L’hydrogène

Claudine Sauval : claudine.sauval@seiya-consulting.com

13/01/2021

SEIYA consulting

Agenda

- Seiya Consulting
- Les bases de l’hydrogène
- L’hydrogène pour la mobilité
- L’hydrogène dans le paysage énergétique global
- Les plans de l’Europe et de la France pour l’hydrogène
- Focus Occitanie
- Focus aéronautique
- Perspectives et chiffres-clés

Seiya Consulting cabinet de conseil entièrement dédié à l'hydrogène

- Créé en 2013, basé à Toulouse
- Deux fondateurs

Claudine Sauval Bertrand Chauvet

MEMBRE DE France Hydrogène Engagée pour la transition écologique

- En 2013, création du 1er salon entièrement dédié à l'hydrogène, à Albi. Concept vendu à GL Events. Se déroule à présent tous les ans à Paris.
- Premières missions pour des start-up de la filière, pour l'Ademe (stratégie d'entreprise, sécurité et réglementation)
- En 2015, étude stratégique de la filière hydrogène pour la région Midi-Pyrénées
- En 2016, Carole Delga prend la présidence de la région Occitanie et fixe un objectif ambitieux : l'Occitanie sera la 1ère région d'Europe à énergie positive en 2050.
- Seiya Consulting accompagne la Région dans sa stratégie hydrogène depuis 4 ans. L'Occitanie a été la 1ère région de France à annoncer un plan hydrogène de 150 M€ sur 10 ans (plan Hulot : 100 M€ pour la France)

L'hydrogène, brique de base de l'univers…

- 1 atome d'hydrogène (H) = 1 noyau + 1 électron
- 1 molécule d'hydrogène (H_2) = 2 noyaux et 2 électrons. Dihydrogène mais on parle d'hydrogène
- L'hydrogène représente 75% de la masse de l'univers et 92% des atomes
- L'hydrogène représente 63% des atomes et 10% de la masse du corps humain
- L'hydrogène est présent partout sur terre : dans l'eau (H_20), dans les hydrocarbures, le gaz, le vivant …
- La densité énergétique de l'hydrogène correspond à 33,6 kWh/kg; celle du diesel se situe entre 12 et 14 kWh/kg

L'économie de l'hydrogène

Aujourd'hui :

- gaz industriel commercialisé par des acteurs de taille mondiale et obtenu, à plus de 95%, par reformage du pétrole : hydrogène « gris ». Marché de 115 Md $ en 2017.

Demain :

- L'hydrogène sera obtenu à partir d'énergies renouvelables (on parle d'hydrogène « vert »)
- Les acteurs seront beaucoup beaucoup plus nombreux…

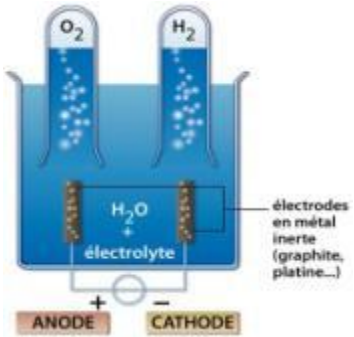
Défis :

- Faire basculer une économie de l'hydrogène gris vers une économie de l'hydrogène vert ou bleu (obtenu en capturant le CO_2 dégagé par le reformage) ou bas-carbone (électrolyseur relié au réseau électrique français)
- Faire passer à l'échelle industrielle toutes les technologies qui permettent d'obtenir de l'hydrogène de manière durable : **électrolyse de l'eau**, pyrogazéification, méthanisation, thermolyse, …

Deux briques technologies de base : électrolyseur et pile à combustible

Electrolyse de l'eau -> réalisée pour la 1ère fois en 1800 par des chimistes britanniques

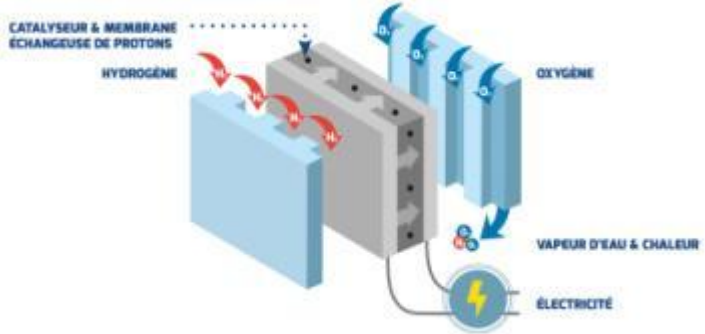
- Entrée : de l'eau + de l'énergie électrique
- Sortie : hydrogène, oxygène, eau résiduelle



- Plusieurs technologies d'électrolyse (alcaline, PEM)
- Flexibilité, modularité
- On trouve des électrolyseurs dans l'industrie pour la production de chlore, de cuivre, d'aluminium…
- Acteurs : McPhy (FR/IT), ITM Power (GB), NEL (N)

Pile à combustible (fuel cell / stack) -> réalisée pour la 1ère fois en 1839 par un allemand

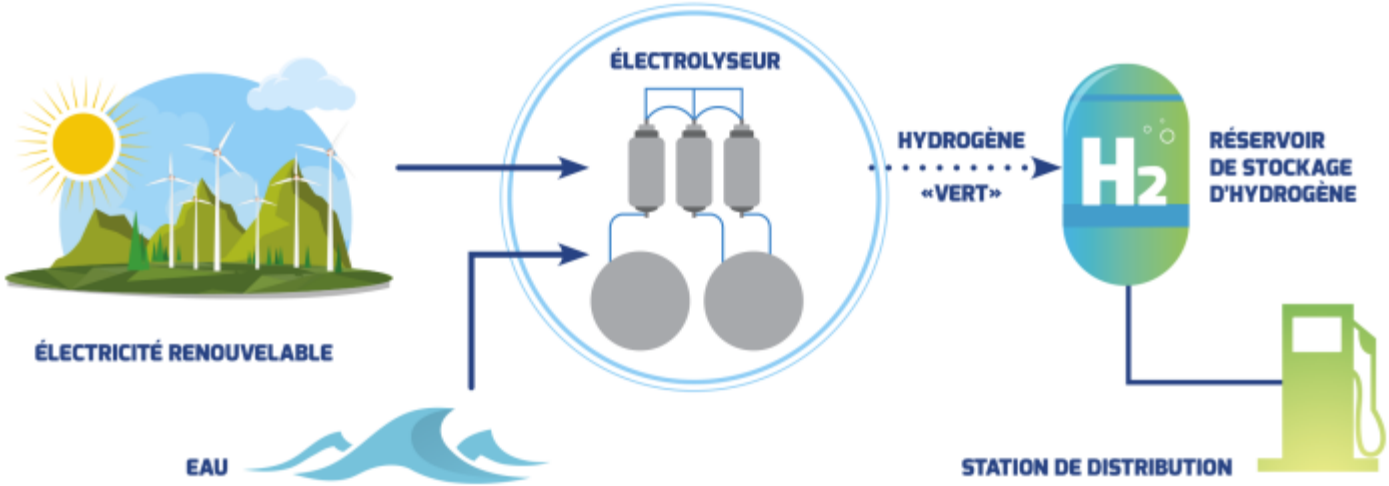
- Entrée : hydrogène, oxygène
- Sortie : électricité, chaleur



- Plusieurs technologies (alcaline, PEMFC, SOFC, DMFC, …)
- Flexibilité, modularité
- Utilisé dans le spatial
- Rendement : >60% et jusqu'à 95% si on utilise la chaleur
- Acteurs : Ballard (C), Symbio/Michelin/Faurecia (FR), Plastic Omnium,

L'esprit sorcier : https://www.youtube.com/watch?v=dUv3U9w1xz4

L'hydrogène : un vecteur de stockage des énergies renouvelables



Besoins en eau :

- 20 l d'eau (dont 10 seront rejetés) pour produire 1 kg d'hydrogène
- Avec 1 kg d'hydrogène, une berline parcourt 100 km

Circuit-court : Valorisation d'énergies produites localement

Dans une voiture, un bus, un camion…

Un véhicule à hydrogène est un véhicule électrique qui fabrique son énergie à bord :

- Avec les avantages de la batterie : absence d'émissions de gaz à effet de serre et de particules, absence d'odeur et de vibrations
- Sans les inconvénients : meilleure autonomie, temps de recharge équivalent au plein en essence ou gas-oil.

Technologies à maitriser :

- Réservoirs : Stelia Composites Aquitaine
- Piles à Combustible : Michelin/Faurecia/Symbio, Plastic Omnium

Exemple : les taxis parisiens de la société HYPE

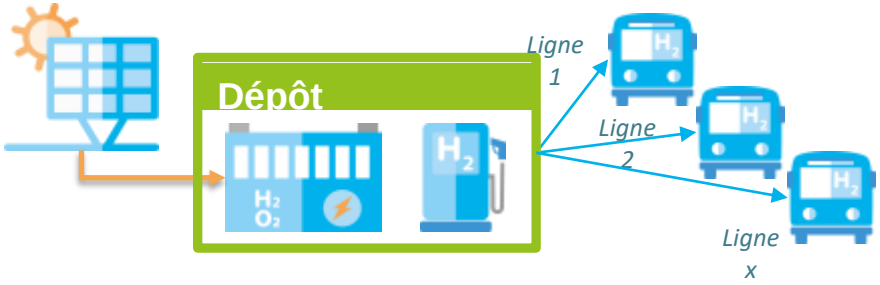
Toyota Mirai à Paris

- 160 taxis opérationnels à Paris
- Utilisés 20 h sur 24h
- 600 prévus en 2021 (Paris, Bruxelles…)

Hyundai ix35 Fuel Cell à la station d'Orly

Exemple : les bus électriques hydrogène

- Une centaine de bus déjà déployés en Europe, une dynamique encouragée par l'union européenne… La Chine en a commandé 3000 à ses industriels et 10 000 sont annoncés !
- Plus de 10 millions de km parcourus dans le monde
- Des coûts qui baissent (-45% entre 2012 et 2016) et continuent à baisser
- Des constructeurs de bus de plus en plus nombreux (Van Hool, Hyundai, Toyota / Caetano, Solaris, Wrightbus, **Safra**…)



Autres véhicules

Autres véhicules

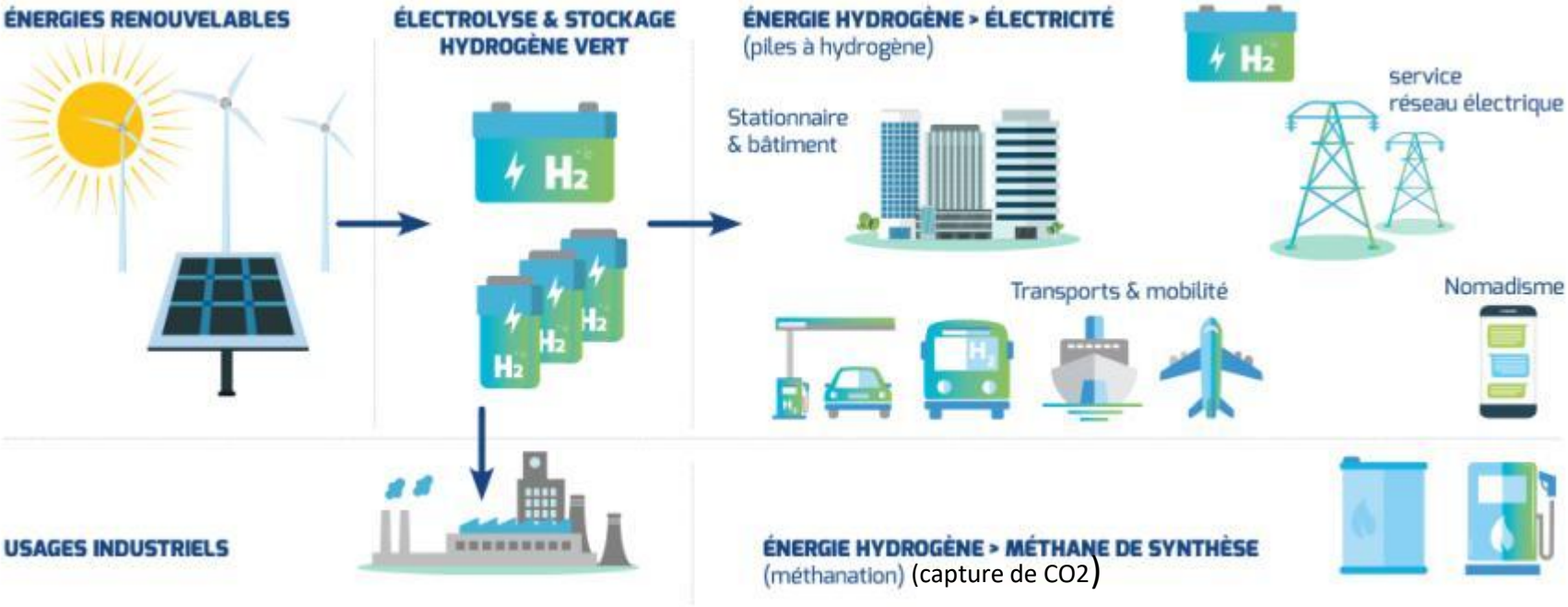
Les annonces et les projets se multiplient

- **Le Mans** en pole sur l'hydrogène !

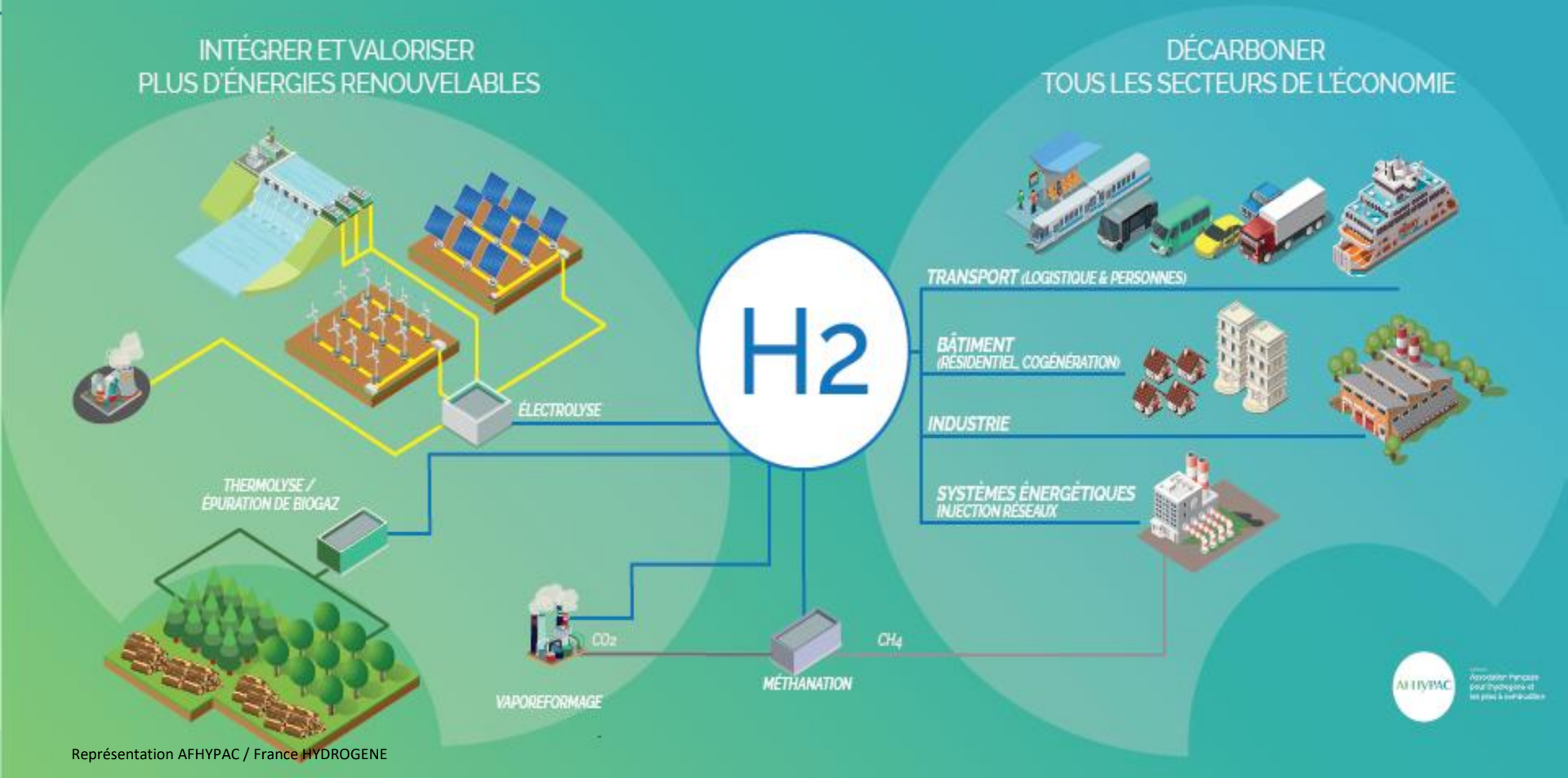
- **Dakar** :
  - Gaussuin : un camion H2 en 2022
  - Philippe Croizon veut rouler à l'hydrogène au Dakar en 2022
  - Cyril Despres et Mike Horn feront le Dakar en buggy H2 en 2023

- L'italien **Prinoth** annonce la première dameuse à hydrogène, actuellement en test

L’hydrogène vert et ses marchés cibles



TRANSITION ÉCOLOGIQUE : L'HYDROGÈNE, VECTEUR DES POSSIBLES



Représentation AFHYPAC / France HYDROGENE

… et soudain, l'hydrogène s'est invité à l'agenda de la transition énergétique

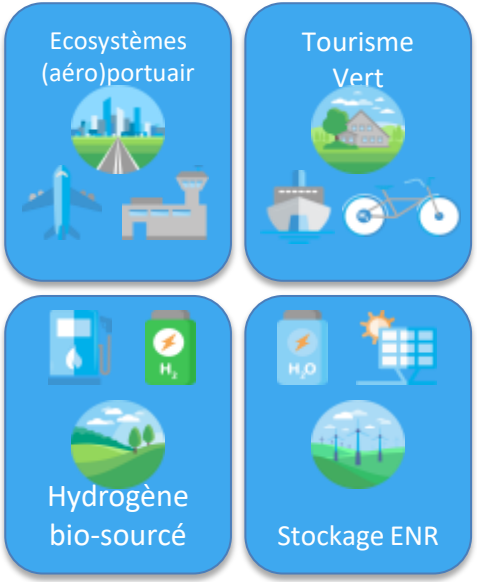
Europe EC 08/07/2020	40 Md€, 40 GW d'électrolyse, 10 Mt H2 en 2040 **14% du mix énergétique européen en 2050**
Allemagne	**9 Md€,** 5 GW d'électrolyse 2030 pour une demande attendue de 110 TWh, 2 Md€ partenariat production H2 import Veut être un leader mondial des technologies H2
France	**7,2 Md€ sur 10 ans dont 3,2 Md€ sur 3 ans** 6,5 GW d'électrolyse 2030 Décarbonation de l'industrie, H2 pour les transports lourds, et émergence d'une filière industrielle nationale
Portugal	**5 Md€**, focus sur la production d'H2 vert via PV et éolien
Espagne	**8,2 Md€** (fonds publics 4 Md€), production H2 vert, filière industrielle
Pays-Bas	**9 Md€**, production éolien offshore + électrolyse, développement de toute la chaine de valeur. Sécurisation de 66000 emplois existants dans la mobilité et les infrastructures gaz, création de 25000 (2030) à 45000 (2040) emplois (maintenance, opérations…)
Grande-Bretagne	**12 md £**, 5 GW électrolyse pour alimenter 1,5 M de maisons (en remplacement du gaz naturel), l'industrie et les transports, 75000 emplois en 2035

Airbus de l’hydrogène (IPCEI)

IPCEI : Projet Commun d’Intérêt Européen

- **L'IPCEI offre un cadre réglementaire facilitant le soutien public à des projets transnationaux d’innovation proches du marché capables de contribuer au soutien de la croissance économique, de l’emploi et de la compétitivité de l’Europe.**
- **Peter Altmaier**, ministre allemand de l’Économie et de l’Energie : "Nous voulons que nos projets européens communs et nos investissements conjoints dans les technologies de l'hydrogène fassent de l'Europe le numéro 1 mondial »
- **Margrethe Vestager**, Commissaire en charge de la concurrence : '"aucun pays ni aucune entreprise ne peut le faire seul(e)" et qu'un "investissement considérable, à la fois public et privé reste à faire", de même qu'une "collaboration sans frontières".
- **Thierry Breton**, Commissaire en charge du marché intérieur : « En tant que pierre angulaire du Green Deal européen, l'hydrogène renouvelable et à faible émission de carbone favorisera non seulement la conversion de notre secteur industriel à l'énergie verte, mais offrira également des opportunités commerciales importantes aux entreprises de l'UE"

La stratégie hydrogène de l'Occitanie : 1ère région française à avoir une stratégie hydrogène



- Animation régionale
- Groupes de travail
- Budget

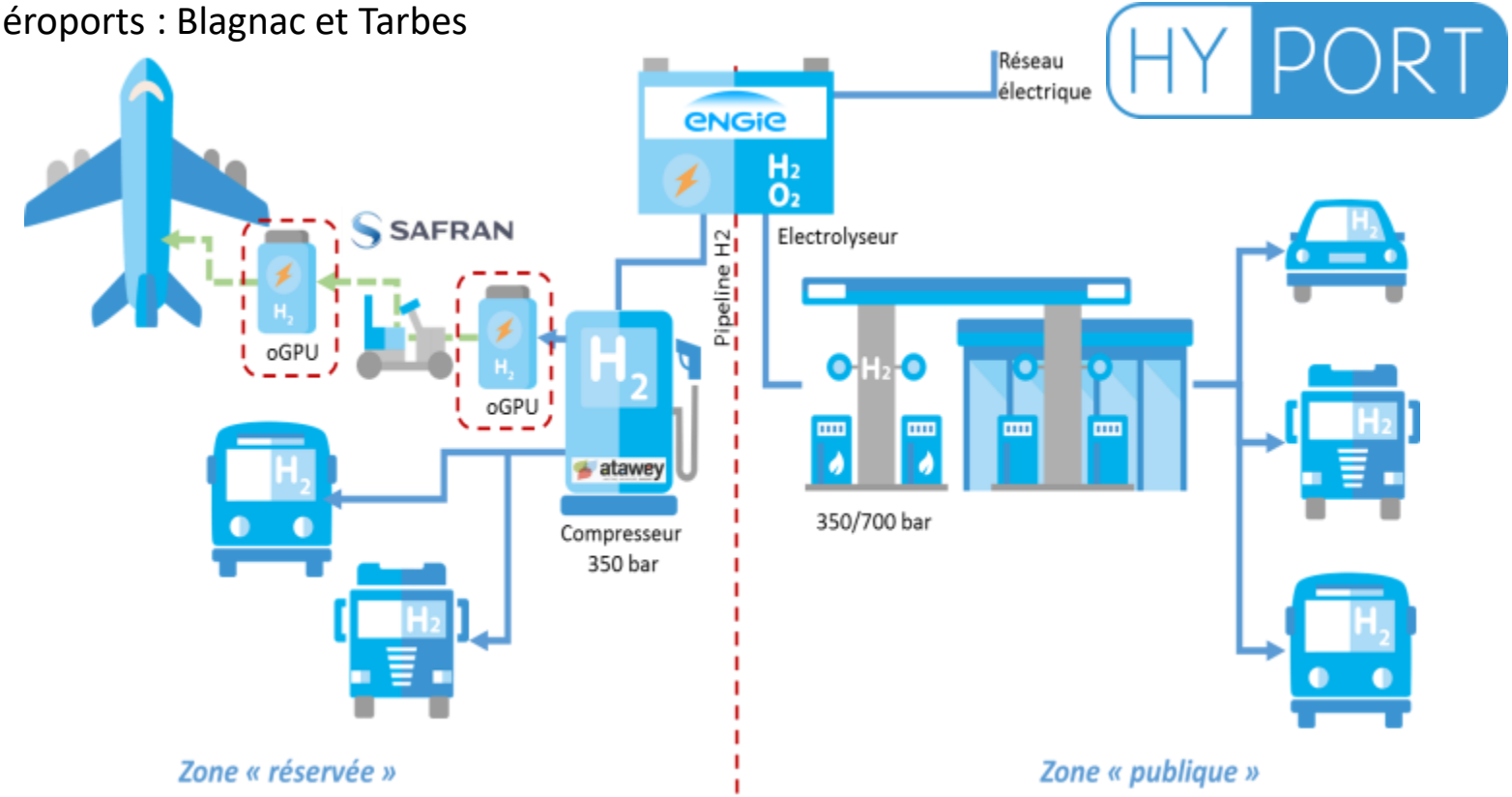
HyDeO
HYDROGENE DEVELOPPEMENT OCCITANIE

JOURNÉES HYDROGÈNE DANS LES TERRITOIRES
6ÈME ÉDITION
TOULOUSE 2018

2016 | 2017 | 2018

SAS HyPort = Engie (51%) + Région (49%)

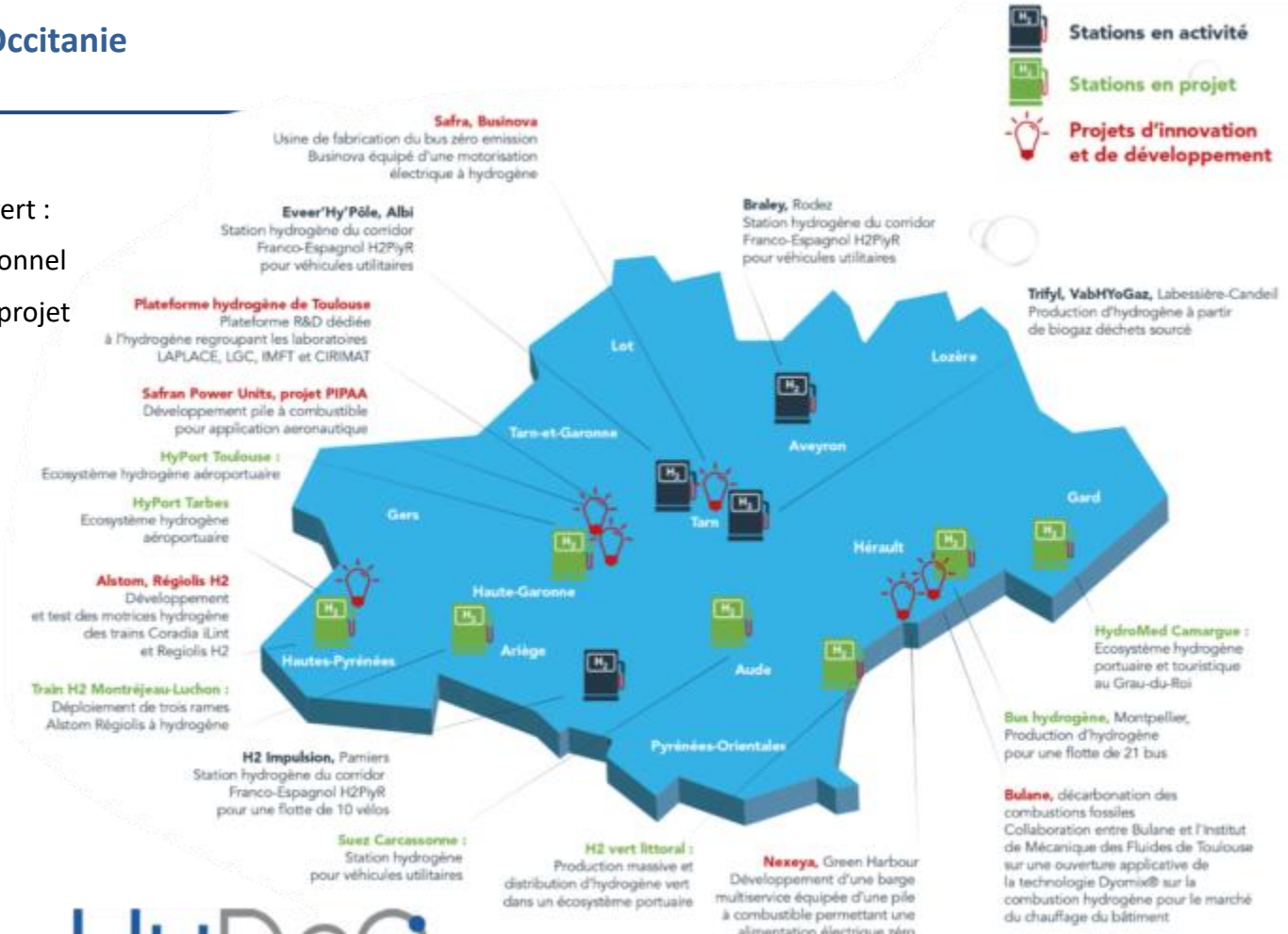
Deux aéroports : Blagnac et Tarbes



Les projets structurants en Occitanie

Deux sites de production d'hydrogène vert :

- Trifyl (Labessière-Candeil) : opérationnel
- H2 vert littoral (Port-la-Nouvelle) : projet



Les projets structurants en Occitanie : Corridor H2

Corridor H2 vise à réduire les émissions du transport routier lourd

Une très forte pression environnementale sur les corridors régionaux et européens

Le gaz naturel et les batteries ne peuvent résoudre la problématique de la pollution, l'hydrogène est la seule solution zéro émission qui soit viable à terme

Les constructeurs majeurs commencent à investir et les utilisateurs sont favorables à l'hydrogène, si c'est économiquement viable

Les applications routières concernent la propulsion et la génération de courant pour groupes frigorifiques

- **La Banque Européenne d'Investissement (BEI) va soutenir le projet**

Les projets structurants en Occitanie et les acteurs

Safra

Basé à Albi, seul constructeur français de bus à hydrogène.

Les bus de Safra circulent déjà à Lens, à Versailles, Auxerre. Beaucoup de commandes dont HyPort.

Construction d'une nouvelle chaine de production en 2021 pour augmenter les cadences de production

ALSTOM

Le site Alstom de Pau a réalisé la chaine de traction du 1er train à hydrogène européen. Le Coradia Ilint circule depuis septembre 2018 en Allemagne

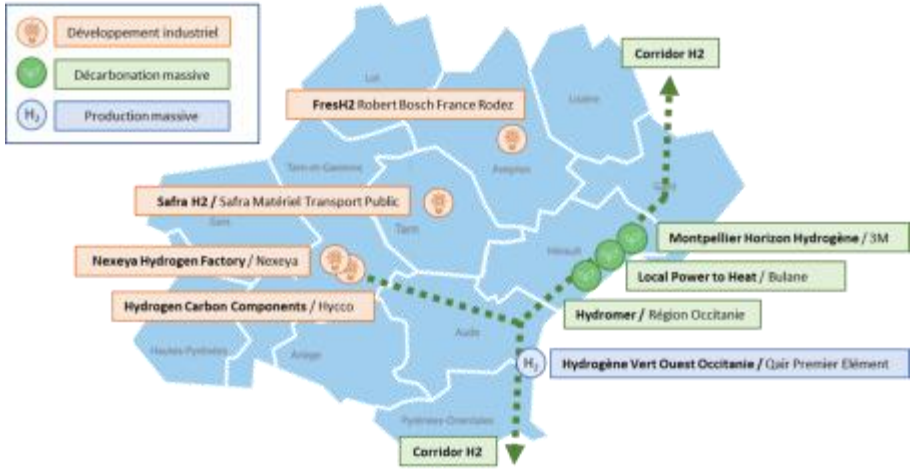
Projet de 12 rames pour la SNCF dont 3 en Occitanie (Montréjeau-Luchon)

EVEER PÔLE ALBI - FRANCE

Première station à hydrogène installée en France (2013), basée sur le circuit automobile d'Albi

Bureau d'études spécialisé dans la sécurité des systèmes à hydrogène, les tests de véhicules électriques en grandeur réelle et l'homologation des véhicules à hydrogène.

Occitanie : la région la plus active au plan national



Projets d'innovation :

- Électrolyse haute température à Béziers sur le site de l'usine Cameron-Schlumberger
- Green Harbour : développement d'une barge à hydrogène destinée à alimenter en électricité les bateaux à quai (éviter que les bateaux ne fassent tourner leurs moteurs extrêmement polluants pour produire l'électricité de bord lorsqu'ils sont dans le port)

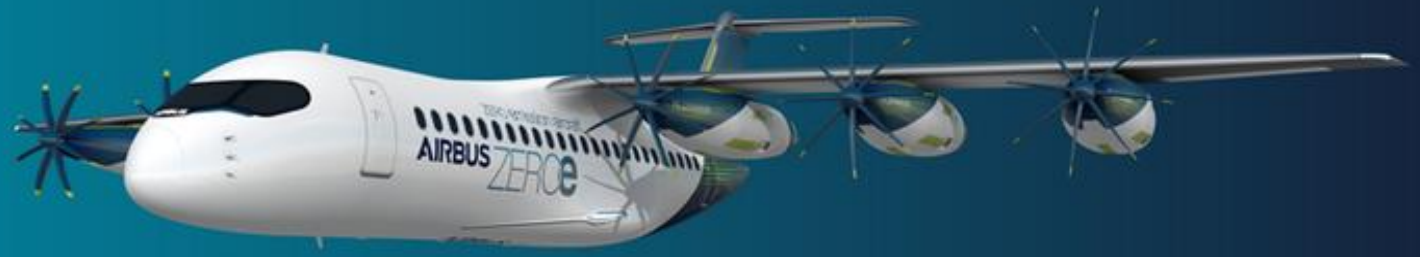
Appel à Projets Hydrogène Ademe de 2020 (projets industriels) :

- Fresh2 : Bosch, Rodez. Groupe froid à hydrogène pour semi-remorque réfrigérée
- HYCCO : nouveau concept de plaques bipolaires pour électrolyseur et pile à combustible (amélioration des performances)
- NHYFY : Nexeya. Développement et industrialisation de systèmes à hydrogène complets
- Safra : augmentation de la capacité de production de l'usine d'Albi
- HYVOO : Qair Premier Element. Création d'une unité de production massive d'hydrogène vert à Port la Nouvelle (mobilité lourde et fluviale)
- LP2H : Bulane. Développement d'un électrolyseur innovant destiné à alimenter les brûleurs industriels et les chaudières
- Hydromer : développement d'une drague à hydrogène (entretien des fonds portuaires)
- MH2 : Montpellier Métropole Méditerranée va déployer la plus importante flotte de bus de transport en commun à hydrogène : 21 en 2023 et 30 en 2025
- Corridor H2

Aéronautique : Airbus et le projet ZEROe

- Plan de Relance : l'Etat prêt à accompagner Airbus dans l'avion « zéro émission ».
  - Objectif : faire de l'Europe le leader de l'aviation décarbonée.
- Airbus a présenté trois concepts d'avions pour lesquels l'hydrogène sera la principale source d'énergie :
  - Avion équipé de deux turboréacteurs, stockage H2 à l'arrière de l'appareil, 120 à 200 passagers, vols de plus de 3500 km
  - Avion équipé de deux turbopropulseurs, stockage H2 à l'arrière de l'appareil, 100 passagers, vols de plus de 1800 km
  - Aile volante à turboréacteurs, concept 200 passagers, hydrogène stocké sous les ailes
- Démonstrateur au sol en **2021** – démonstrateur capable de voler en **2023** – premier vol en **2025** – mise en service commercial **2035**
- **Solutions étudiées :**
  - **turbines à gaz** modifiées pour fonctionner grâce à l'hydrogène en remplacement du kérosène (propulsion). Airbus travaille avec **Rolls-Royce**.
  - **piles à combustible** (électricité à bord). Airbus travaille avec l'allemand **Elringklinger**, 20 ans d'expérience dans les piles à combustible pour l'automobile.
- Hydrogène vert liquide -253°C – forme et positionnement des réservoirs???
- Equiper les aéroports pour la fourniture d'hydrogène vert à un tarif compétitif et préparer la transition énergétique des aéroports (bus tarmac, parkings, camions, engins…)

ZEROe The "Pod" configuration



6 "pods"
that act as standalone turboprop motors

8-bladed propellers
made of composite materials

Distributed hydrogen
fuel cell propulsion system

Removable fixtures
along wing for quick pod assembly & disassembly

AIRBUS

Campus Francazal : 40 M€ d'investissements dédiés à l'aviation légère à hydrogène

Le Techno Campus H2 à Francazal sera « *le plus grand centre d'Europe de recherche, d'essai et d'innovation technologique dédié à l'hydrogène vert, en partenariat avec le CNRS, l'Université de Toulouse, l'ONERA, des laboratoires de recherche mais aussi des grands groupes comme Safran, Airbus et d'autres partenaires industriels* »

Carole Delga, 24/11/2020

L'idée est de réunir dans un même bâtiment de 15000 m2 des équipes de recherche fondamentale et d'accueillir des projets collaboratifs avec des industriels, nécessitant notamment une production d'hydrogène vert commune, des bancs d'essais mutualisés et des compétences partagées. Ce technocampus sera un maillon clé du développement des futurs moteurs à propulsion hydrogène des avions de demain.

SAFRAN AIRBUS

Aéronautique : déjà technologiquement opérationnels

Avion Hy4

- Dévoilé le 11/12 à Stuttgart
- Propulsé grâce à une pile à combustible de 120 kW
- 4 passagers – vitesse max 200 km/h – vitesse de croisière 165 km/h – autonomie de 750 à 1500 km
- Des avions de ce type transportant jusqu'à 40 passagers sur 2000 km seront disponibles dans les 10 ans selon le Centre Aéronautique Allemand

Drone Delair

- Tests en cours pour HyDrone avec pile à combustible et H2 gazeux
- Prochain défi « Mermoz » avec de l'H2 liquide :
  - traverser l'Atlantique, grâce à une autonomie de 3500 km.
  - 1er vol prévu fin 2023 sur la ligne ouverte par Mermoz en 1930 et reliant le Sénégal à Natal au Brésil

2030 - OBJECTIFS de la Stratégie nationale

pour le développement de l'hydrogène décarboné en France

6,5 GW* d'électrolyse déployés

* 5 MW d'électrolyse déployés en 2020

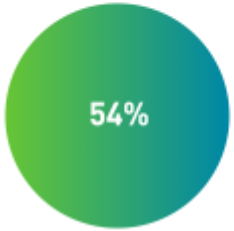
6 000 000 T CO_2* évitées par an

* soit les émissions de la Ville de Paris sur une année

2020 — 2023

Répartition des 3,4 Md€ alloués

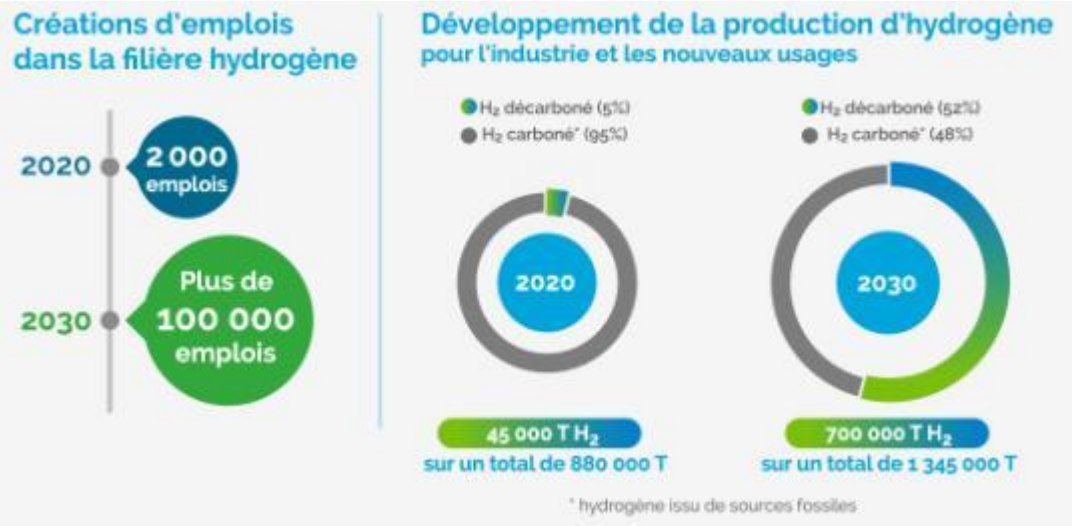
Priorité 1
Décarbonation de l'industrie



Priorité 2
Développer la mobilité professionelle H_2

Priorité 3
Soutien à la recherche, à l'innovation et au développement de compétences

Les ambitions de la filière française



2030

Emplois x 50

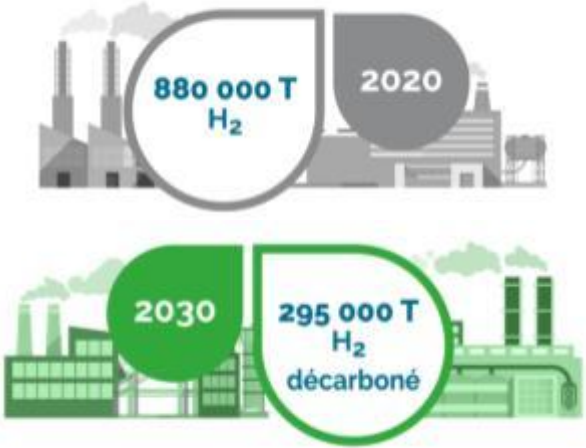
H2 Vert x 15

Stations x 25

Pour quels usages ?

Industrie

Un vecteur de décarbonation



Mobilité

En circulation en 2020

- 400 Véhicules légers
- 21 Bus en service
- 145 Vélos
- 180 Chariots élévateurs
- 2 Bateaux

Objectifs de la filière en 2030, 342 000 T d'H_2 décarboné pour :

- 300 000 Véhicules légers [1]
- 5000 Véhicules lourds [2]
- 250 Trains
- 1000 Bateaux

1 - production cumulée sur la décennie

2 - parc de bus, bennes à ordures ménagè poids-lourds et semi-remorques frigorifiques

Objectifs à 2028 de la Programmation Pluriannuelle de l'Energie

- *20 000 à 50 000 véhicules utilitaires légers*
- *800 à 2000 véhicules lourds*

[Nouvel article] La Commission Européenne approuve la création de Genvia

HT

Hydrogen Today <donotreply@wordpress.com>

À : claudine.sauval@seiya-consulting.com

Aujourd'hui à 14:53

La Commission Européenne approuve la création de Genvia

par Laurent Meillaud

GENVIA

Schlumberger New Energy, le CEA et leurs partenaires* annoncent l'approbation par la Commission européenne de la création de Genvia, une société conjointe de technologie pour la production d'hydrogène décarboné. Au travers d'un modèle unique de partenariat public-privé, celle-ci combinera les savoir-faire et expertises de Schlumberger et du CEA à ceux de VINCI Construction, de Vicat et de l'Agence Régionale Energie Climat (AREC) Occitanie, société d'investissement de la Région Occitanie.

La technologie Genvia d'électrolyseur est la première à être complètement réversible, ce qui permet de basculer d'un mode électrolyse à un mode pile à combustible. Son avantage est de réduire considérablement la consommation d'électricité par kilogramme d'hydrogène produit.

La fabrication de ces électrolyseurs à oxyde solide se fera dans la Gigafactory de Genvia, implantée à Béziers, en Région Occitanie. Le centre de transfert technologique sera basé au CEA-Grenoble.

*Vinci Constructions, Vicat et l'AREC

Capture d'écran

H2 TODAY

https://hydrogentoday.info