



La filière hydrogène et piles à combustible

ERH2-Bretagne (Experts, chercheurs et entreprises)

Objectif: créer de l'activité en Bretagne autour des technologies H2 et PàC



Missions:

- **Fédérer** et **animer** les acteurs en Bretagne en appui à la filière nationale
- **Communiquer** sur les enjeux de la filière et les caractéristiques des technologies.
- **Contribuer** à lever les verrous qui freinent les projets de démonstration et de déploiement en Bretagne et en France.
- **Faciliter** la concertation sociétale autour des objectifs régionaux et des initiatives locales.
- **Influer** sur le cadre réglementaire

<http://erh2-bretagne.strikingly.com>

Et Bruno Mansuy sur linkedin

La filière nationale Hydrogène et piles à combustible

L'AFHYPAC

30.000 ingénieurs, chercheurs, techniciens, ouvriers dont 2500 d'ores et déjà impliqués

Grands groupes industriels, institutions financières et ETI

Air Liquide Advanced Business
EDF-EIFER, GDF SUEZ
GRTgaz, TIGF, CDC
AREVA Stockage d'Énergie
Compagnie Nationale du Rhône

Industriels utilisateurs et clients finaux

Dassault Aviation

Organismes de Recherche, laboratoires, universités, écoles et

Centres techniques

CEA, CNRS, INERIS
Fédération FC-LAB

Personnes physiques

40 adhérents à titre individuel

PME et PMI

ALBHYON
ATAWEY
AREVA H2Gen
ENECA Consulting
Green Access
Green GT
HASKEL France
HINICIO
Hydrogène de France
McPhy Energy
Michelin CT
Sertronic (NEL)
SymbioFCcell
Tronico-Alcen
WH2

Associations, collectivités territoriales, pôles de compétitivité..... »

Communauté d'Agglomération du Grand Dole
Conseil Général de la Manche
ERH2-Bretagne
INEVA-CNRT
Institut Carnot Mines
IRMA / Enercat
Mission Hydrogène
PHyRENEES
TENERRDIS
Alphéa Hydrogène
Capenergies
CNRS GDR HysPAC
CNRS GDR ACTHYF
Pôle Énergie 2020

Plus de 10.000 emplois à l'horizon 2020

<http://www.afhyprac.org/>

Sommaire

L'Hydrogène: Production, transport, stockage

Les différents usages

- Application au Stockage de l'énergie
- Cogénération dans les habitations
- Applications pour les véhicules électriques: vélos, bus, voitures, camions, bateaux

En Bretagne:

- Quelques projets en Bretagne et ailleurs

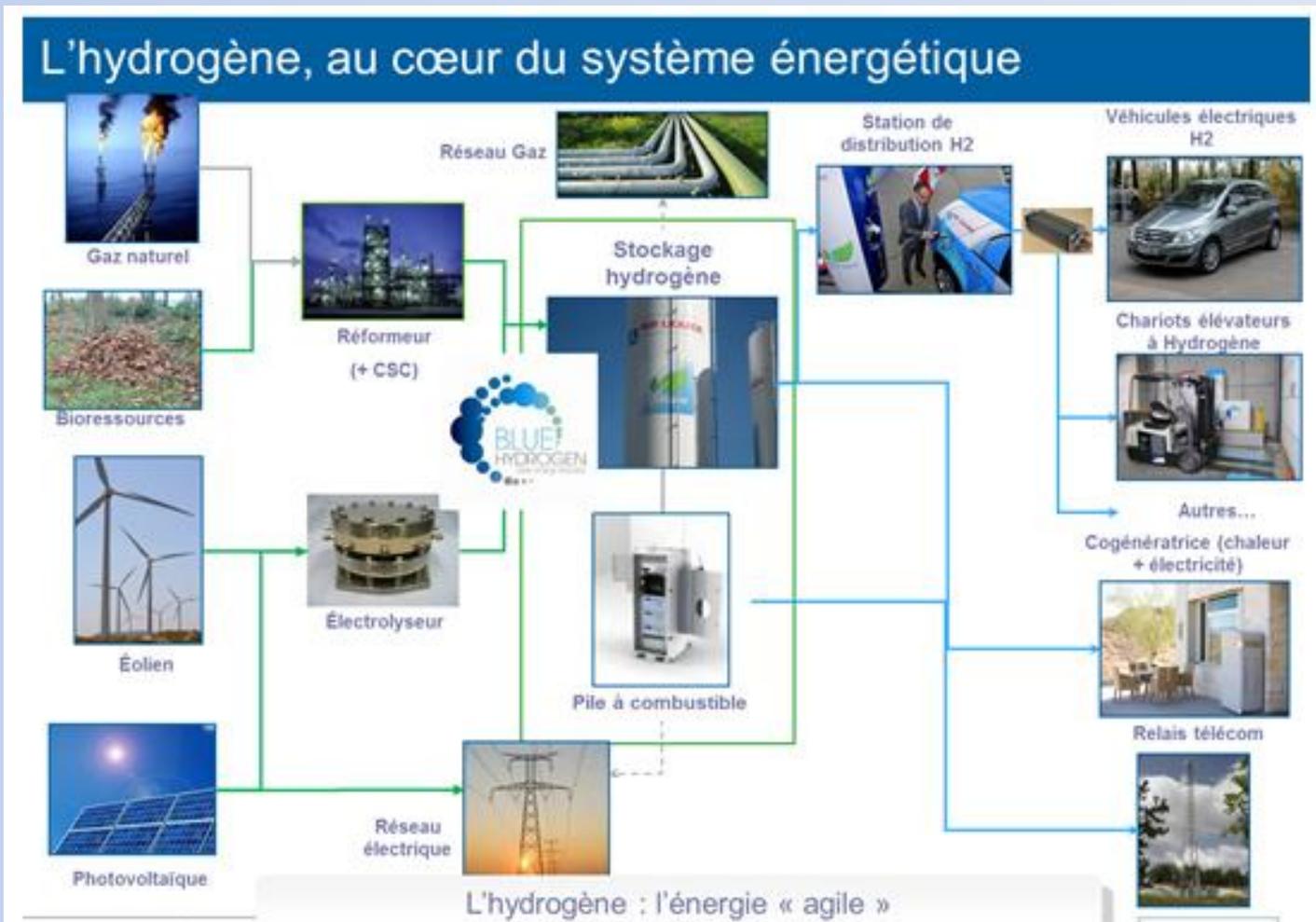
La filière hydrogène est déjà mature techniquement, elle doit être encore soutenue économiquement

Les applications nombreuses permettent une **multivalorisation** de l'hydrogène

- Process industriel (NH₃, verre, raffineries pétrolières...)
- Le stockage de l'énergie intermittente
- Le transport de l'énergie par gazoducs
- Les petits et gros matériels électriques (groupe électrogène, Pc, Smartphone, sécheur industriel...)
- Les véhicules électriques: (vélos, chariots élévateurs, voitures, bus, camions, bateaux, avions, véhicules spéciaux)
- Les bâtiments et les habitations en cogénération (20 000 au Japon)

L'hydrogène remplacera les produits pétroliers

« Oui, mes amis, je crois que l'eau sera un jour employée comme combustible, que l'hydrogène et l'oxygène, qui la constituent, utilisés isolément ou simultanément, fourniront une source de chaleur et de lumière inépuisables et d'une intensité que la houille ne saurait avoir. »



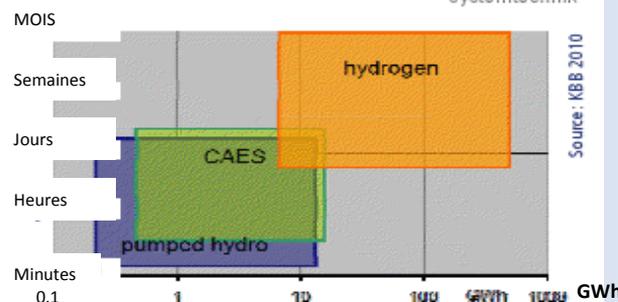
Avantages du stockage de l'énergie et de l'électricité avec l'hydrogène

Electricity Storage Characteristics

- All storage technologies are different
 - Characteristics determine application
 - Pumped hydro most economical for short and mid term storage, but potential is limited
 - Compressed air storage only efficient with thermal storage (adiabatic) and quite expensive
 - H₂ in caverns has highest density and is most economical large scale storage
- ➔ H₂ is only long term storage option with TWh capacity

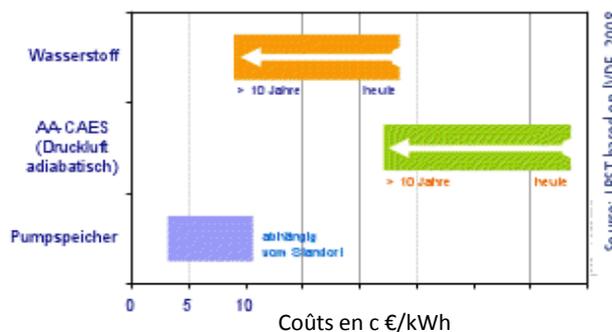


ludwig bölkow
systemtechnik



Air comprimé

Pompage turbinage

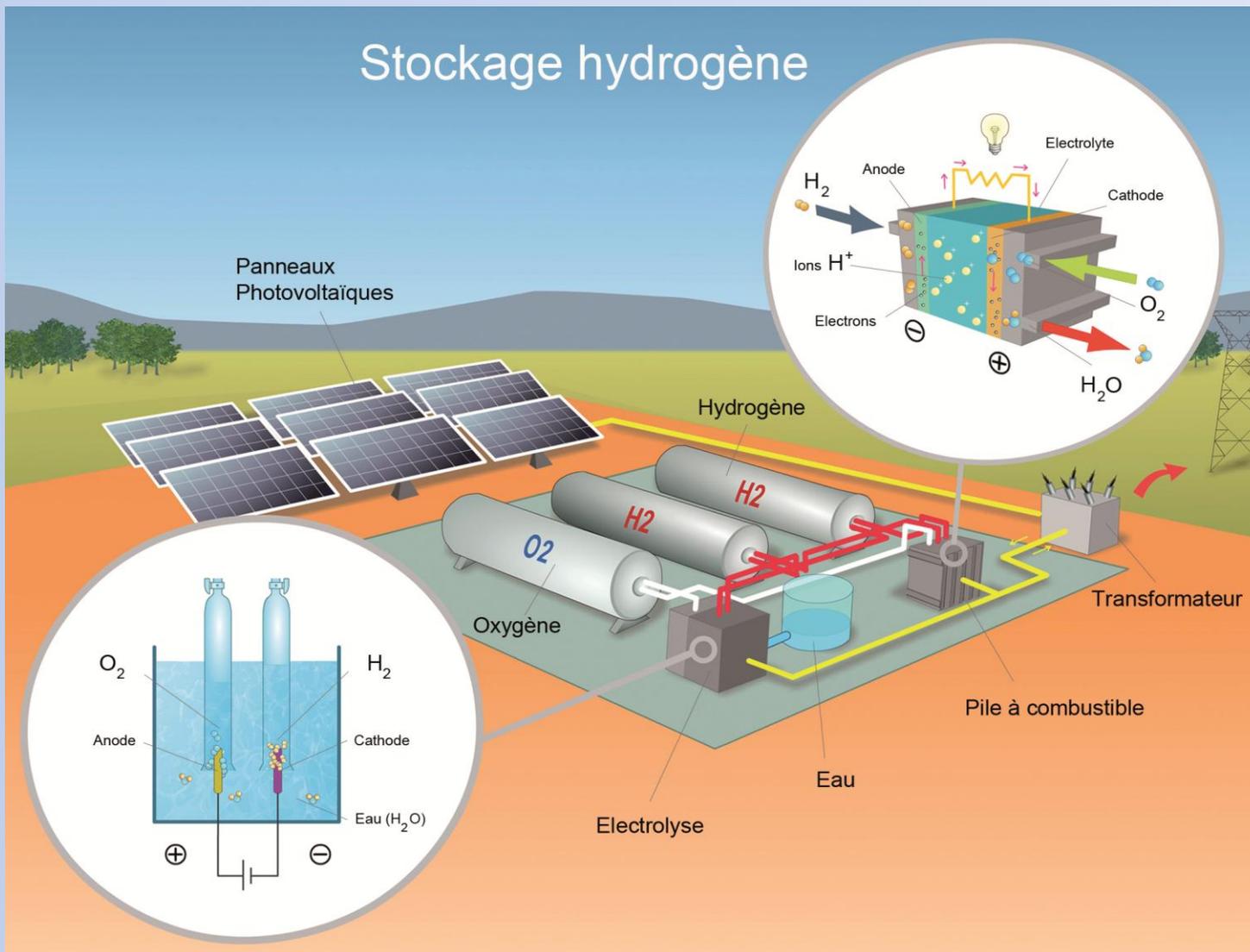


+ **Etude régionale 2014** portant sur le **stockage des EMR** réalisée dans le cadre du projet européen Merific, Antoine Rabain, bureau d'études Indicta

Conclusion: l'hydrogène est une bonne réponse aux problèmes de décorrélation des ENR et EMR

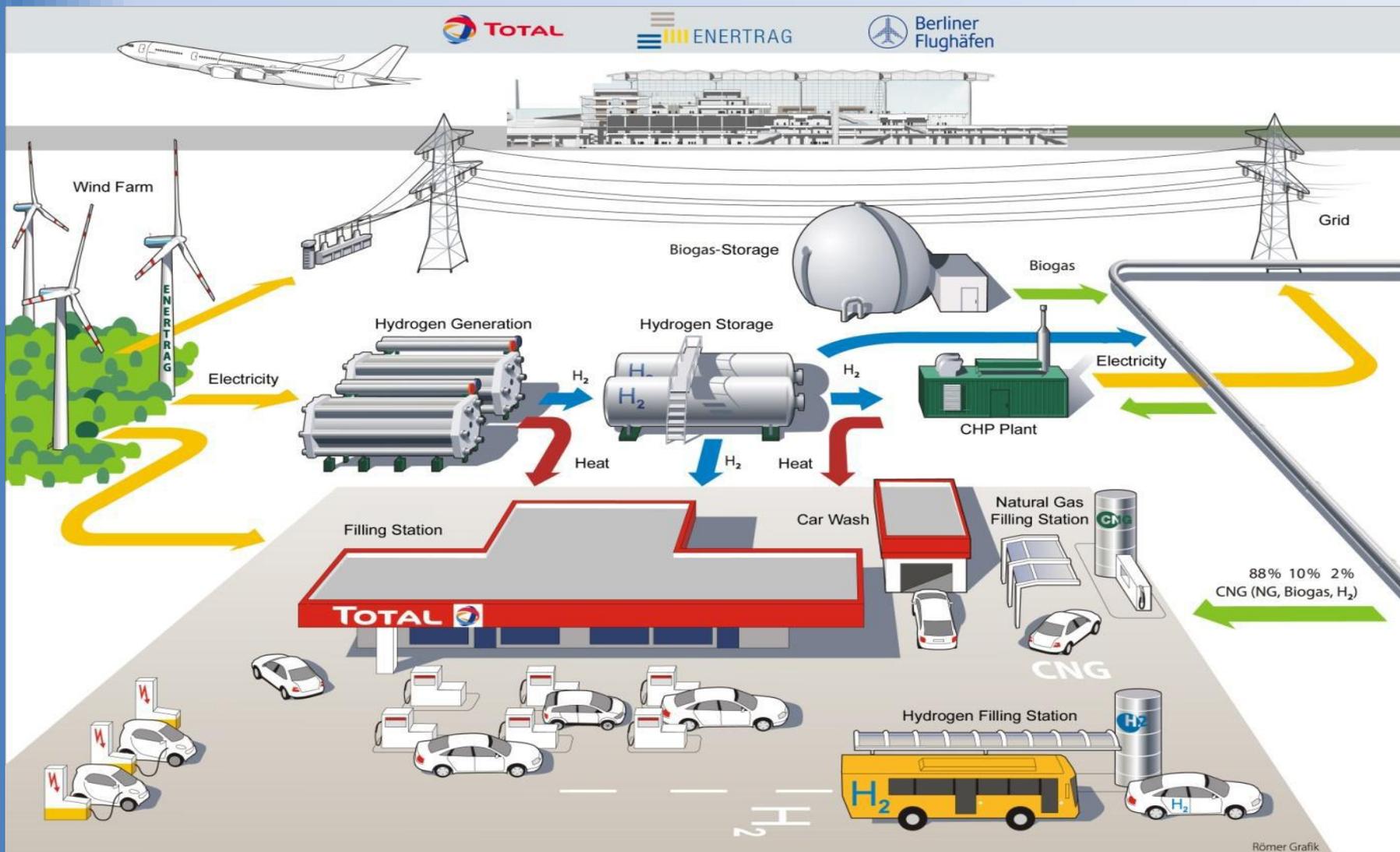
Principe du stockage de l'électricité avec les technologies hydrogène et piles à combustible

(Exemple opérationnel en Corse depuis 2012: Projet MYRTE: Areva et Université de Corte)



Stockage de l'EnR couplé avec recharge véhicules électriques hydrogène à Prenzlau en Allemagne (2012)

Présentation filière hydrogène SDE 35



Hythane ® pour alimenter des bus GNV et des habitations

Mobilité: Plusieurs dizaines de bus (à terme)

dépôt de DK'Bus Marine à Petite-Synthe (région Nord-Pas de Calais – Picardie)

Habitat: 100 logements alimentés en mélange H₂-Gaz naturel pour répondre aux besoins de chaleur (chauffage et eau chaude sanitaire: chaudières actuelles)

(nouveau quartier de la ZAC de Cappelle-la-Grande qui accueillera ses premiers habitants en mars 2017)

Projet GRHYD

- 11 partenaires
- 5 ans : 2 ans d'études, 1 an d'autorisation, 2 ans de démonstration
- 15 millions d'euros pour le projet GRHYD
- 23% d'EnR dans la consommation énergétique de la France à horizon 2020
- 1 300 emplois directs sur le secteur de l'éolien dans la nouvelle région Nord-Pas de Calais – Picardie

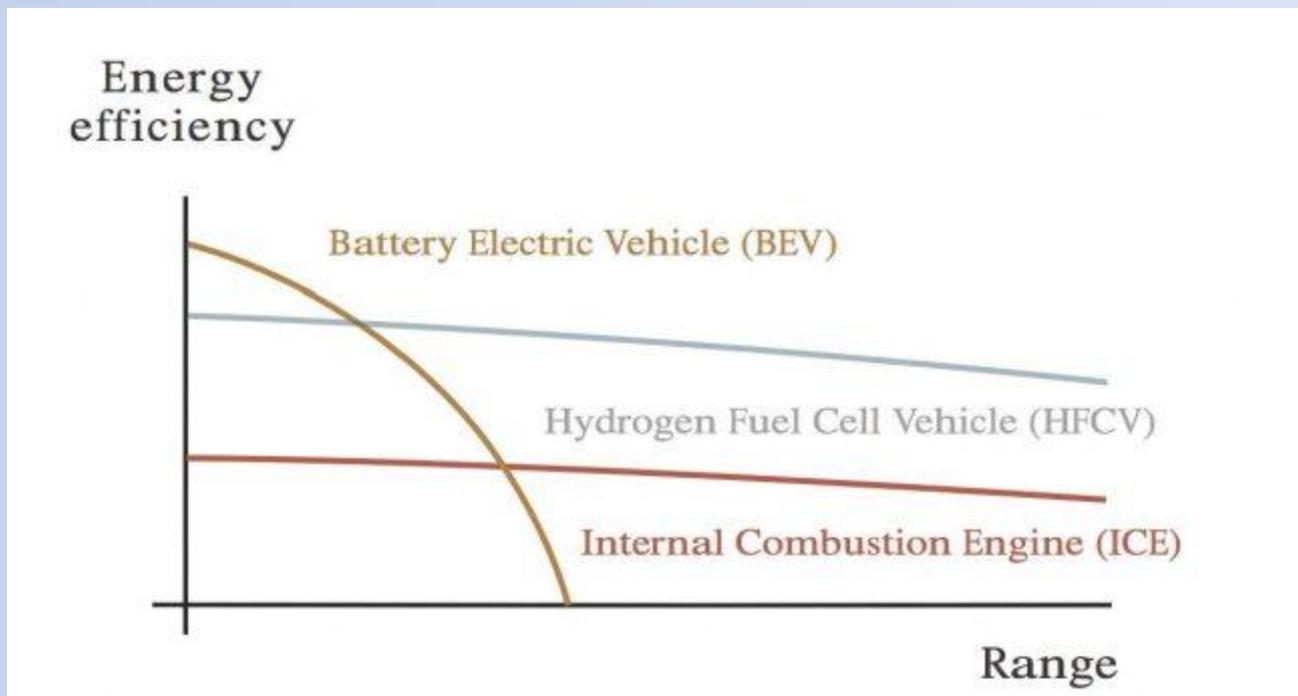
L'hydrogène dans la mobilité électrique



Une vision d'Avenir pour les particuliers par Honda



Autonomie BEV et FCEV



Une des solutions est de coupler les sources d'énergies (batteries et piles à combustible), avec un ratio en fonction de l'utilisation

Les voitures électriques pile à combustible

Prix approximatifs selon les Pays

Marque	Modèle	Autonomie	Durée de charge	Masse d'H2 embarqué (kg)	Prix du plein (en €)	Pressions d'H2 acceptées (bar)	Prix	Location	Conditions
Honda	Clarity	600 km	10 min	5,46	54,6	700	70 000 €	2294 € puis 295 € / mois	Bon achat de 12 000 € d'H2 (30 000 km / an)
Toyota	Miraï	500 km	5 min	5	50	700	51 000 €		
Hyundai	IX 35	500 km	3 min	5,64	56.4	350 et 700	59700 €		
Hyundai	Nexo	665 km	5 min	6,28	62.8	700	69 995 €		Bonus - 6000 €
Renault Symbio f Cell	Kangoo ZE H2	250 à 300 km	6 min	1,78	17.8	350	27 000 € HT	72 € / mois batteries	
Renault Symbio f Cell réfrigéré	Kangoo ZE H2	250 à 300 km	6 min			350	27 000 € HT	72 € / mois batteries	
Mercedes	GLC F Cell	487 km	3 min	4,4	44	700	66 000 €		Bonus - 6000 €

Mai 2018: 4 524 (2 313 en 2017 et 1 074 en 2016) véhicules à pile à combustible sur les routes américaines et environ 2 300 au Japon.

Les bus électriques avec pile à hydrogène

500 km d'autonomie, rechargés en 15 minutes

Where are fuel cell buses in Europe today?

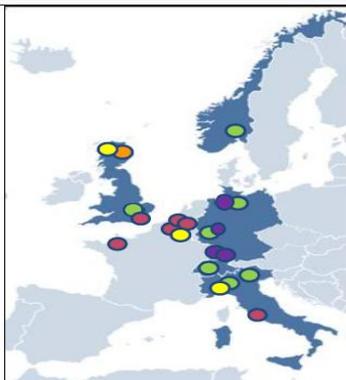
→ 83 fuel cell buses in operation or about to start operation



Current EU-funded fuel cell bus projects

- CHIC**
 - ✓ Bolzano – 5 FC buses
 - ✓ Aargau – 5 FC buses
 - ✓ London – 8 FC buses
 - ✓ Milan – 3 FC buses
 - ✓ Oslo – 5 FC buses

- ✓ Cologne* – 4 FC buses
- ✓ Hamburg* – 6 FC buses
- High V.LO-City** (2015 operation)
 - ✓ Liguria – 5 FC buses
 - ✓ Antwerp – 5 FC buses
 - ✓ Aberdeen – 4 FC buses
- HyTransit** (2015 operation)
 - ✓ Aberdeen – 6 FC buses



Legend:

- CHIC countries
- ✓ In operation
- ✓ Planned for operation
- * Co-financed by regional/national funding sources

Current EU-funded fuel cell bus projects

- 3Emotion** (operation start planned for 2016/2017)
 - ✓ Cherbourg – 5 FC buses
 - ✓ Rotterdam – 4 FC buses
 - ✓ South Holland – 2 FC buses
 - ✓ London – 2 FC buses
 - ✓ Flanders – 3 FC buses
 - ✓ Rome – 5 FC buses
- Current national/regional-funded fuel cell bus projects:**
 - ✓ Karlsruhe* – 2 FC buses
 - ✓ Stuttgart* – 4 FC buses



	Diesel Bus	Trolley	Fuel Cell Bus
Comparaison technologique Energy consumption	~0.35 – 0.5 litre/km	40-50% improvement over equivalent diesel route	40-50% improvement over equivalent diesel route
Range	~500km for urban service	Depends on overhead infrastructure	Equal to diesel bus
Pollution from exhaust	CO, NOx, SOx, PM	No emissions	No emissions
Infrastructure	Minimal (maintenance depot & refueling station)	Require overhead contact wires throughout bus route	Equal to diesel bus
Operational flexibility	Very flexible routes	Fixed to a particular route, sensitive to ice, snow & heavy rain	Equal to diesel bus

Les voitures électriques pile à hydrogène en France (en prolongateur d'autonomie des BEV)

Projet HYWAY, première démonstration en France

- Partenaires :
 - Tenerdis, SymbioFCCell, GNVert, CNR, STEF, McPhy, GEA, Air Liquide, GEG, Cofely
- Expérimentation de 50 véhicules Kangoo ZE équipées de prolongateurs d'autonomie :
 - Conditions réelles d'usage auprès de 30 organismes / clients utilisateurs : La Poste, DHL, Cet-Up, DREAL, etc.
 - Alimentés par 2 stations, à Lyon et Grenoble
 - Analyse de l'adéquation innovation / usage, étude du comportement des systèmes
- A terme, production d'H₂ en station par électrolyse alimentée en électricité renouvelable (hydraulique)



Le camion Maxity H2 (Renault_Trucks)_ testé par La Poste depuis février 2015, à Dole (Jura):
 Camion électrique batterie avec prolongateur d'autonomie, PàC avec 2 réservoirs d'hydrogène de 75 litres.
 ➔ permet de doubler l'autonomie de 100 à 200 km.
 La chaleur dégagée par la pile est également réutilisée pour chauffer l'habitacle.



Station service publique (Saint Lo, Janvier 2015)



MobyPost

➤ 2 flottes de 5 véhicules conçus pour le métier de facteur:

- monoplace, sans portes
- étroit (<1m de large), agile
- rangements stock de proximité dans le cockpit

Véhicule

Prototype: juin 2013

➤ Quadricycle léger à motorisation électrique PAC (pile à combustible):

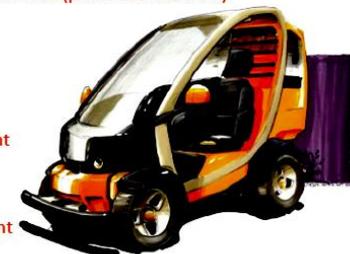
- Autonomie 50 km en cycle postal
- Vitesse maximum 45 km/h
- Emport 80 kg de courrier

Série:

octobre 2013

➤ Impact imperceptible sur l'environnement

- véhicule silencieux
- ne rejette que de l'eau
- utilise l'hydrogène produit localement à partir d'énergie renouvelable



Esquisse du concept - faisabilité industrielle non validée

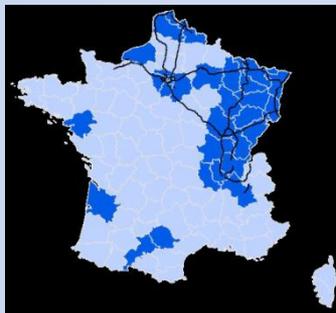
Le plan Mobilité Hydrogène France

L'approche Flottes Captives:

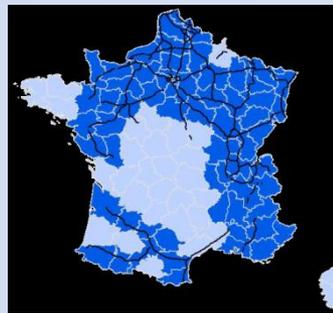
Une manière de démarrer le marché avant un déploiement national complet



2017



2020



2025



2030

Déployer les premiers Clusters	Relier les clusters	Couverture nationale
Clusters <ul style="list-style-type: none"> • Des investissements raisonnables • Des stations H2 chargées 	Déclencheurs du plan national <ul style="list-style-type: none"> • Disponibilité réelle des véhicules à des prix de marché • Une réglementation adaptée • Un support politique clair • Des intentions marquées des clients 	Déploiement national <ul style="list-style-type: none"> • Déploiement d'une infrastructure qui donne une bonne qualité de service aux clients

Point sur H2 mobility France juin 2016

- 12 stations H2 existante actuellement en France
- 27 Stations aidées entre 2016 et 2018
- 100 Stations prévues et 1000 véhicules prévus pour 2020 sur 30 territoires (11 métropoles, 6 zones rurales, 4 ports et aéroports, 2 zones industrielles...)

Projets H2 et PàC En Bretagne

-Projet N0E (Ouessant 29) 2015-2020

Piriou et Barillec

-Projet Energy Observer (Saint Malo 35) 2017

Accord Hotels, Thélem assurances, Delanchy Transports

-Projet Race For Water (Lorient 2017)

-Projet Morbihan energy (SDE 56) 2017

Production, stockage, distribution d'H2 « vert » à une FCEV + Etude en cours

-Projet com com de la Roche aux fées (35) ?

-Projet de Michelin (Vannes) avec Engie et SDEM 56

Production d'H2 pour le process industriel avec station service hydrogène

-Projet Atlantic , programme européen Interreg

Recherche sur toute la filière hydrogène sur toute la façade Atlantique, Irlande, GB, France, Portugal (ERH2-Bretagne partenaire avec UBO Brest)

-Projet Armor Méca et UBS

Recherche sur l'électrolyse alcaline et projet HX²

-Projet Faurecia Saint Malo

Recherche sur réservoirs H2 pour véhicules (350 bar et 700 bar)

-Projet HX² Brest

Voiture urbaine solaire, 2 places, autonome en énergie (Ecosolar Breizh, ERH2-Bretagne)

D'autres projets en cours sont confidentiels



Rôle des collectivités

Elaborer une stratégie globale départementale de déploiement de l'hydrogène au niveau de plusieurs communautés de communes avec des stratégies différentes selon le territoire.

- 1) Identifier les valeurs importantes du territoire → actions à entreprendre
- 2) Identifier les forces en présence liées à l'H2
- 3) Définir une vision H2 pour le territoire → collaboration
- 4) Définir un projet H2 → caractériser la finalité et le type puis monter le projet et communiquer
- 5) Identifier le cadre législatif applicable → réglementations, normes
- 6) Estimer les éléments économiques
- 7) Définir le mode de financement → Aides, structure juridique
- 8) Evaluer les bénéfices et perspectives économiques du projet

Un plan national Hydrogène et piles à combustible annoncé par Nicolas Hulot

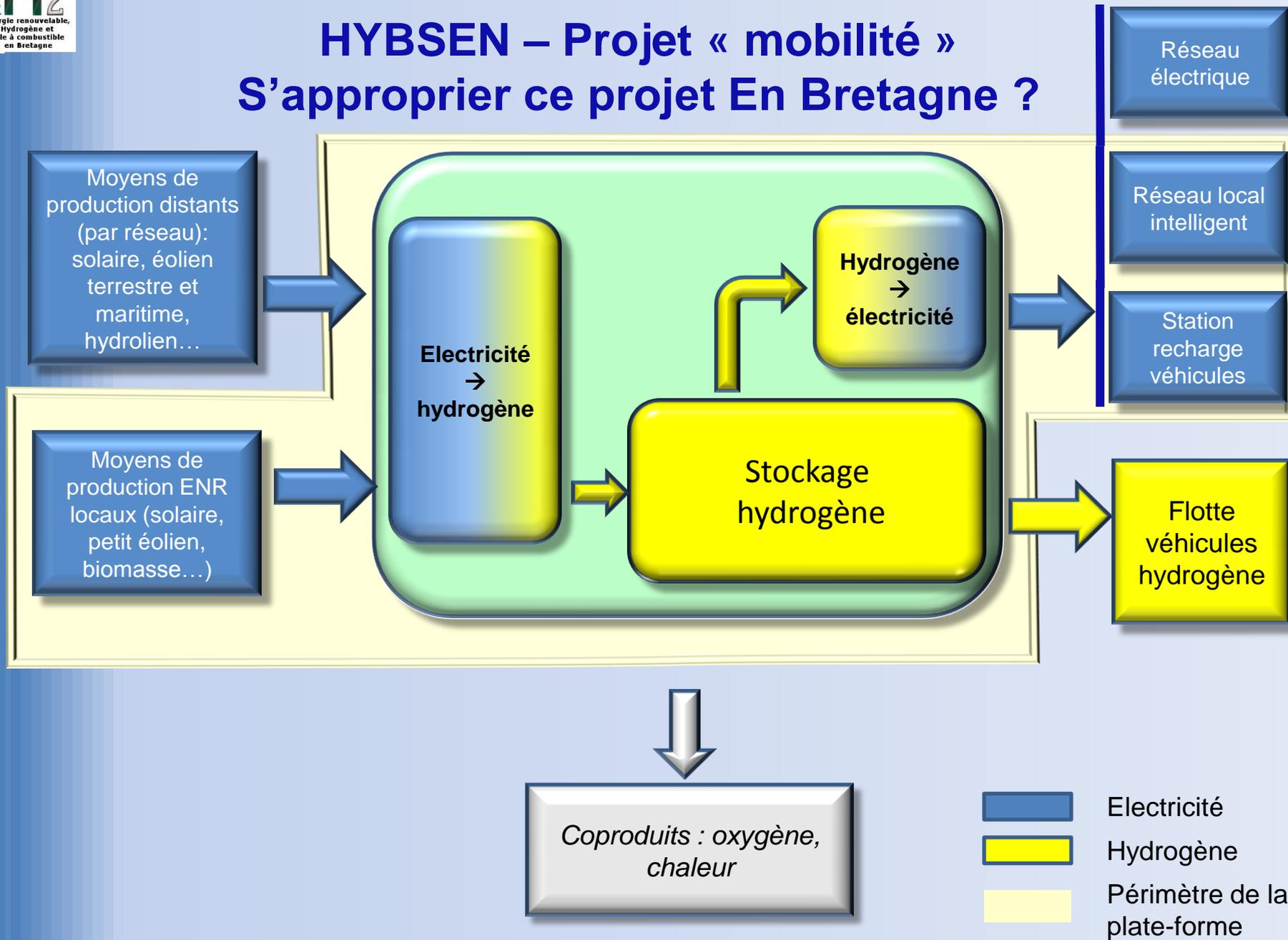
« La filière hydrogène et piles à combustible a été sous-estimée en France »

Un plan national hydrogène sera annoncé le 1^{er} juin 2018

HYBSEN – Projet « mobilité »

S'approprier ce projet En Bretagne ?

Présentation filière hydrogène SDE 35





Merci de votre attention

Bruno Mansuy: Contact : erh2.bretagne@gmail.com