ECHELLE DES MAINTENANT



Association française  
pour l'hydrogène et  
les piles à combustible



Association française  
pour l'hydrogène et  
les piles à combustible

# Les mesures du Plan National Hydrogène

- Créer une filière industrielle de production d'hydrogène décarboné
- Développer des capacités de stockage des énergies renouvelables
- Développer des solutions zéro émission pour les transports routiers, ferrés, fluviaux, etc.

# Les mesures du Plan National Hydrogène

**N°1** : Fixer des objectifs spécifiques à l'hydrogène dans les usages industriels :

- **10 %** d'hydrogène décarboné dans l'hydrogène industriel d'ici à 2023
- entre **20 à 40 %** d'ici 2028.

**N°2** : Mettre en place dès 2020 un système de traçabilité de l'H2 (cadre européen )

**N°3** : Assurer la mise en évidence de l'impact environnemental de l'hydrogène dans la réglementation relative aux gaz à effet de serre, ce qui permettra de différencier l'hydrogène en fonction de son mode de production .

**N°8** : Déployer des écosystèmes territoriaux de mobilité hydrogène sur la base notamment de flottes de véhicules professionnels.

- **5 000** VUL et **200** véhicules lourds (bus, camions, trains, bateaux) ainsi que la construction de **100** stations, alimentées en hydrogène produit localement à l'horizon 2023 ;
- de **20 000** à **50 000** VUL, **800 à 2000** véhicules lourds et de **400 à 1000** stations à l'horizon 2028.

**N°10** : Accompagner le déploiement de flottes territoriales, de véhicules hydrogène (camions, véhicules utilitaires, bus...), sur la base de l'hydrogène produit dans la phase d'amorçage industriel.

# Les mesures du Plan National Hydrogène

## Développer des capacités de stockage des énergies renouvelables

**N°4 : Lancer rapidement des expérimentations dans les territoires isolés.** Les électrolyseurs sont en mesure d'apporter immédiatement des services aux réseaux électriques et un débouché supplémentaire au développement des énergies renouvelables.

**N°5 : Identifier les services rendus par l'hydrogène,** pour leur donner une valeur. Pour la métropole continentale, **RTE** et **ENEDIS** auront pour mission d'identifier la valeur des services rendus au réseau par les électrolyseurs et les moyens existants ou à mettre en place pour valoriser ce type de service.

**N°6 : Identifier les besoins pour le stockage par hydrogène pour chaque zone non interconnectée.** **EDF SEI** (filiale d'EDF dans les territoires insulaires) et l'**ADEME** sont chargées de caractériser pour chaque zone non interconnectée les services que peuvent rendre les électrolyseurs afin de permettre aux collectivités concernées de prévoir dans leurs programmations pluriannuelles de l'énergie des mesures et objectifs spécifiques concernant le stockage et l'hydrogène.

**N°7 : Déterminer les conditions techniques et économiques d'injection d'hydrogène acceptables pour les infrastructures gazières.** Mission confiée aux **transporteurs** et **distributeurs**. Rapport attendu pour juin 2019.



# Loi relative à l'énergie et au climat

## ❑ Article 1 - objectifs de la politique énergétique (art. 100-1 code de l'énergie)

*« développer l'hydrogène bas-carbone et renouvelable et ses usages industriel, énergétique et pour la mobilité, avec la perspective d'atteindre environ 20 à 40 % des consommations totales d'hydrogène et d'hydrogène industriel à l'horizon 2030 ».*

## ❑ Article 49 - droit d'accès des « gaz renouvelables, d'hydrogène bas carbone et de gaz de récupération » aux réseaux de gaz naturel « sous réserve de préserver le bon fonctionnement et le niveau de sécurité des infrastructures de gaz naturel ».

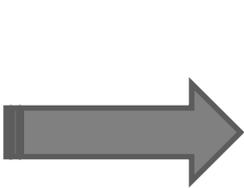
## ❑ Article 52 - un cadre juridique pour l'hydrogène avec :

- Une autorisation du Gouvernement à légiférer **par ordonnance** sur trois objets :
  - (1) « définir la **terminologie** des différents types d'hydrogène en fonction de la source d'énergie utilisée pour sa production »;
  - (2) « permettre la **production, le transport, le stockage et la traçabilité de l'hydrogène** »;
  - (3) « définir un **cadre de soutien** applicable à l'hydrogène produit à partir d'énergie renouvelable ou par électrolyse de l'eau à l'aide d'électricité bas carbone ».
- Un dispositif de **garanties d'origine** pour l'hydrogène renouvelable, à définir **par décret en Conseil d'Etat**. L'hydrogène fait par ailleurs sa première entrée dans le code de l'énergie au travers d'un chapitre dédié dans le Livre gaz et d'un nouvel article L. 447-1 du code de l'énergie.

## MISE EN ŒUVRE DU PLAN NATIONAL HYDROGENE



**Annnonce du Plan National Hydrogène par Nicolas Hulot le 1<sup>er</sup> Juin 2018**



Appels à Projets



Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie



Mise en place de la démarche ECV pour faciliter la mise en œuvre du Plan



ÉCOLOGIE  
ÉNERGIE  
CROISSANCE  
GREEN DEAL  
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE



**Lancement du Comité Stratégique de Filière « Nouveaux systèmes énergétiques » le 28 mai 2018**



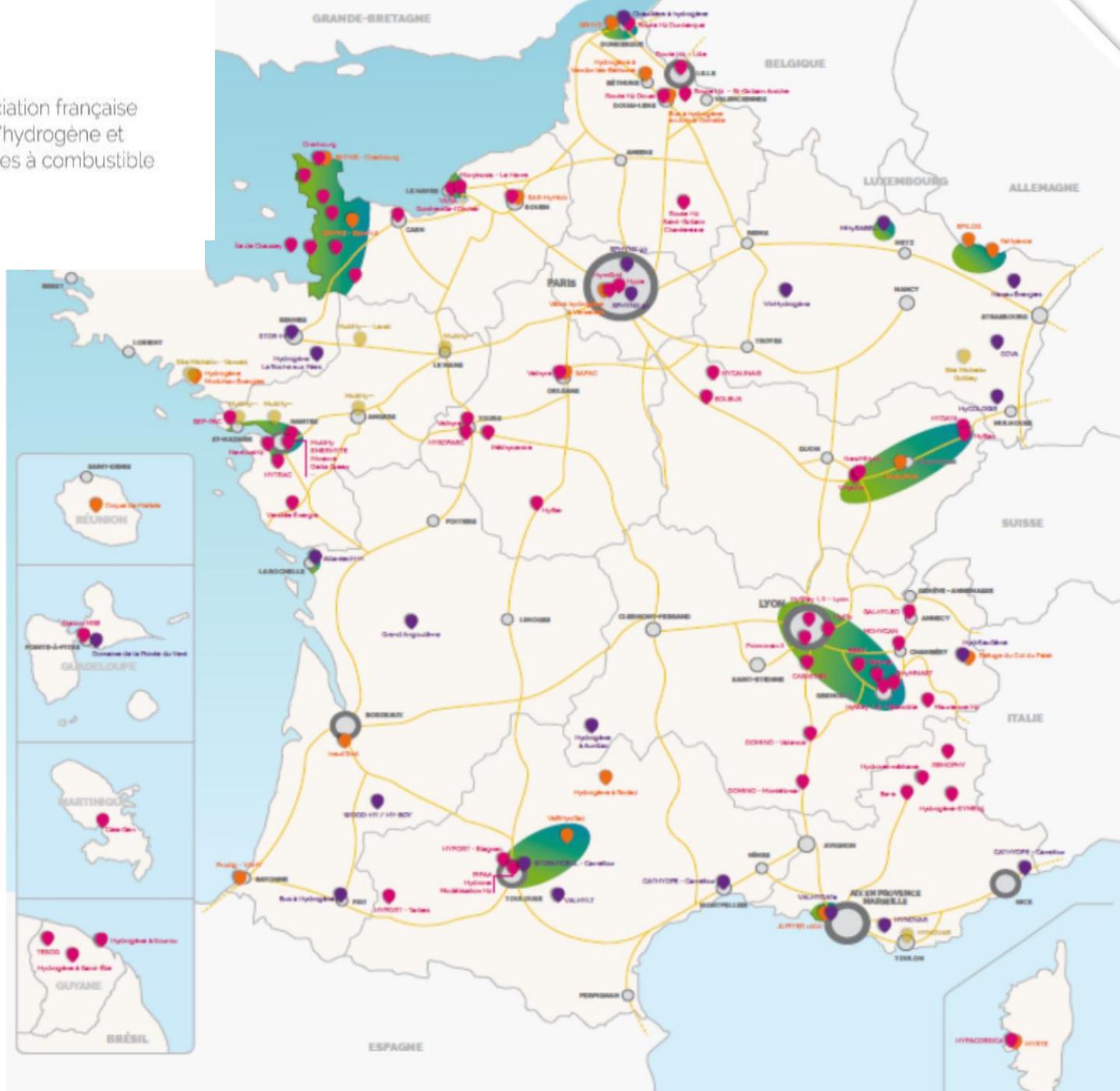
Intégration de l'Hydrogène aux différents Comités Stratégiques de Filière concernés



**Signature du Contrat Stratégique de Filière « Nouveaux systèmes énergétiques » et de 2 ECVs Production décarbonée et Mobilité le 29 mai 2019**

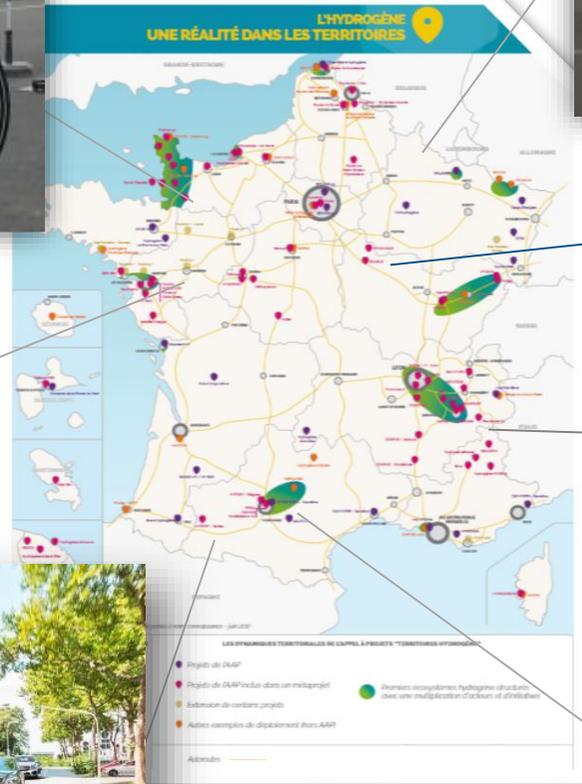


Association française  
pour l'hydrogène et  
les piles à combustible





# L'hydrogène au service d'une mobilité décarbonée



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

Total : 134





# Développer des capacités de stockage des EnR



# Des écosystèmes territoriaux



# Une prise de conscience mondiale



Association française  
pour l'hydrogène et  
les piles à combustible

**2015**

**COP21 : Accord de Paris**

**2017**

**Janvier : Création à Davos du Conseil de l'Hydrogène  
(**Hydrogen Council**)**

**Décembre : Le PM japonais annonce l'intention du Japon de devenir la première "société de l'hydrogène" du monde**

**2018**

**Septembre : A Linz (Autriche), déclaration des ministres européens en faveur de l'H2**

**2019**

**Février : Hydrogen Europe publie sa feuille de route Hydrogène pour l'Europe**

**15 Juin : Rapport sur l'hydrogène préparé par l'AIE pour le G20**

**Automne : Rapport de l'IRENA pour le 2<sup>nd</sup> " Ministerial Meeting "**



Association française  
pour l'hydrogène et  
les piles à combustible

# The Future of Hydrogen



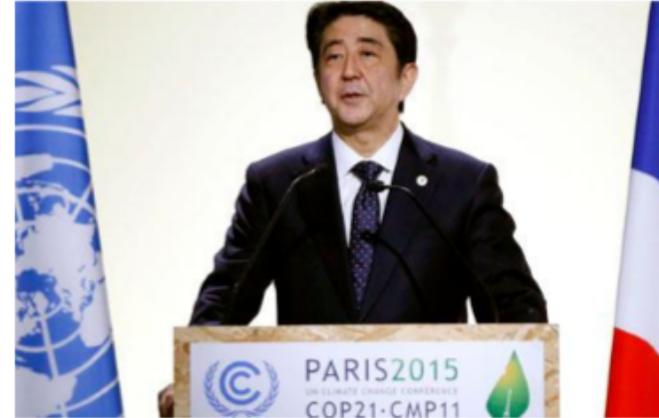


Association française pour l'hydrogène et les piles à combustible



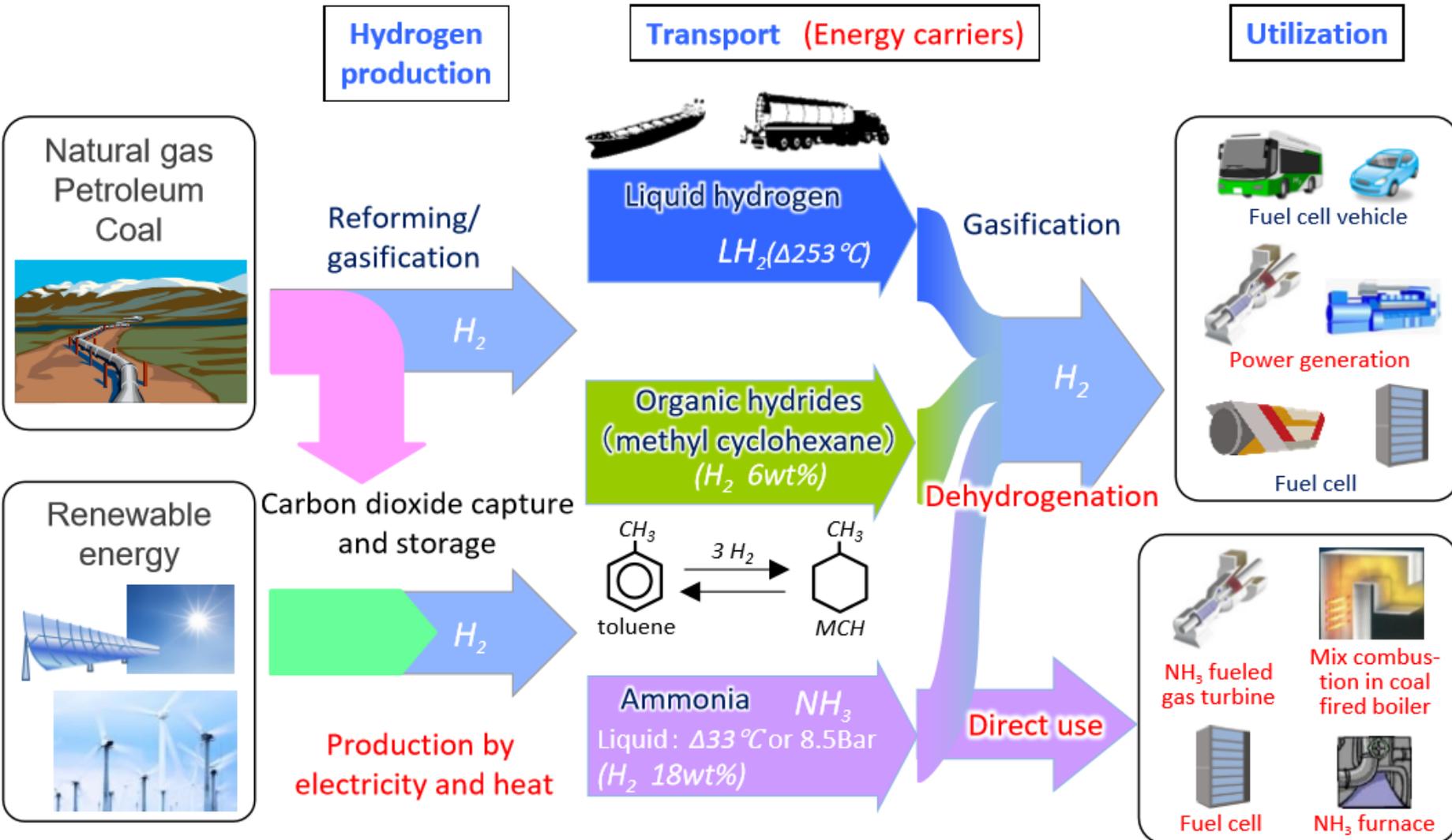
# Au Japon, l'hydrogène : une stratégie nationale

- Speech by Prime Minister Abe at COP21  
“The key to acting against climate change without sacrificing economic growth is the development of innovative technologies. To illustrate, there are technologies to produce, store and transport hydrogen towards realizing CO<sub>2</sub>-free societies,”



- Council for Science, Technology and Innovation(CSTI)  
Hydrogen is one of key areas of CSTI strategies.  
SIP program was launched 2014 ( 5 years program ).  
Hydrogen energy carrier is one of 11 themes of SIP.
- Strategic Plan for Hydrogen Utilization (December 26, 2017)  
(Cabinet Meeting chaired by Prime Minister)  
Scenario for Basic Hydrogen Strategy  
(Direct use of ammonia is one of the most feasible options for the low-carbon society.)

# Chaines de valeur de l'hydrogène bas carbone



«Ammonia direct use»      【Power generation sector】 Gas turbine, Coal fired boiler, Fuel Cell      【Industrial sector】 Industrial furnace      【Transportation sector】 Marine Engine



Association française pour l'hydrogène et les piles à combustible

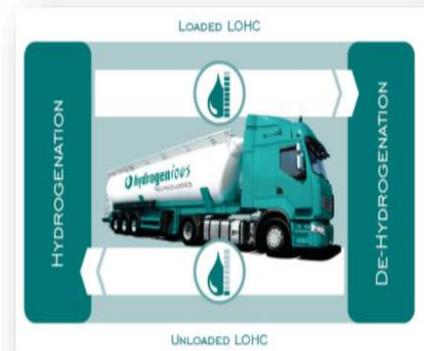
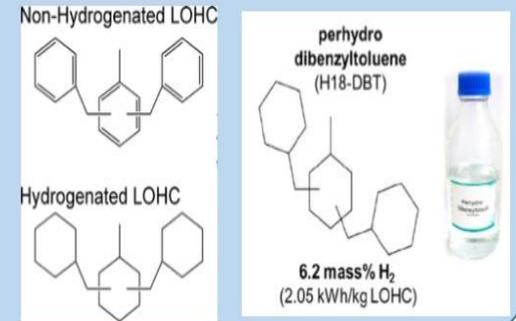
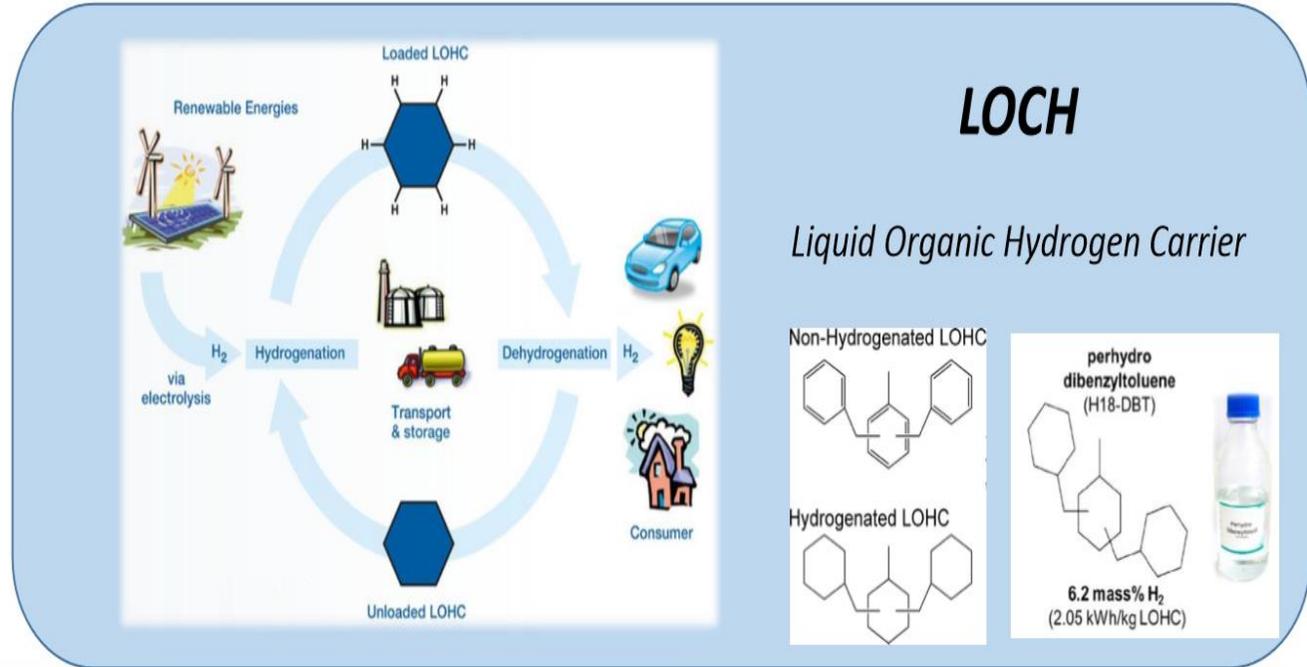
# Une logistique délicate



**Pressurized H2**



**Metal hydrides**



# CHINE

	2020	2025	2030
<b>HRS</b>	<b>&gt;100</b>	<b>&gt;300</b>	<b>&gt;1000</b>
FCEV	5000	50 000	> 1M



**2015**: Publication de « Made in China 2025 » : 10 secteurs prioritaires dont New Energy Vehicles

**Octobre 2016** : Technology Roadmap ( Chap 4 : FCEV)  
Inclus dans le 13eme Plan Quinquennal ( 2016 – 2020)

**Février 2018** : 17 sociétés clés → « China Hydrogen Alliance » présidée par China Energy

**Octobre 2018** : Forum de la « China Hydrogen Alliance »

**26 mars 2019** : Réduction de 67% des aides aux BEV ( Suppression totale après 2020)

**Constructeurs** : Dongfeng, Yutong, Great Wall Motors, BYD

**Coopérations, prises de participations** : BYD- US Hybrid, Air liquide –SNTE, Sinopec- JXTG Energy Group, Weichai Power : 20% de Ballard et de Ceres Power...

**Soutien des Provinces** : Wuhan → »Hydrogen City «



Association française  
pour l'hydrogène et  
les piles à combustible

# Green Deal



**« Je veux que le Green Deal européen devienne la marque de fabrique de l'Europe »,**

**« Notre engagement, visant à devenir le premier continent neutre en carbone, est au cœur de la nouvelle Commission »**

**« La neutralité climatique est un impératif économique à long terme, ceux qui agiront les premiers et le plus rapidement seront ceux qui saisiront les opportunités de la transition écologique ».**



Association française  
pour l'hydrogène et  
les piles à combustible

## **Frans Timmermans, Executive Vice President, Responsible for Europe's Green Deal**

***« Hydrogen could be a huge opportunity for our economy »***

***« It is not that difficult to use gas infrastructure to import (green) hydrogen »***

***« we need to protect our industries [.....] and help them free themselves from fossil fuels, for example when hydrogen is used in the manufacturing of steel »***

# FCH-JU : une feuille de route européenne

**1. A diversity of clean hydrogen production routes have matured, producing hydrogen at a cost of €1.5-3/kg, allowing penetration into mass markets.**



**2. Hydrogen production enables increased penetration of 100's of MWs of renewable electricity.**



**3. Hydrogen can be moved to target markets at low cost.**

*Transport costs <€1/kg at scale.*

**4. An affordable zero carbon fuel can be delivered to fuel cell transport applications, with total fuel cost below diesel, taking into account taxation.**

**5. Fuel cell vehicles (road, rail, ships) are produced at a price equivalent to other vehicle types, with a compelling user case.**



**6. Hydrogen meets demands for heat and power at a meaningful scale, with:**

- 25 TWh of hydrogen blended into the natural gas grid
- Fuel cell CHP efficiency contributes to reducing energy usage, with 0.5 million FC CHP units deployed in the EU.

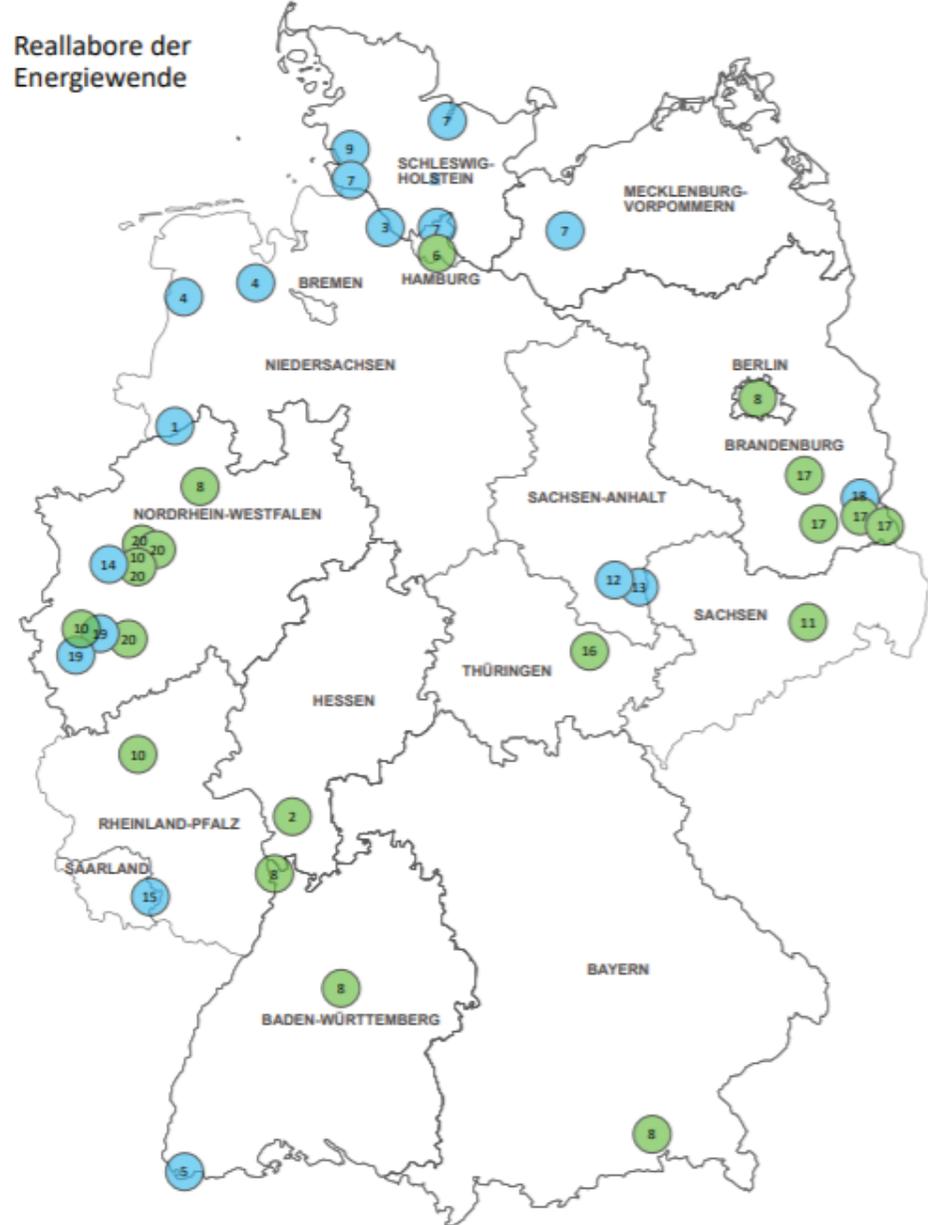
**7. Hydrogen is actively displacing fossil fuels as a clean energy input into a wide range of industrial processes:**

- 8TWh of hydrogen used for industrial heat.
- Clean hydrogen replaces conventional fossil-fuel derived hydrogen.
- Replacing other fossil fuels e.g. coke in the steel making process, methanol production etc.



**8. Regulations, standards and training/education programmes are supporting the transition to a hydrogen economy.**

# Reallabore der Energiewende



### Reallabore außerhalb der Strukturwandelregionen

- 1 CCU P2C Salzbergen
- 2 DELTA
- 3 DCW Stadte – Green MeOH
- 4 Element Eins
- 5 H2 Whylen
- 6 FW3
- 7 Norddeutsches Reallabor
- 8 Reallabor GWP
- 9 ReWest100
- 10 SmartQuart

### Reallabore innerhalb der Strukturwandelregionen

- 11 CityImpuls DD
- 12 EnergieparitätL
- 13 GreenHydroChem
- 14 H2Scale
- 15 HydroHub Ferne
- 16 JenEnergieReal
- 17 Reallabor Lausitz
- 18 RefLau
- 19 StoneToPower
- 20 TransUrbanRW

### Legende

- Wasserstoff- und Energiespeichertechnologien
- Energieoptimierte Quartiere



« Nous voulons devenir le **numéro un mondial** sur *les technologies de l'hydrogène* »»

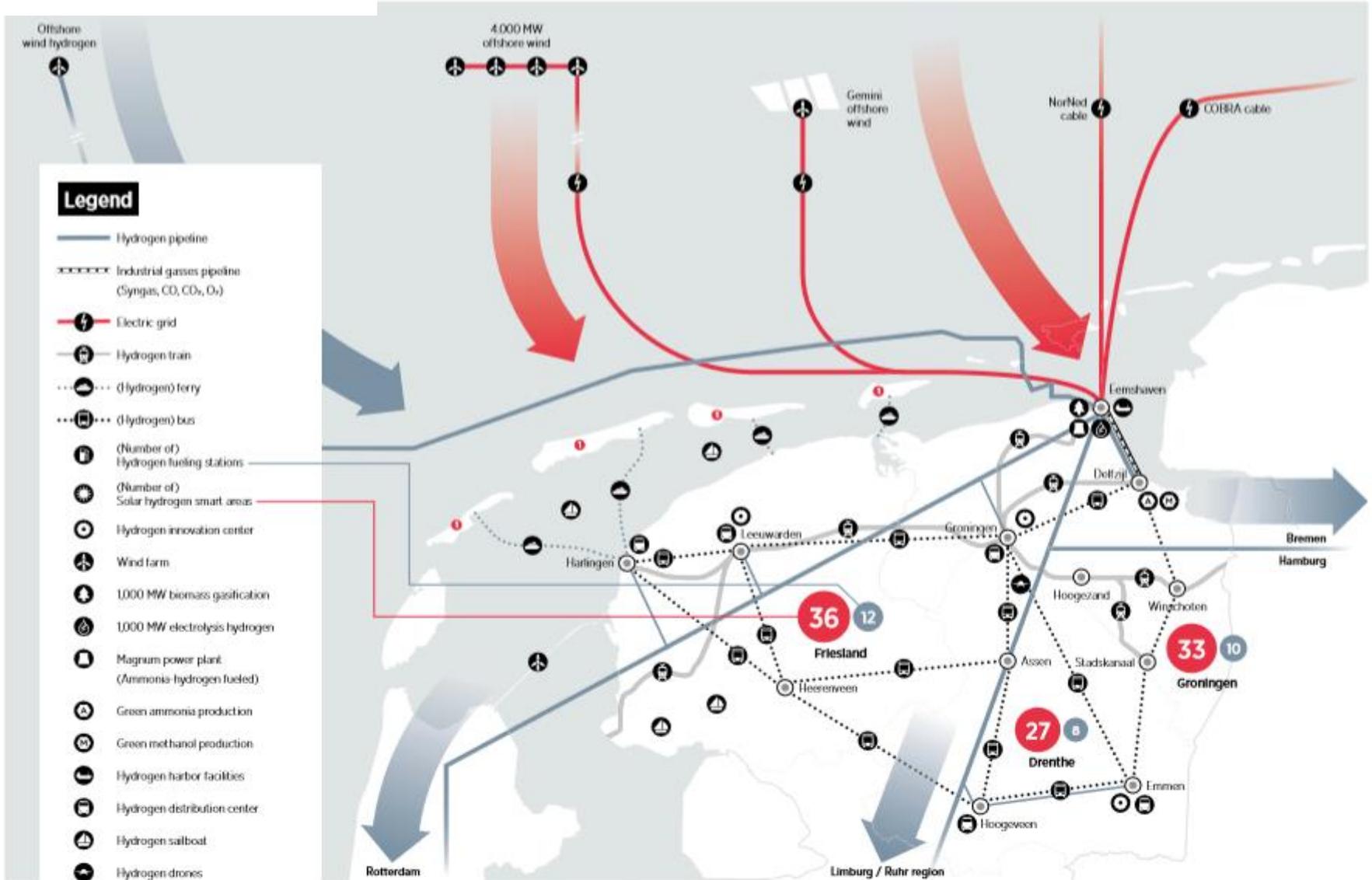


Association française pour l'hydrogène et les piles à combustible



Association française pour l'hydrogène et les piles à combustible

# The Northern Netherlands project

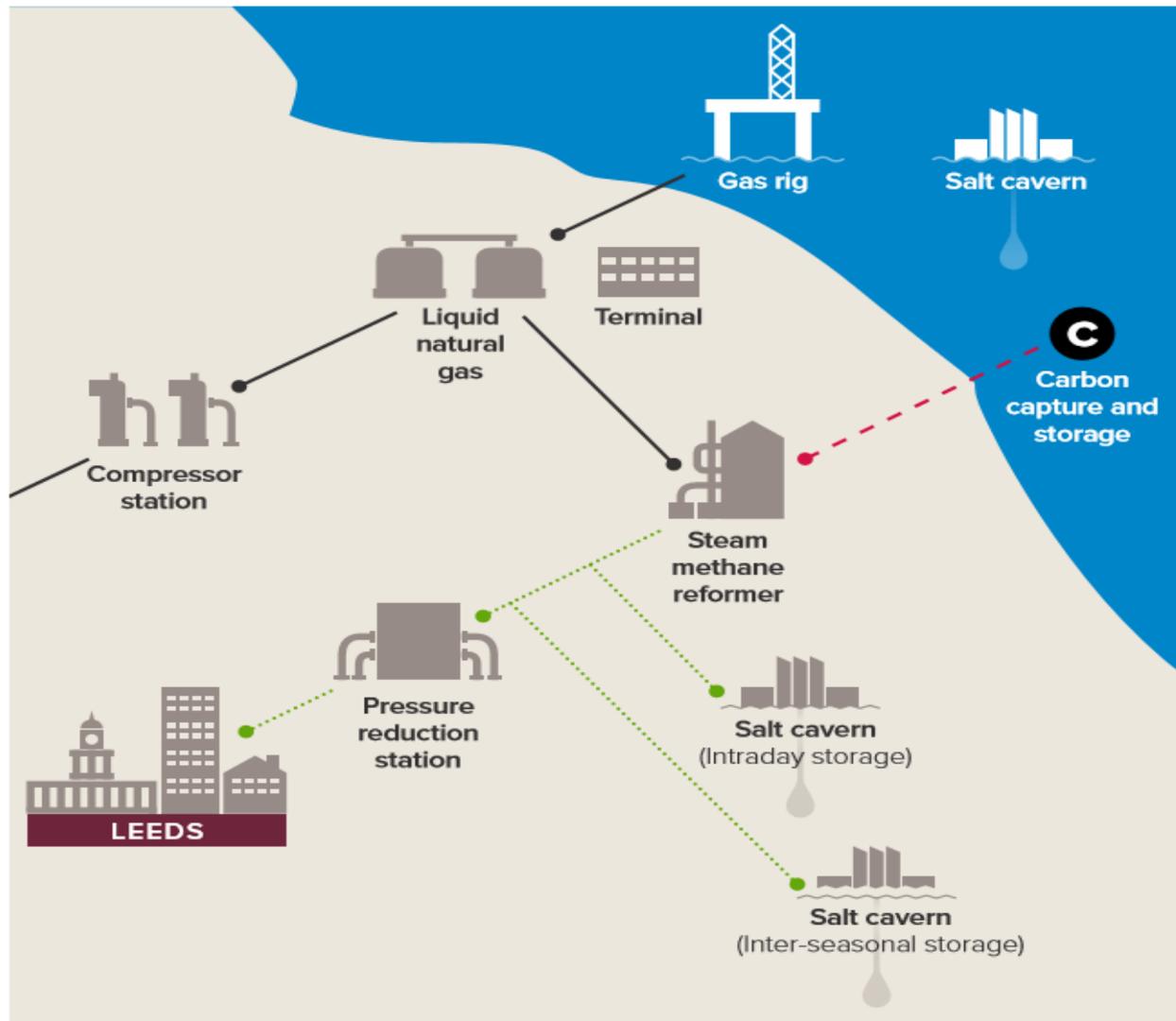




Association française pour l'hydrogène et les piles à combustible

# LE PROJET H21 ( LEEDS )

- ..... Proposed hydrogen pathways
- - - Proposed carbon dioxide pathways
- Existing natural gas pathways





Association française  
pour l'hydrogène et  
les piles à combustible

# IPCEI

## Bilan des 11 projets présentés

- **24** Etats membres impliqués
- **65** Milliards EUROS d'Investissement total
- **35** Millions de tonnes de CO2 évitées chaque année
- **30** GW d'énergies renouvelables installées
- **120 000** véhicules à hydrogène déployés
- **1300** stations de recharge installées

## Framework Agreement IPCEI Hydrogen

**Sub-IPCEI 1**  
**Generation /**  
**Electrolysers**

**Sub-IPCEI 2**  
**Transmission /**  
**Transportation**

**Sub-IPCEI 3**  
**Mobility/ Fuel Cells**

**Sub-IPCEI 4**  
**Industry use / heat**

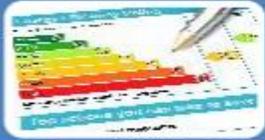
**Sub-IPCEI 5**  
**Energy storage /**  
**conversion**

- Objective:**
- 1) Significant support to the EU Climate objectives & Security of Energy Supply
  - 2) Overcome the Market Failure (supply/demand deadlock)
  - 3) Kick-start the massive Hydrogen production and utilization

# Nouvelle politique de prêt de la BEI



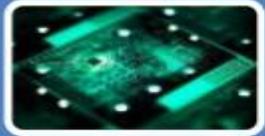
Association française  
pour l'hydrogène et  
les piles à combustible



Unlocking energy efficiency



Decarbonising energy supply



Supporting innovative technologies and new  
types of energy infrastructure



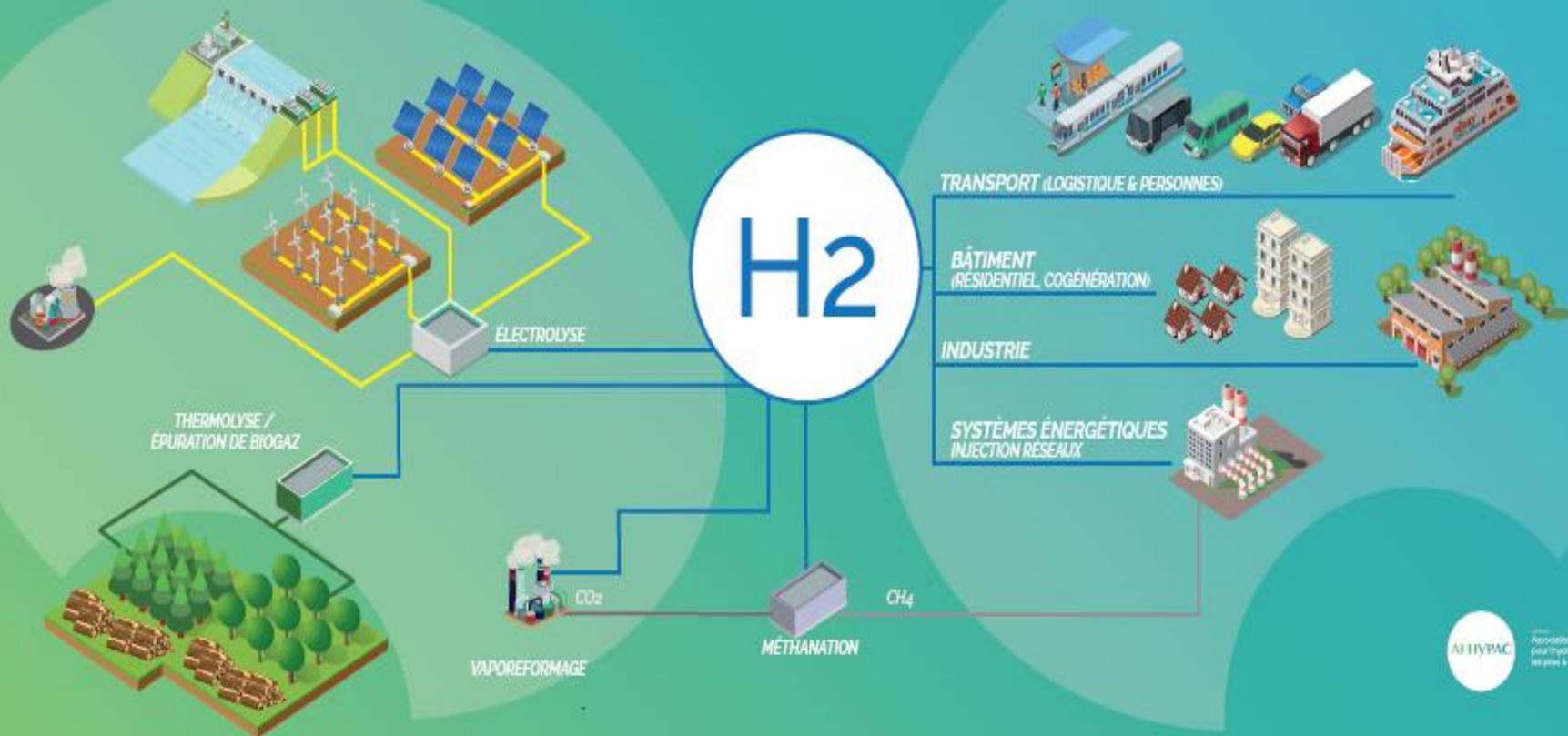
Securing the enabling infrastructure

- Support the market integration of renewable electricity projects
- Support Production and integration of lowcarbon gases (such as **hydrogen**)
- Support innovation from the earliest stage to pre-commercial deployment
- **Phase out support** to energy projects reliant on fossil fuels (After end 2021).
  - (i) the production of oil and natural gas;
  - (ii) traditional gas infrastructure (networks, storage, refining facilities);
  - (iii) power generation technologies resulting in GHG emissions >250 gCO<sub>2</sub>/kWh of electricity generated, and
  - (iv) large-scale heat production infrastructure based on unabated oil, natural gas, coal or peat.

# TRANSITION ÉCOLOGIQUE : L'HYDROGÈNE, VECTEUR DES POSSIBLES

INTÉGRER ET VALORISER  
PLUS D'ÉNERGIES RENOUVELABLES

DÉCARBONER  
TOUS LES SECTEURS DE L'ÉCONOMIE





Association française  
pour l'hydrogène et  
les piles à combustible

# En conclusion

- **Vecteur polyvalent**
- **Pas de réussite de la transition énergétique sans Hydrogène**
- **Massifier : construire des écosystèmes territoriaux, changer d'échelle, importation**
- **Poursuivre la R&D**
- **L'Europe a de forts atouts : l'enjeu est aussi industriel**
- **Réglementation ET soutien public**

**Merci pour votre attention**



Association française  
pour l'hydrogène et  
les piles à combustible