



LE
PRINTEMPS DE LA
RECHERCHE

L'HYDROGENE, LES PERSPECTIVES SCIENTIFIQUES,
TECHNOLOGIQUES ET INDUSTRIELLES EN FRANCE
ET DANS LE MONDE

EDF Lab PARIS-SACLAY

Le 12 juin 2019





LE
PRINTEMPS DE LA
RECHERCHE

L'HYDROGENE, LES PERSPECTIVES SCIENTIFIQUES,
TECHNOLOGIQUES ET INDUSTRIELLES EN FRANCE
ET DANS LE MONDE

EDF Lab PARIS-SACLAY

Le 12 juin 2019

PROGRAMME

- 9h30 INTRODUCTION
- 9H35 GRAND TÉMOIN « *Vision et ambition d'Hynamics, la filiale d'EDF dédiée à l'hydrogène bas carbone* »
- 10h05 PITCHS « *Les marchés de l'hydrogène dans le monde* »
- 10h50 DEBAT « *La roadmap européenne et sa déclinaison en France* »
- 11h35 PITCHS « *Les perspectives scientifiques et technologiques* »
- 12h35 DEBAT « *Hydrogène, quelle place pour les mobilités* »
- 13h20 DEJEUNER ET VISITE DE L'EXPOSITION
- 14h30 PITCHS « *Les besoins des industriels, et cas d'usages avec des PME* »
- 15h45 DEBAT « *La place de l'hydrogène dans les territoires, vision de la France et de l'Allemagne* »
- 16h30 CONCLUSION « *Quelle est la politique de la SNCF en matière de transports hydrogènes ?* »
- 17h00 COCKTAIL DE CLOTURE ET VISITE DE L'EXPOSITION



INTRODUCTION


Bernard SALHA

Directeur Technique Groupe,
Directeur de la Recherche et Développement, EDF

Réagissez en direct aux interventions
et aux animations !

Connectez-vous avec vos smartphones à
[http://www.**connex.me/leprintempsdelarecher**](http://www.connex.me/leprintempsdelarecher)



Les internautes peuvent, à tout moment, poser leurs questions
en cliquant sur l'icône  en bas à droite.



LE
PRINTEMPS DE LA
RECHERCHE



QUESTION

Quelle notion associez-vous à l'hydrogène ?



LE
PRINTEMPS DE LA
RECHERCHE

L'HYDROGENE, LES PERSPECTIVES SCIENTIFIQUES,
TECHNOLOGIQUES ET INDUSTRIELLES EN FRANCE
ET DANS LE MONDE

EDF Lab PARIS-SACLAY

Le 12 juin 2019



GRAND TEMOIN

Vision et ambition d'Hynamics, la filiale d'EDF
dédiée à l'hydrogène bas carbone

Christelle ROUILLÉ

CEO, Hynamics

Réagissez en direct aux interventions
et aux animations !

Connectez-vous avec vos smartphones à
<http://www.connex.me/leprintempsdelarecherche>



Question test : « **Quelle notion associez-vous
à l'hydrogène ?** »





LE
PRINTEMPS DE LA
RECHERCHE

L'HYDROGENE, LES PERSPECTIVES SCIENTIFIQUES,
TECHNOLOGIQUES ET INDUSTRIELLES EN FRANCE
ET DANS LE MONDE

EDF Lab PARIS-SACLAY

Le 12 juin 2019



PITCH

« NEDO's Activity on Hydrogen Energy »

Masahiro KUNIYA

Representative Office in Europe. New Energy &
Industrial Technology Development Organization, Japan
(NEDO), Director

About NEDO

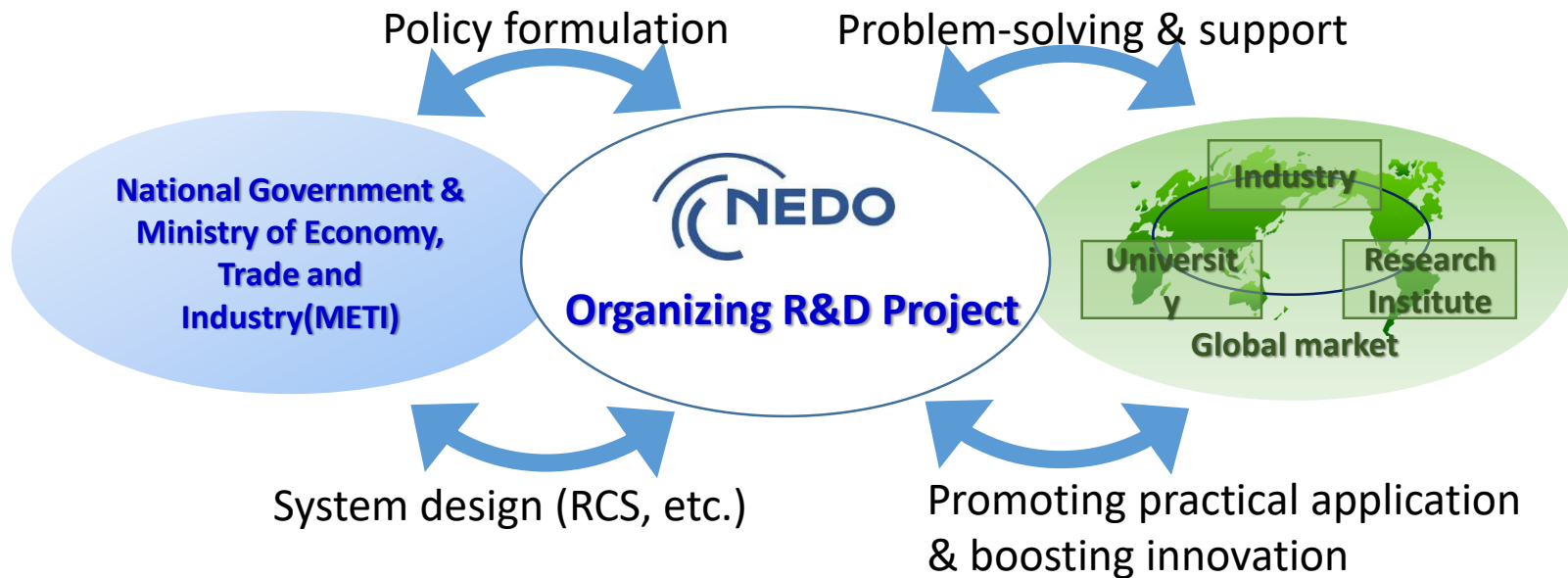
Organization: R&D funding and management agency established in 1980; under the Ministry of Economy, Trade and Industry(METI) of Japan

Mission:

- ◆ Addressing energy and global environmental problems
- ◆ Enhancing industrial technology

Number of Employees: 1000

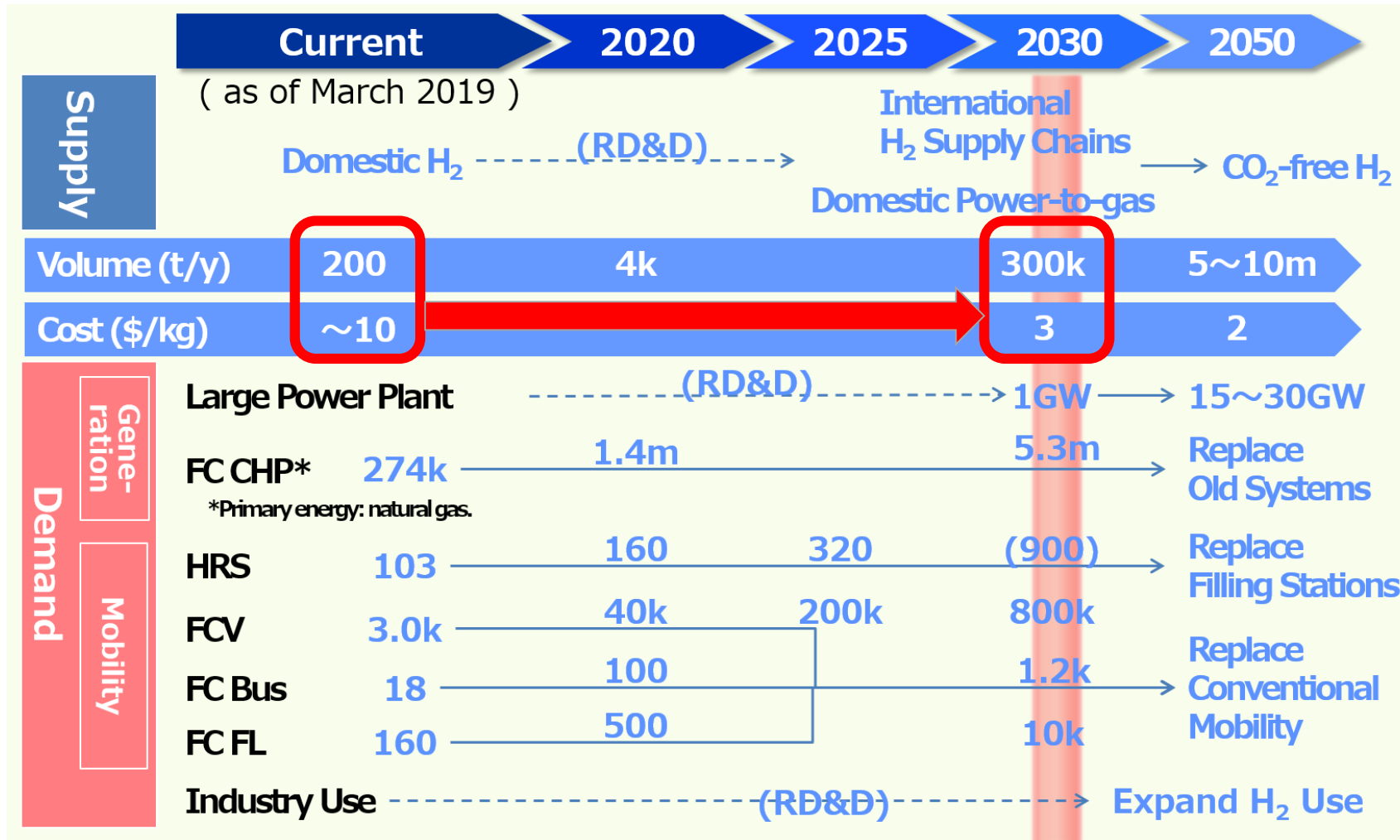
Budget in FY 2018: JPY 160 billion (= 1.2 billion euro)



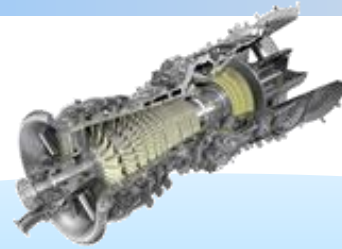
Basic Hydrogen Strategy(2017)



- ✓ World's first national strategy
- ✓ 2050 Vision: position H₂ as a new energy option (following Renewables)



Hydrogen market situation in Japan



Liquefied H₂ Carrier

Hydrogen in Energy System (Widely use of H₂)

800,000 vehicles@2030
×300

3,000 vehicles

FCV &

Hydrogen refueling station (Marketization in 2014)

5,300,000 unit@2030
×20

274,000 units

Residential Fuel Cell

(Marketization in 2009)



Demonstration project/Hydrogen Supply Chain



Japan-Brunei H₂ Supply Chain Project



Japan-Australia H₂ Supply Chain Project



Current Topics from NEDO project

Power and heat supply system with 1MW Hydrogen Gas Turbine (GT) in Kobe City



World 1st Challenge Utilizing H₂ GT in city area

Current Topics from NEDO project

Producing renewable hydrogen
utilizing at “Tokyo 2020 Games”

FHER FUKUSHIMA
HYDROGEN
ENERGY
RESEARCH
FIELD

Capability: 900t-H₂/year (= 10,000 FCVs)



Hydrogen Energy Ministerial Meeting

- Date / Place : October 23rd, 2018 / Tokyo
- Participants : 300 from 21 countries, region and organization
- 1st Ministerial attempt for Hydrogen energy, and released Tokyo Statement



- *Japanese Government strongly promoting hydrogen*
 - *Key for sustainable society*
 - *with Prime minister's leadership*

- *Just started market penetration*
 - *need to enhance hydrogen energy application*
 - *how to use hydrogen in energy system*

- *Need technology development and international cooperation*



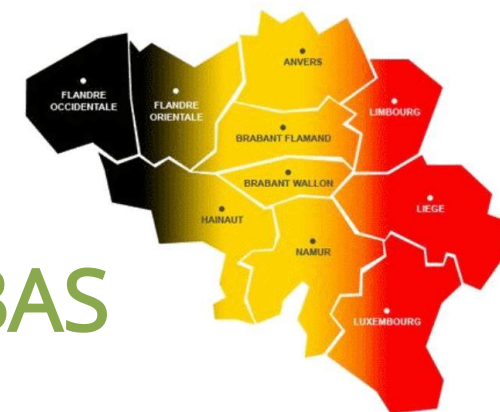
PITCH

« Marchés de l'hydrogène Bas Carbone
un prisme sur la Belgique »

Didier SALMON

EDF Luminus, Belgique, Directeur Projets

LA BELGIQUE SUR LA VOIE DE LA NEUTRALITÉ CARBONE



L'HYDROGÈNE BAS
CARBONE →
LUMINUS VEUT AIDER LA
POPULATION ET LES
ENTREPRISES BELGES À
RÉDUIRE LEURS
ÉMISSIONS



LA BELGIQUE EST UN MARCHÉ COMPLEXE DE 11,4 MILLIONS D'HABITANTS



3 RÉGIONS

- FLANDRE 6,6 MILLIONS D'HABITANTS
- WALLONIE 3,6 MILLIONS D'HABITANTS
- BRUXELLES 1,2 MILLIONS D'HABITANTS

POINT COMMUN = EUROPE



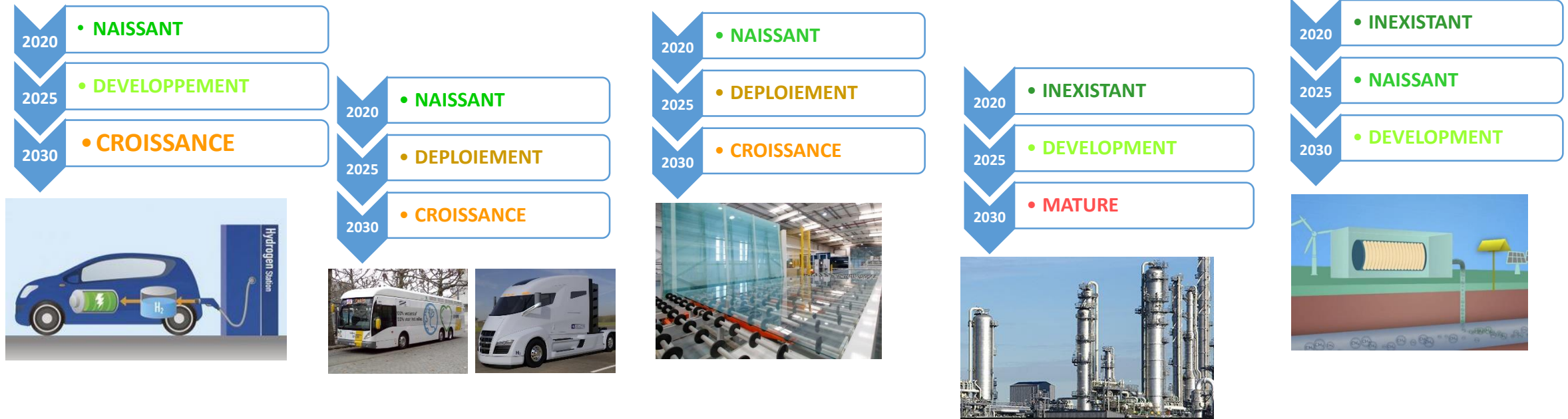
3 LÉGISLATIONS

3 SUPPORTS PUBLICS

LE DÉPLOIEMENT DE L'HYDROGÈNE BAS CARBONE DEVRA S'ADAPTER



LE MARCHÉ DE L'HYDROGÈNE BAS CARBONE EST AUJOURD'HUI PRESQU'INEXISTANT EN BELGIQUE



2 MARCHÉS DE NICHE ENTRE 2020-2025 : MOBILITÉ LOURDE ET INDUSTRIE LÉGÈRE

3 MARCHÉS DE MASSE À L'HORIZON 2025-2030 : MOBILITÉ LÉGÈRE, MOBILITÉ LOURDE ET INDUSTRIE LOURDE

LE MARCHÉ POWER-TO-GAS RESTERA MARGINAL ; PAS DE MARCHÉ POUR LE TRAIN



LES FREINS DU MARCHÉ DE L'HYDROGÈNE BAS CARBONE EN BELGIQUE



1. Pipeline BE-NL-FR



2. Usages



3. Energie renouvelable



4. Prix des équipements



5. Mobilité gaz naturel



6. Mobilité électrique

LA SYNTHÈSE DU MARCHÉ DE L'HYDROGÈNE BAS CARBONE EN BELGIQUE



H₂



2020 : DÉVELOPPEMENT TIRÉ PAR LA MOBILITÉ LOURDE ET L'INDUSTRIE LÉGÈRE

2025 : LA MOBILITÉ LÉGÈRE ET L'INDUSTRIE LOURDE

3 FREINS PRINCIPAUX

1. PIPELINE HYDROGÈNE CARBONÉ
2. DÉPLOIEMENT DES USAGES
3. DISPONIBILITÉ DES ÉNERGIES RENOUVELABLES



Décarboner la
Mobilité



Décarboner
l'Industrie





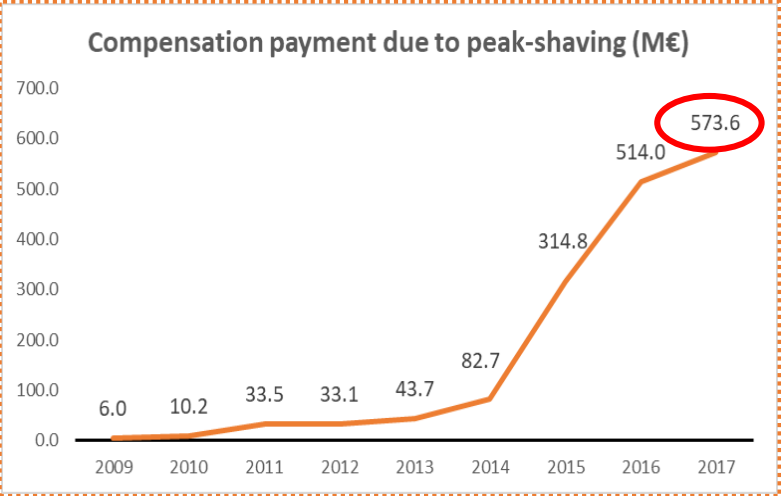
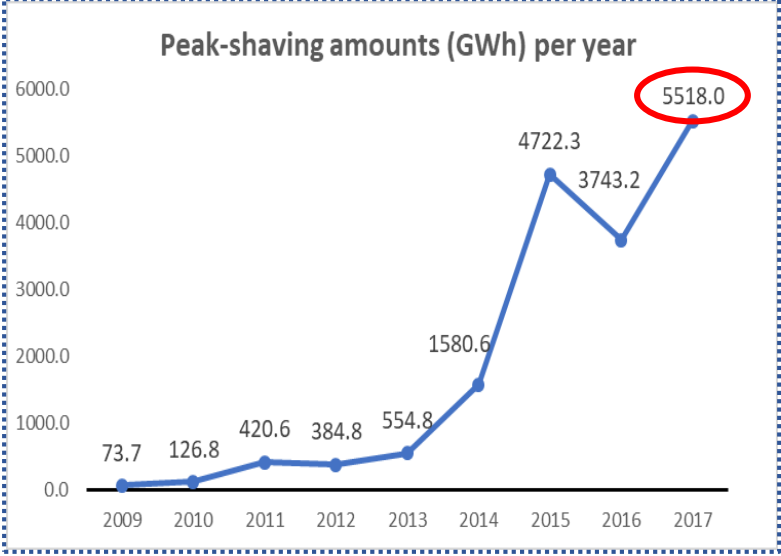
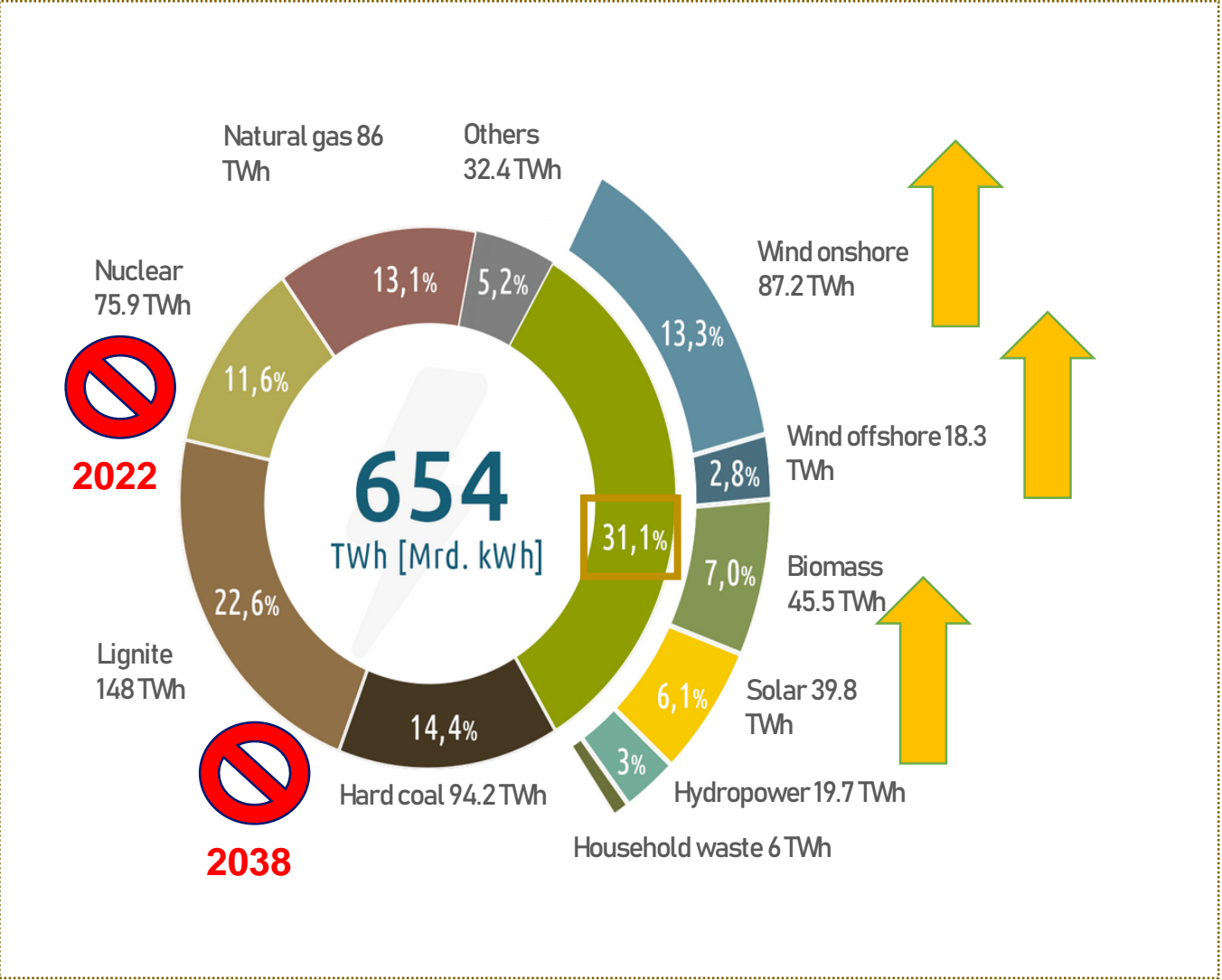
PITCH

« HYDROGEN IN GERMANY, A LEADING POSITION IN
EUROPE »

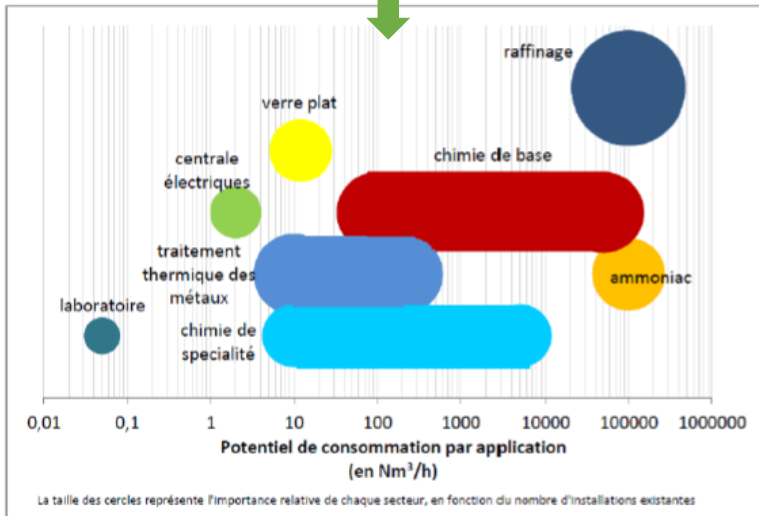
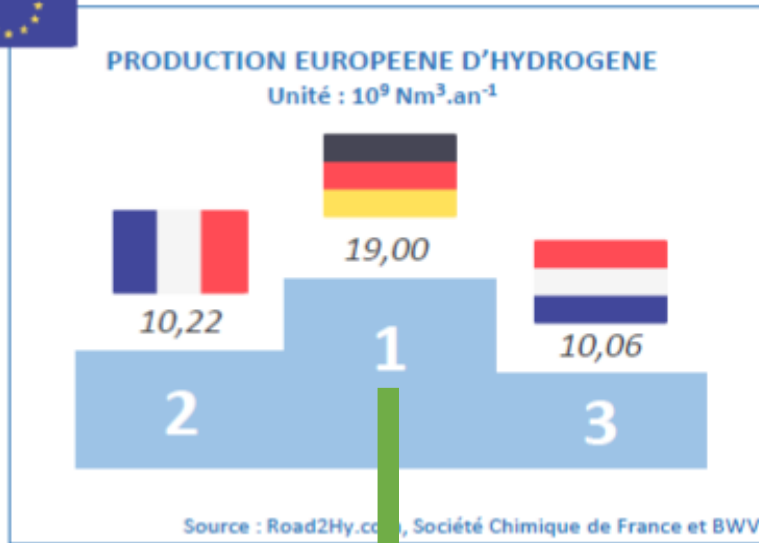
Xavier FISCHER, EDF Deutschland, Senior Project Manager
| Storage & Hydrogen technologies

Frédéric PFEFFER, VaCoDe - Advisors, Managing Partner

Strong share of REN in the electricity mix (figures 2017)



Germany, first market for hydrogen in Europe...



... and a strong industrial country !

Germany's most important industries

4 sectors dominate industry in Germany: the automotive, mechanical engineering, chemical and electrical industries. The global players are Volkswagen, Daimler, BMW (all automotive), BASF (chemical) and Siemens (electrical). Mechanical engineering is characterized by small and medium-sized enterprises.

Gross value added in the manufacturing sector

Manufacturing contributed **23.4 percent** to gross value added in Germany in 2017. By comparison: in France the share was 12.7, in the UK 10.1 percent.

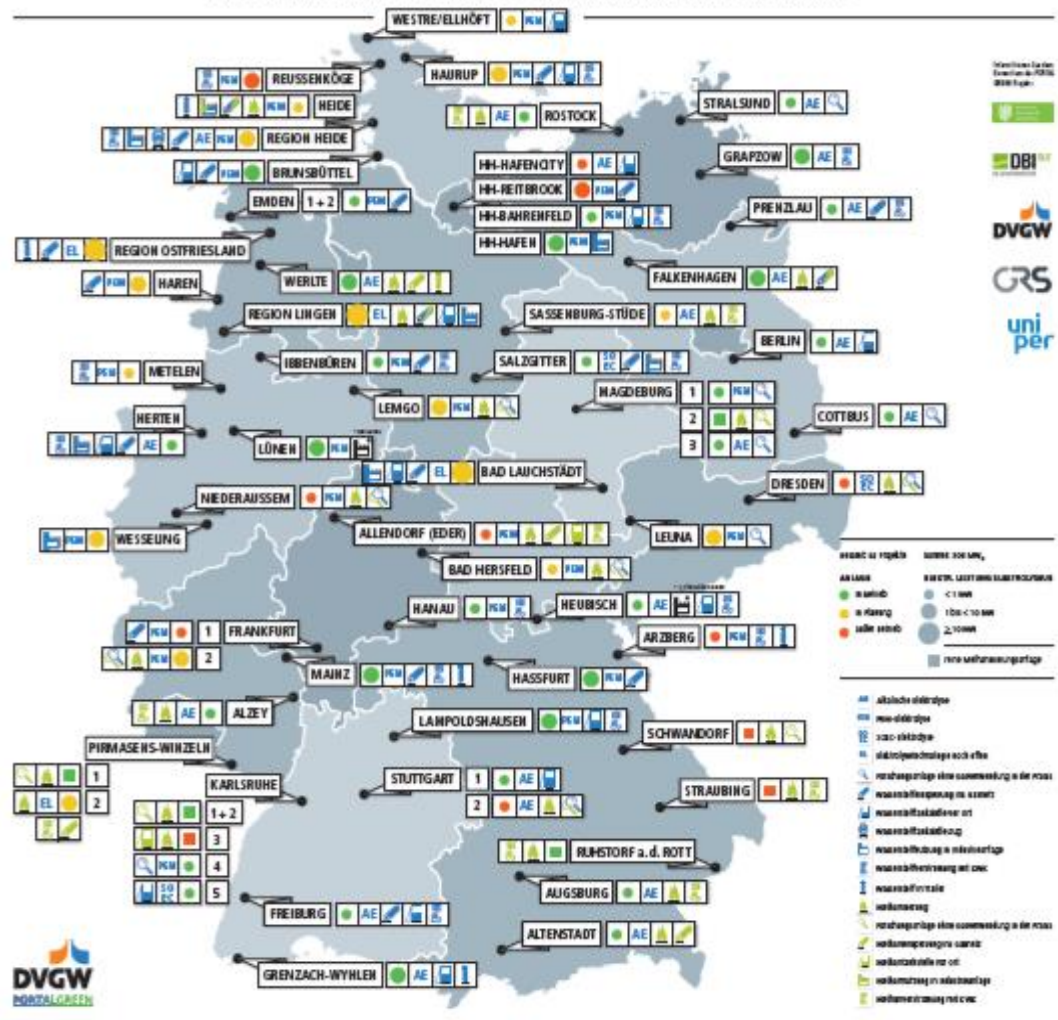
Turnover in industry

Turnover in the manufacturing companies amounted to **1,893 billion euros** in 2017. The top sector was the automotive industry with 425 billion euros.

Germany, a leader also in green hydrogen!

WO AUS WIND UND SONNE GRÜNES GAS WIRD ...

EINE ÜBERSICHT DER POWER-TO-GAS-PROJEKTE IN DEUTSCHLAND



Germany plans giant green hydrogen plant

18.10.2018

100 MWeI

Germany aims to take lead on fuels made with green power

Methanation

A new industrial alliance aims to boost development and production of synthetic fuels made with renewable energy.

20.09.2018

Companies plan Germany's first industrial-scale renewable hydrogen project

100 MWeI

12.02.2019

Germany: Northern Leaders want to Build a "Green Hydrogen Economy"

Regional economies

03.05.2019

German research initiative plans world's first green hydrogen cavern storage

Cavern storage

03.05.2019

Alstom win world's largest order for hydrogen-powered trains

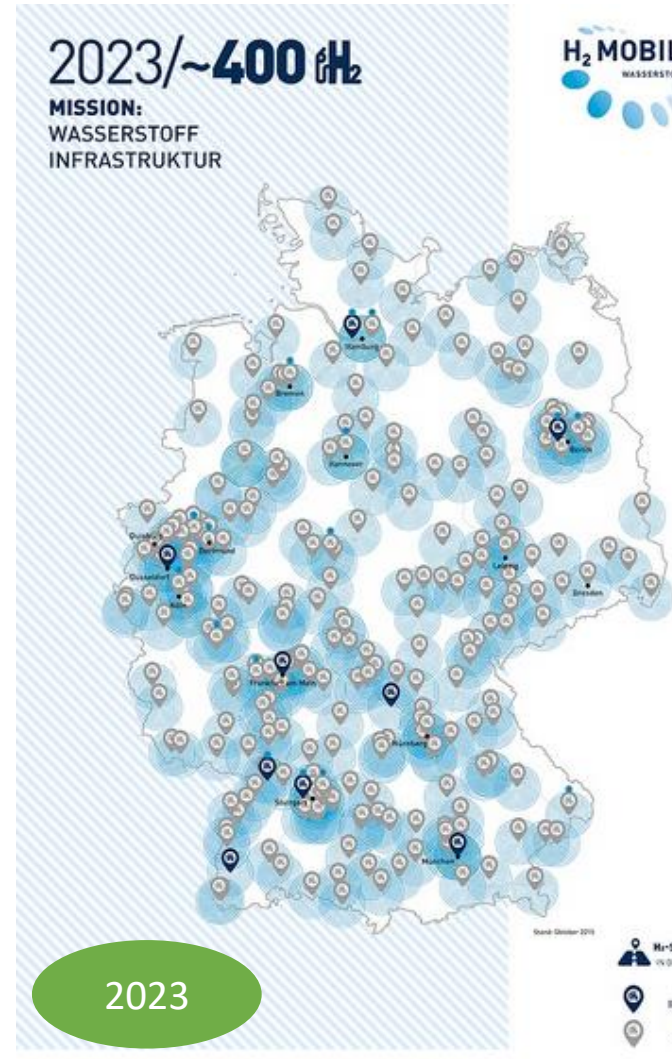
10.06.2019

27 trains

Mobility : a strong development of the fueling network



2019



2023

Karte des H₂-Infrastrukturausbaus

- Second network worldwide ;
- First network growth worldwide ;

BUT

- Still a limited fleet of hydrogen vehicles ;
- And a limited involvement of German historical car manufacturers.

H₂ MOBILITY
FUELLING HYDROGEN

Since 2015

Air Liquide

DAIMLER

THE LINDE GROUP
Linde

OMV

Shell

TOTAL
COMMITTED TO BETTER ENERGY



QUESTION

A combien évalue-t-on la consommation d'hydrogène
dans le monde* en 2018 ?

10 millions de tonnes ?

60 millions de tonnes ?

*Par comparaison, la demande française est de 900 000 tonnes/an



LE
PRINTEMPS DE LA
RECHERCHE

L'HYDROGENE, LES PERSPECTIVES SCIENTIFIQUES,
TECHNOLOGIQUES ET INDUSTRIELLES EN FRANCE
ET DANS LE MONDE

EDF Lab PARIS-SACLAY

Le 12 juin 2019



« La roadmap européenne et sa déclinaison en France »

Laurent ANTONI, Président, Hydrogen Europe Research

Lionel BOILLOT, Project Manager, Fuel Cells & Hydrogen Joint Undertaking

Jean DELALANDRE, Comité Richelieu, Délégué Général

Alice VIEILLEFOSSE, Direction Générale de l'Energie et du Climat,
Directrice de cabinet



QUESTION

Quelle est la part d'hydrogène mondiale produite à partir de matières premières d'origine fossile ?

4 %

65 %

96 %



LE
PRINTEMPS DE LA
RECHERCHE

L'HYDROGENE, LES PERSPECTIVES SCIENTIFIQUES,
TECHNOLOGIQUES ET INDUSTRIELLES EN FRANCE
ET DANS LE MONDE

EDF Lab PARIS-SACLAY

Le 12 juin 2019



« New structuration of the French Hydrogen
Academic Community »

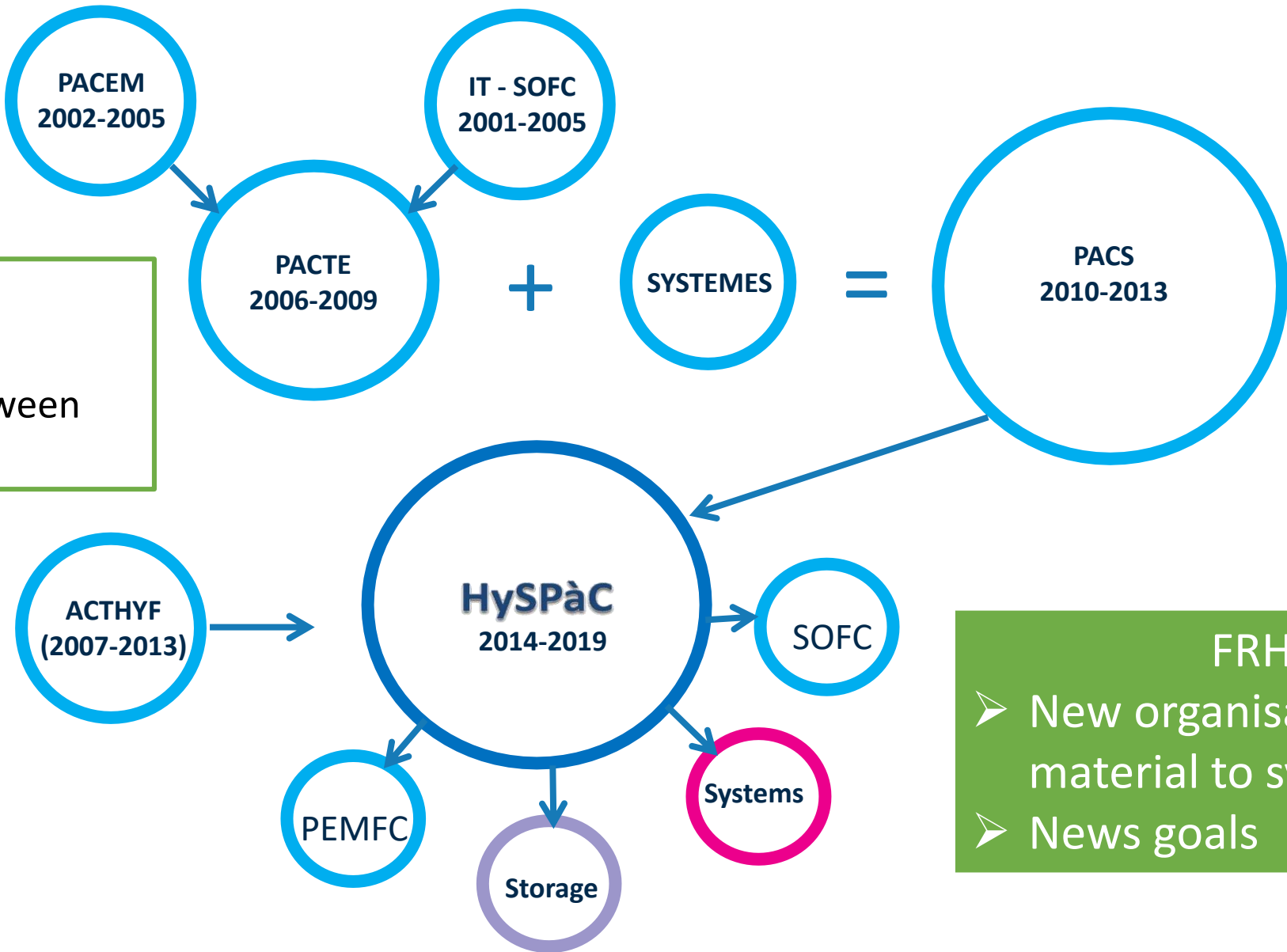
Professeur Gilles TAILLADES

ICGM-AIME, Université de Montpellier, UMR CNRS
5253

Représentant de la Fédération FRH2

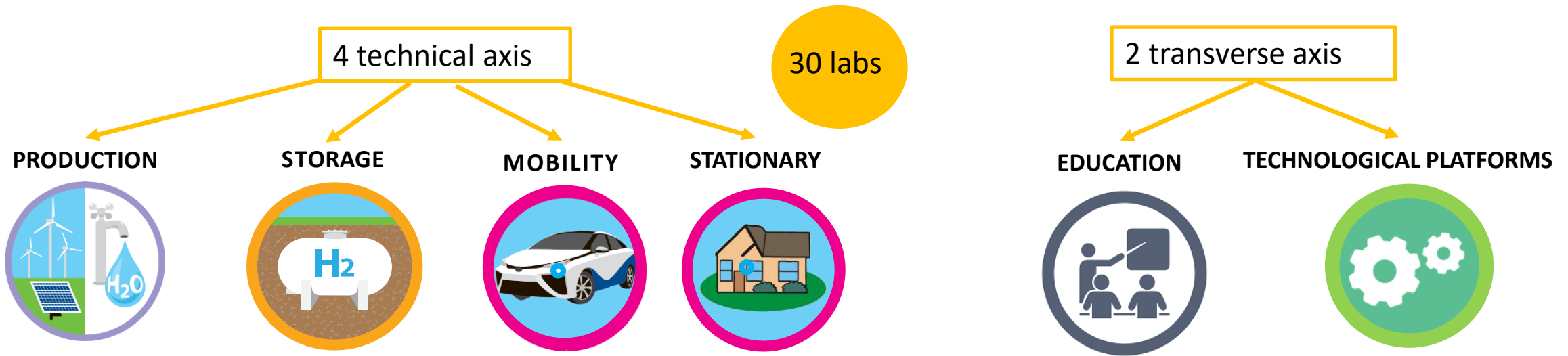
History of the French Hydrogen community A succession of research grouping (GDR)

GDR
➤ To facilitate the collaboration between the various actors



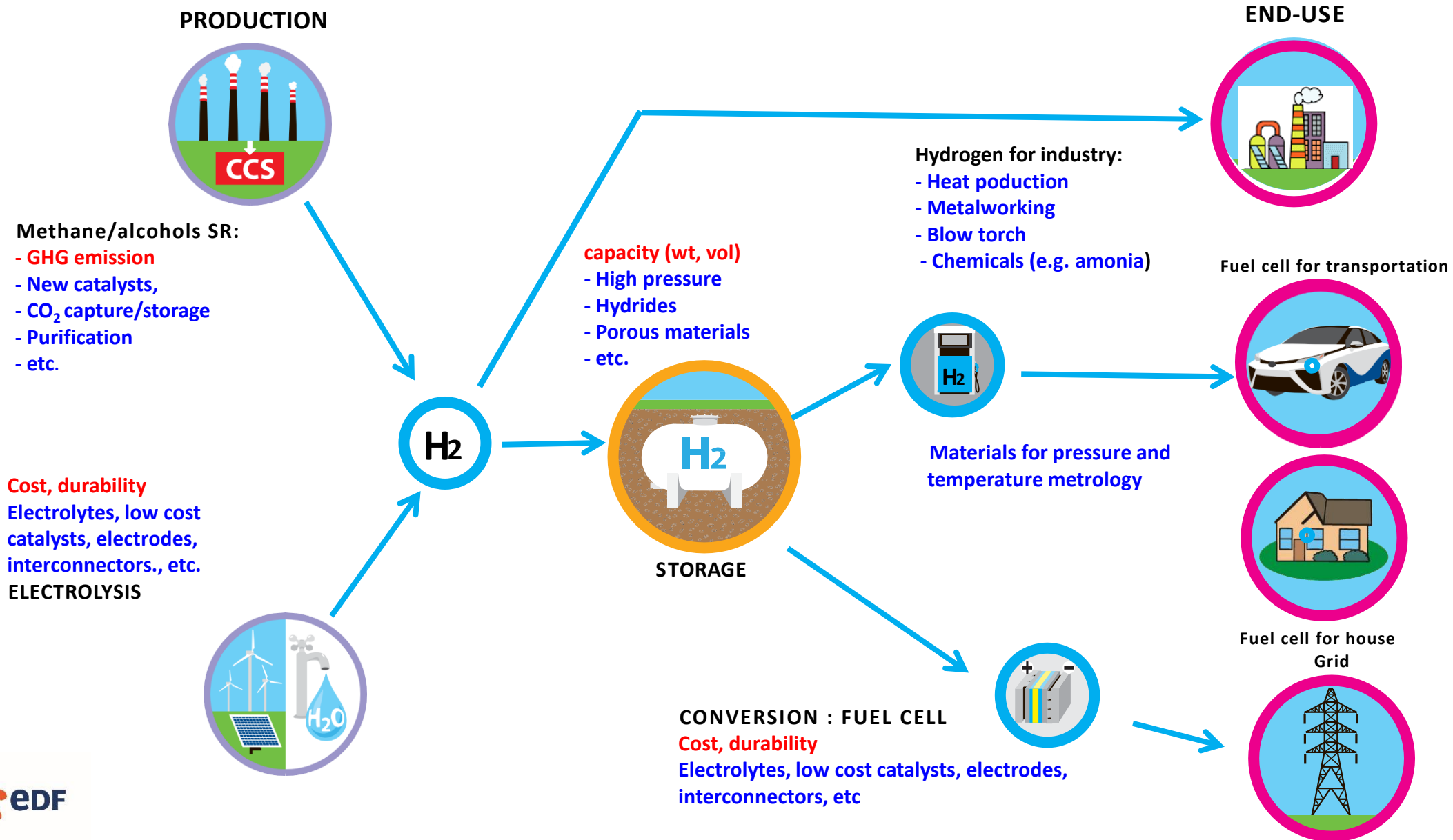
FRH2 :
➤ New organisation, from material to systems
➤ News goals

FRH₂ : CNRS research federation on hydrogen

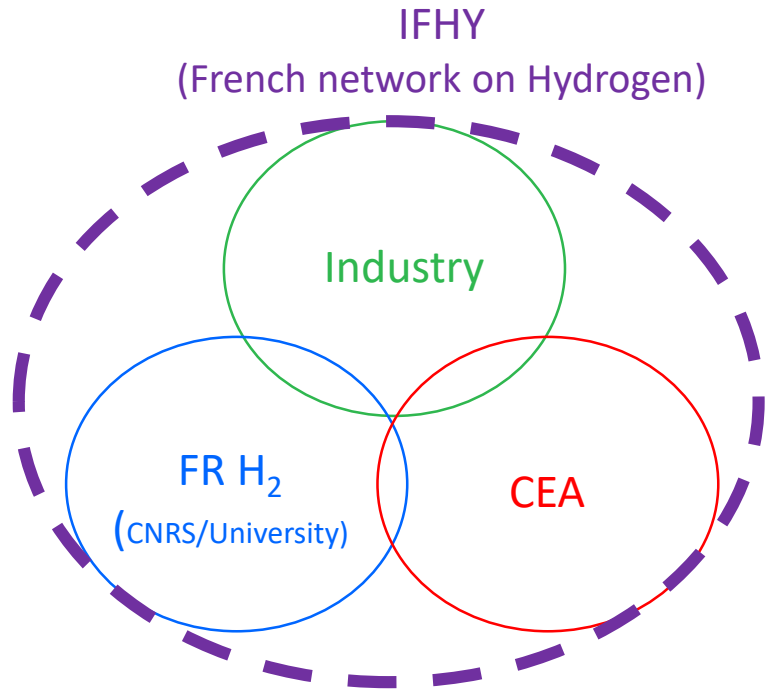
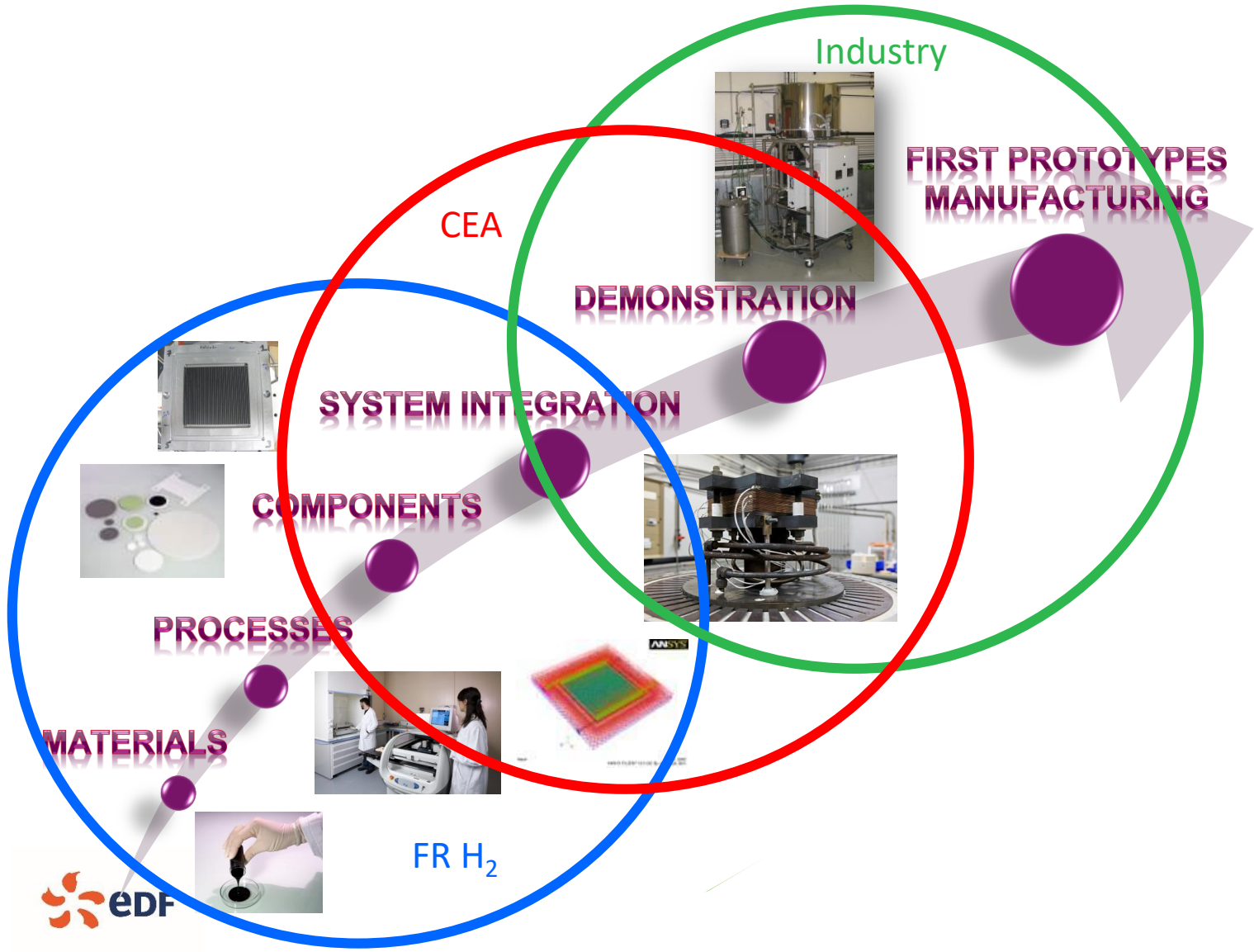


- To structure the CNRS/University community working on hydrogen and FC for higher visibility
- To strengthen collaborations between labs and to favor project development
- To propose the research road-map for middle and long terms
- To present innovations and technological progresses from materials to system for the next fuel cell/electrolyzer/storage generation
- To propose solutions to industrials at short terms

Hydrogen R&D challenges



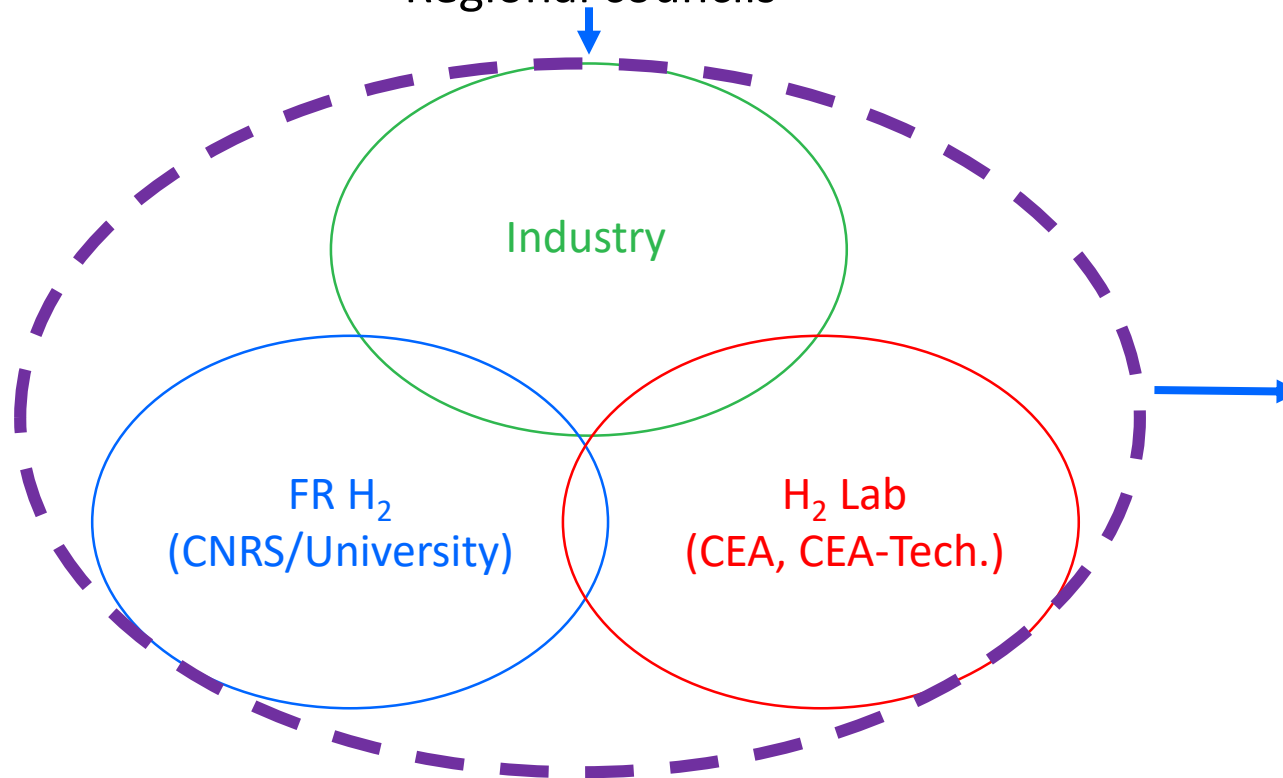
Ensure the continuum from scientific discovery to commercial products



French Initiative for Hydrogen

French government
(Plan Hultot for hydrogen: 100 millions euros / year)
ANR, ADEME..

+
Regional councils



To develop and improve the competitiveness the French hydrogen sector.

To reinforce link between actors

To mutualize scientific skills, technical means, development and demonstration platforms.

To promote disruptive researches in the field of hydrogen.



PITCH

« Understanding Fuel Cells & Electrolyzers »

Dr.-Ing. André WEBER

Karlsruher Institut für Technologie, Senior
Scientist

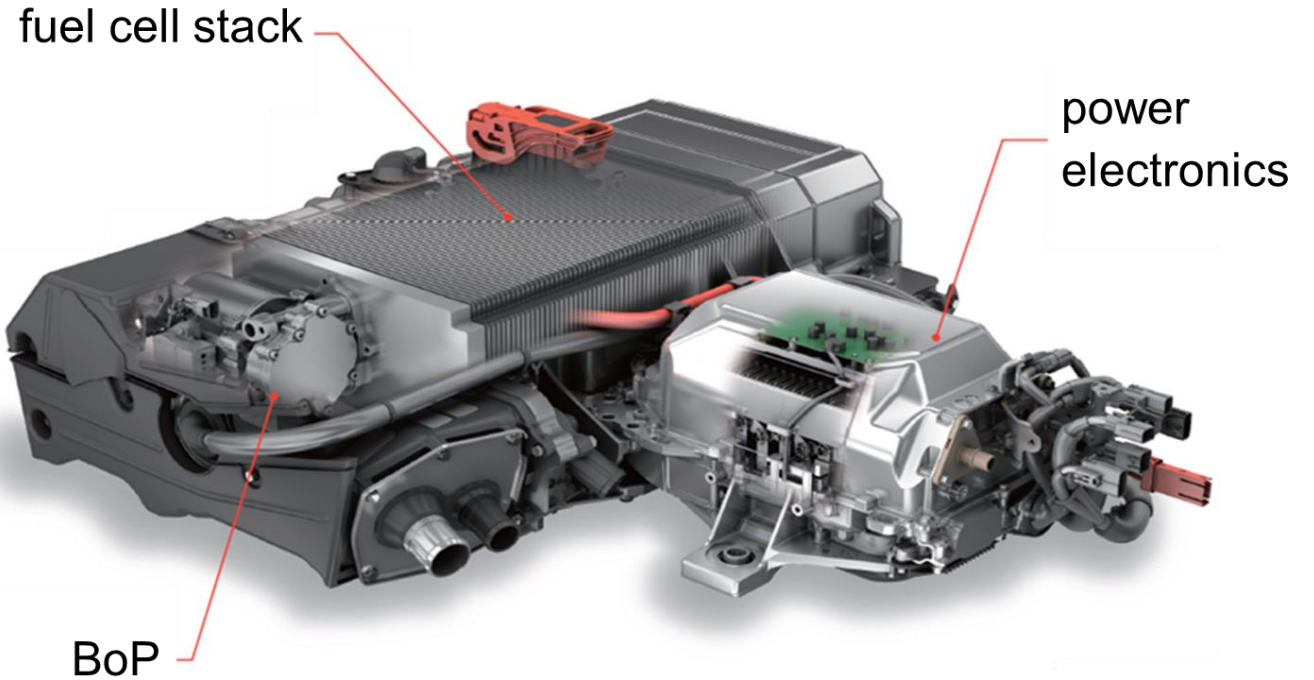
Understanding Technologies



visible

tangible

comprehensible

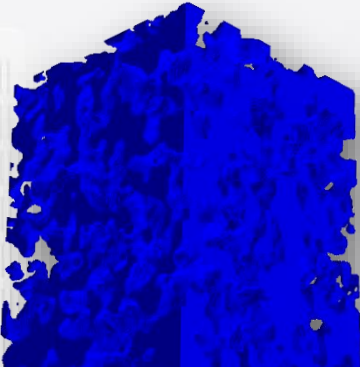
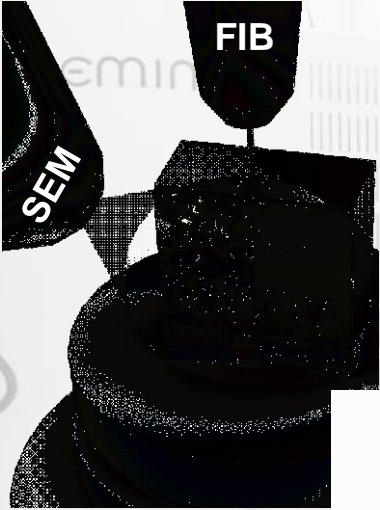


black box

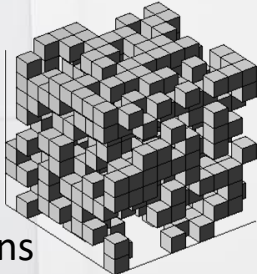
Micro- / Nanoscale



FIB/SEM tomography



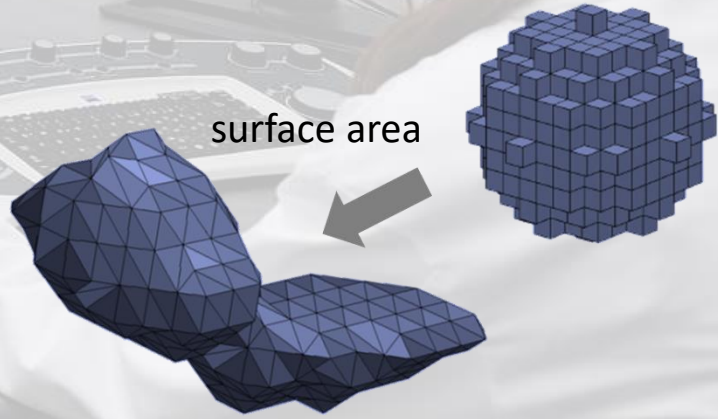
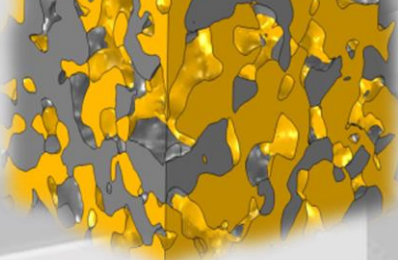
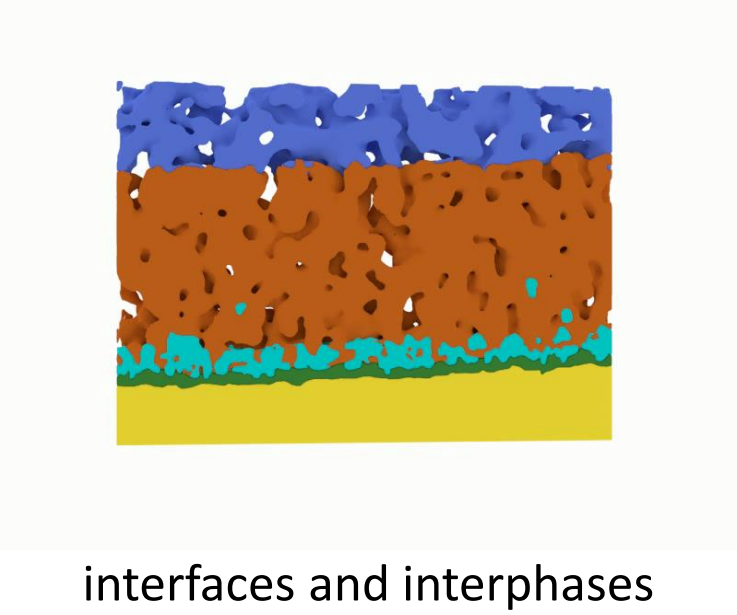
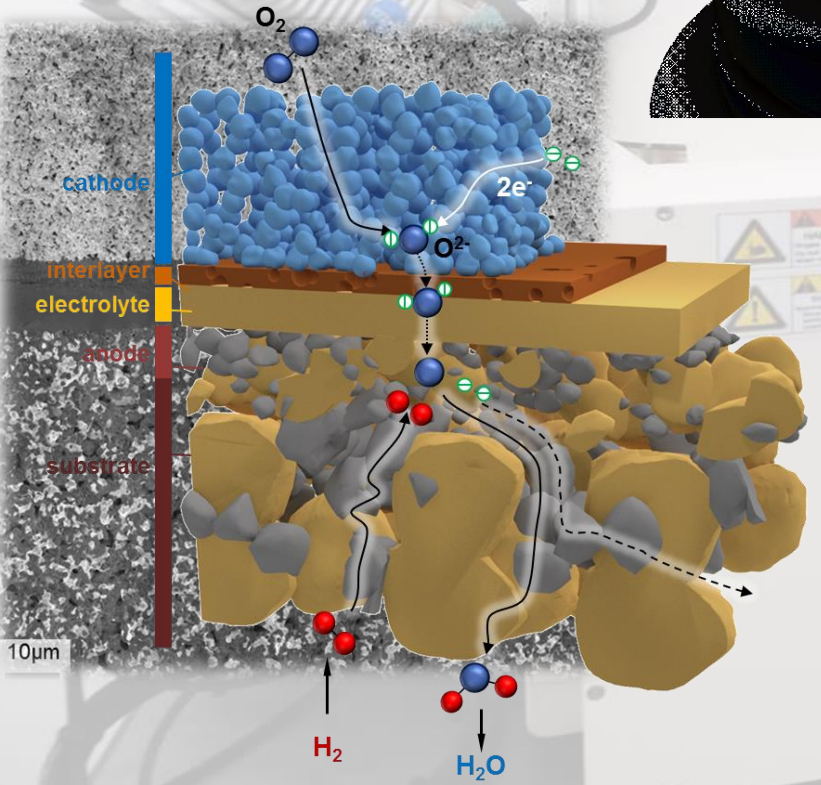
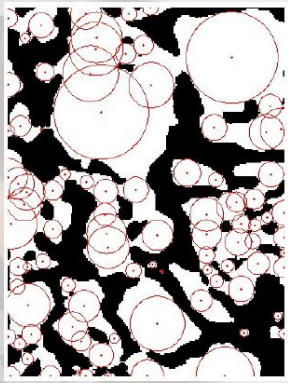
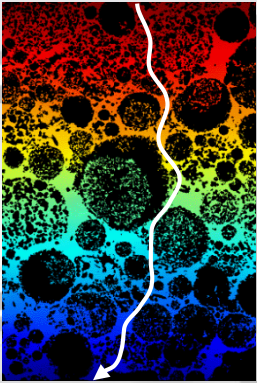
Quantification



volume fractions

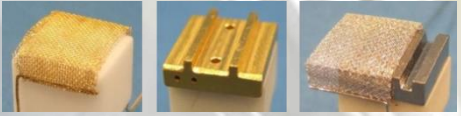
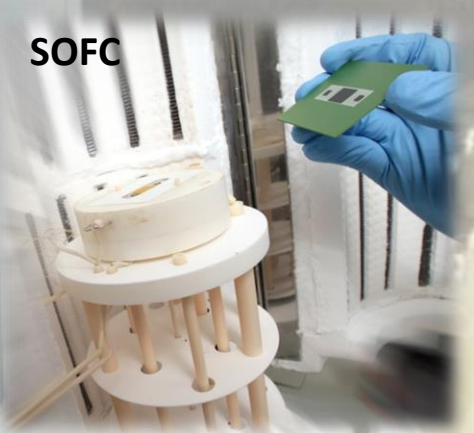
tortuosity

particle sizes

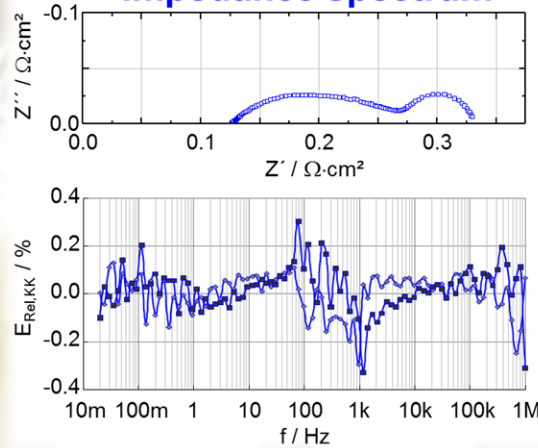


System Dynamics

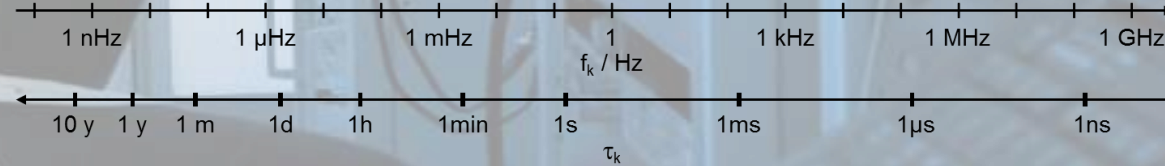
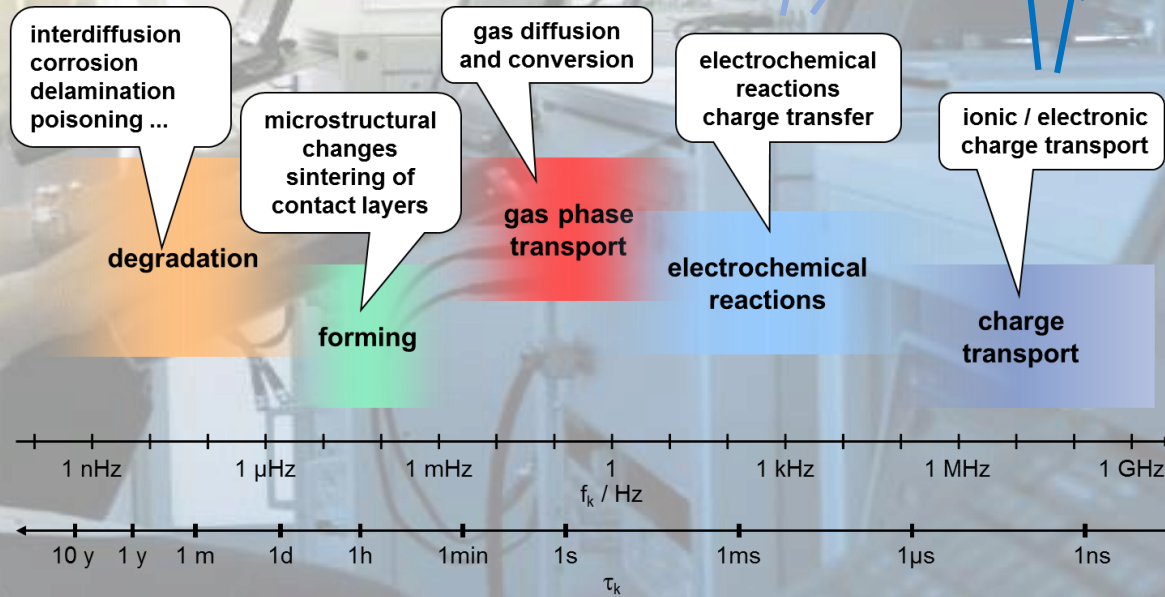
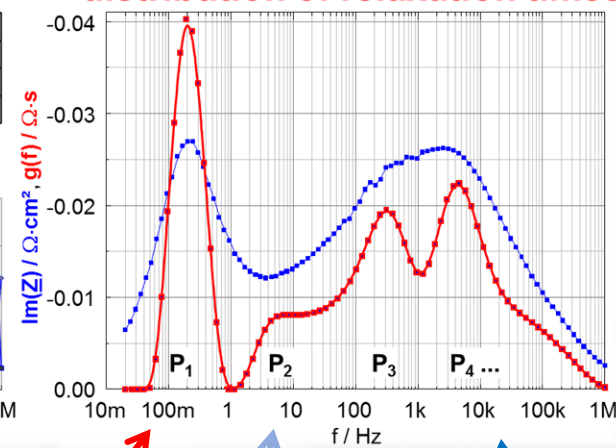
SOFC



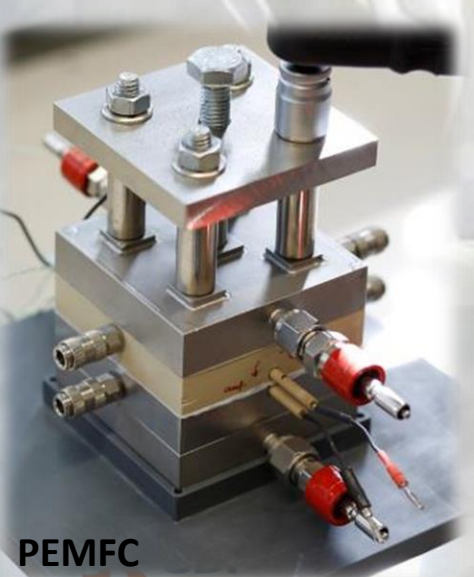
impedance spectrum



distribution of relaxation times



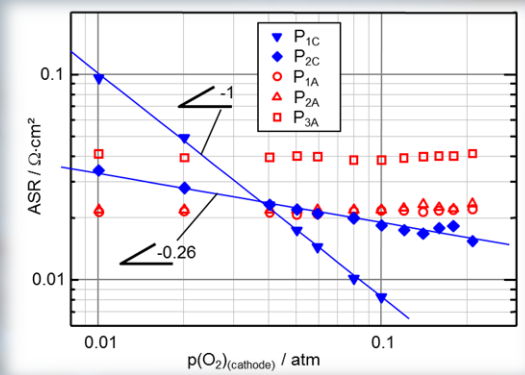
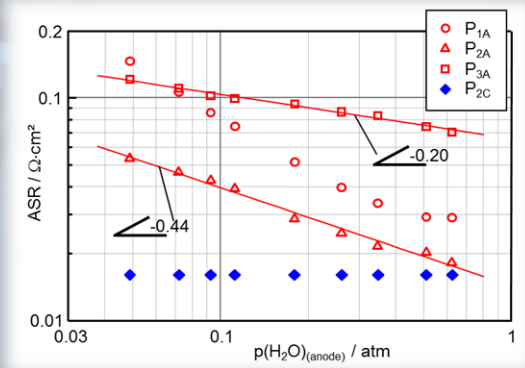
PEMFC



time domain measurements

frequency domain measurements

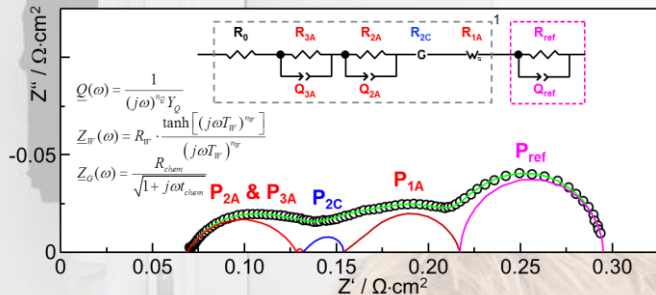
parameter dependencies



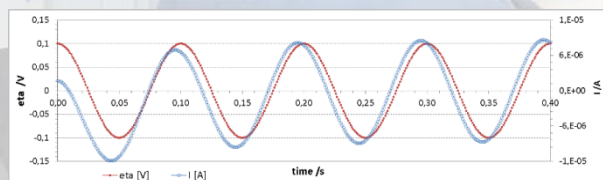
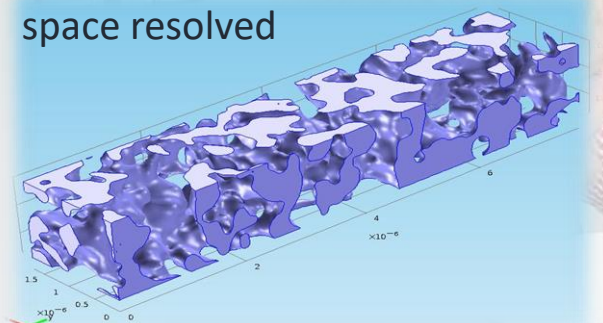
Modelling and Simulation

impedance

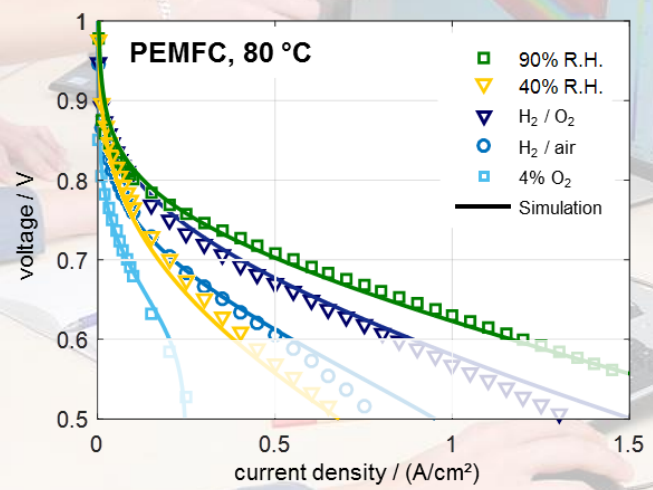
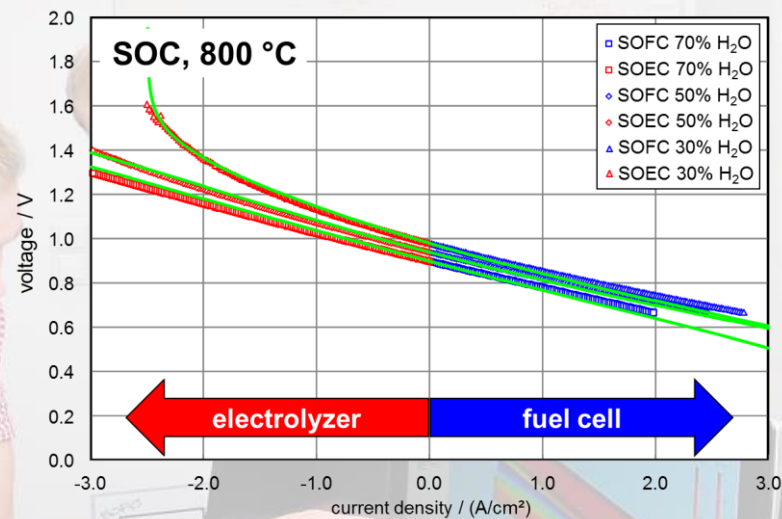
equivalent circuit



space resolved

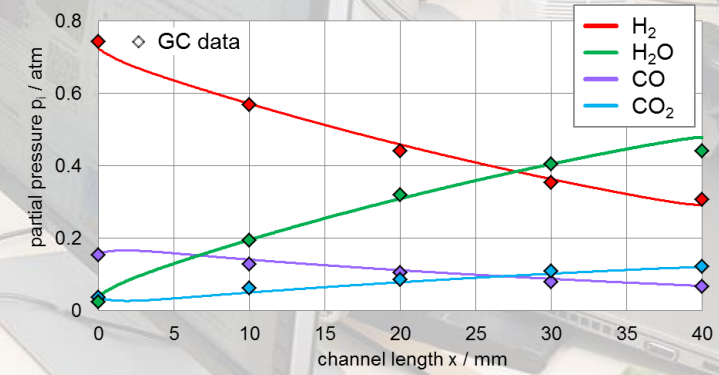
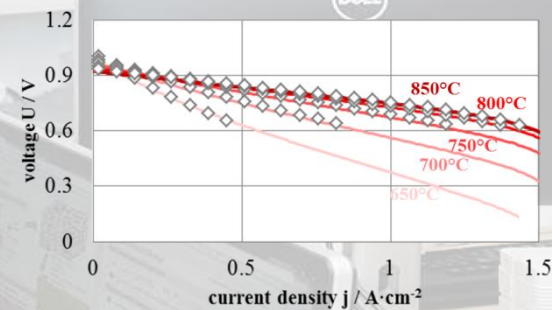
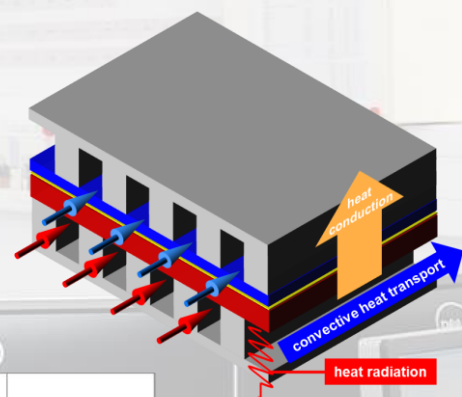


performance



multiphysics

conduction
electrochemistry
gas transport
heat transport





PITCH

« Les perspectives technologiques »

Florence LAMBERT

CEO, CEA-Liten

TECHNOLOGICAL PERSPECTIVES

SOEC Hydrogen Production



Proven performance at system scale : **87% PCI**
Demonstrator **300kW** in 2022

liten
cea tech

CEA, TECHNOLOGY DEVELOPER, AGGREGATOR OF THE H2 SECTOR

IFHY & H2LAB : INITIATIVES TO ACCELERATE FRENCH INNOVATION

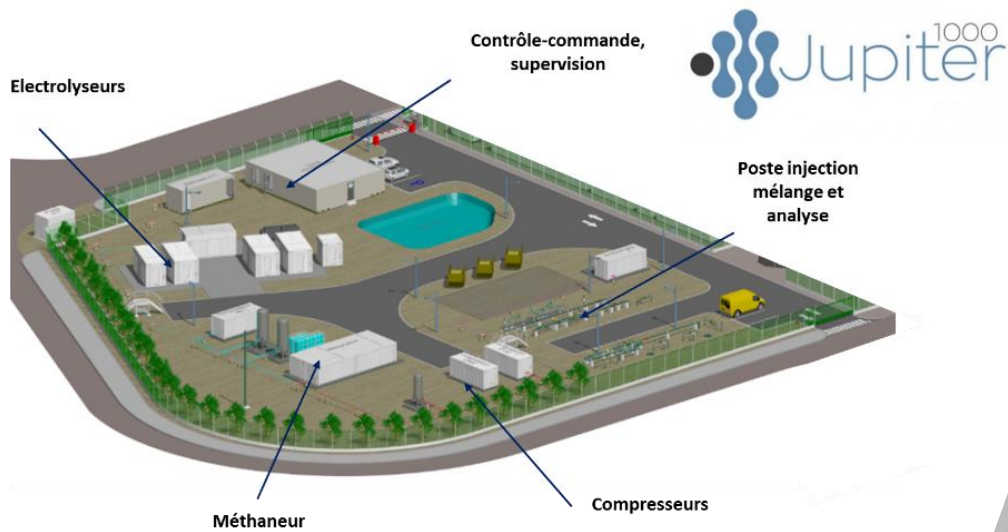
PEM of the Future



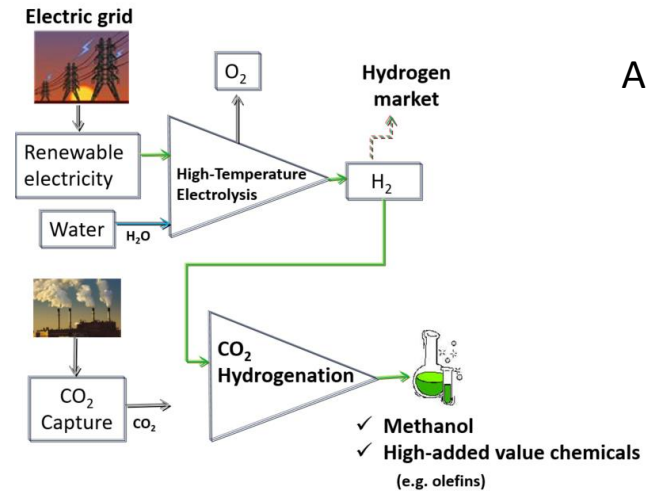
Realization of the first concept proof of a fuel cell stack based on printed components

MULTI-VECTOR CONVERGENCE

Power-to-Gas : Decarbonation of gas networks and storage of carbon-free energy



Closing the carbon cycle in a chemical industrial park



ANR-BMBF CATVIC Project



H2, THE ENERGY GATEWAY

liten
c2a tech

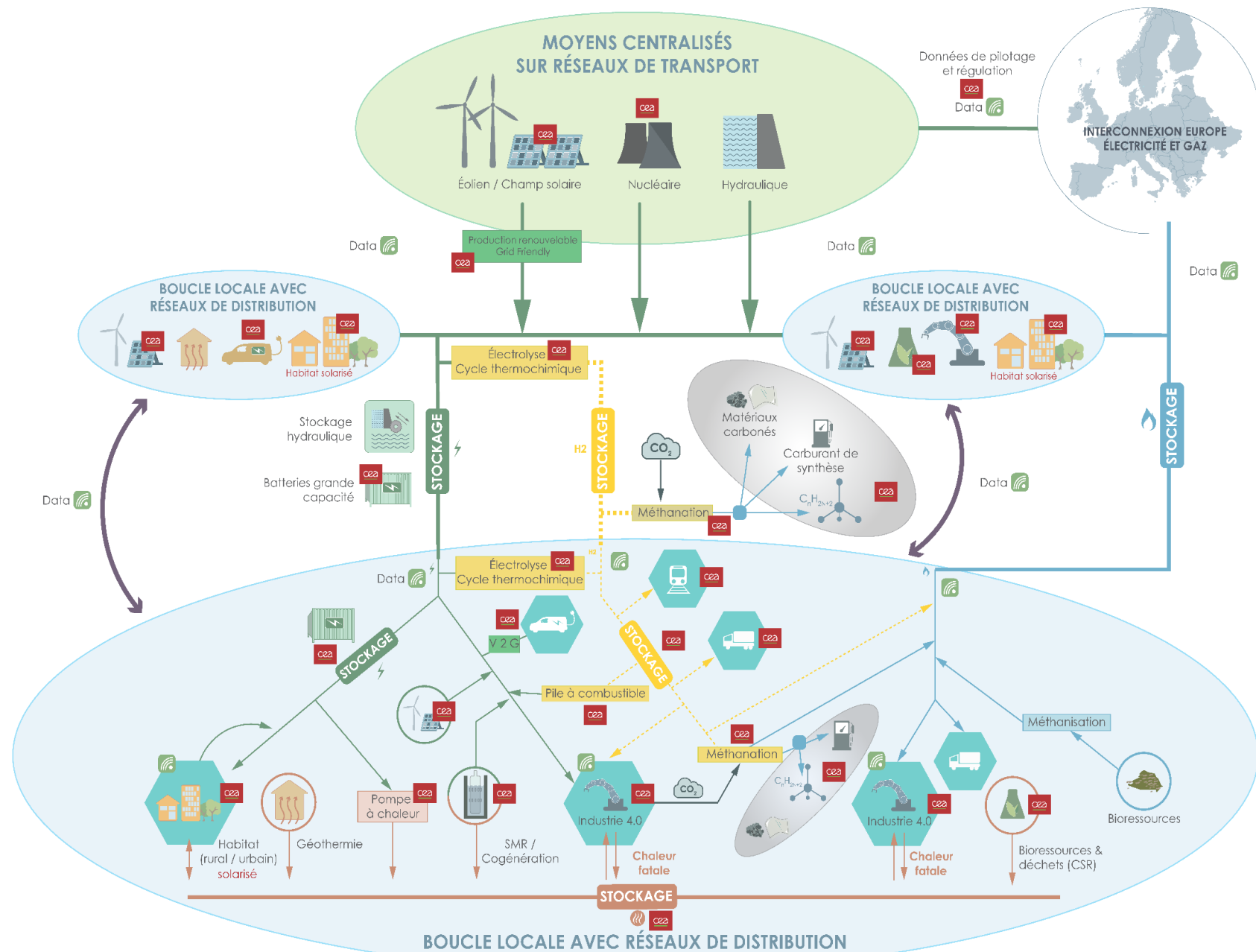
VISION 2050+ FOR A CARBON-FREE ENERGY SYSTEM

Multi-vectors: electricity, heat, gas / hydrogen

Coupled, multi-scale and bidirectional networks

Intelligent - instrumented, digitalized, controlled

Transition, governance and economic model?



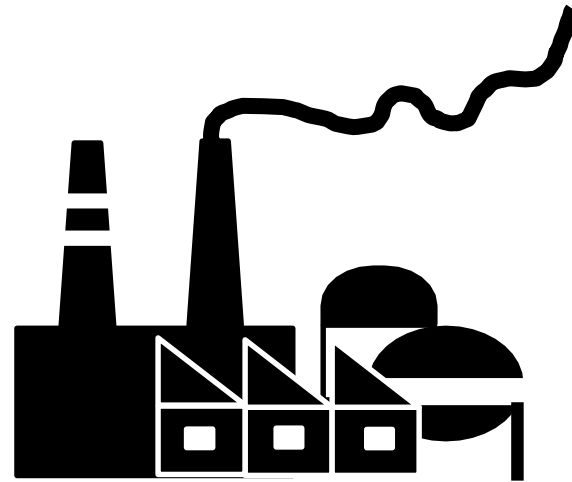


PITCH

« Les perspectives scientifiques et
technologiques »

Annabelle BRISSE

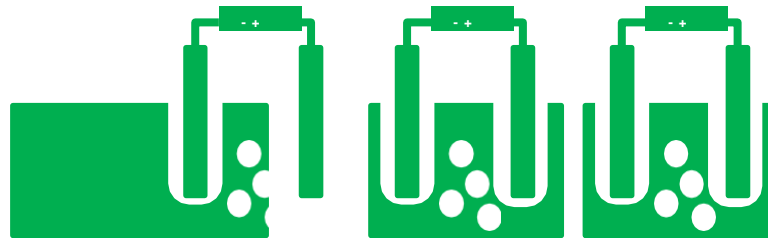
EIFER, EDF R&D, Expert thématique hydrogène, chef de projet
R&D territoire hydrogène et mobilité



10 t CO₂/tH₂

H₂

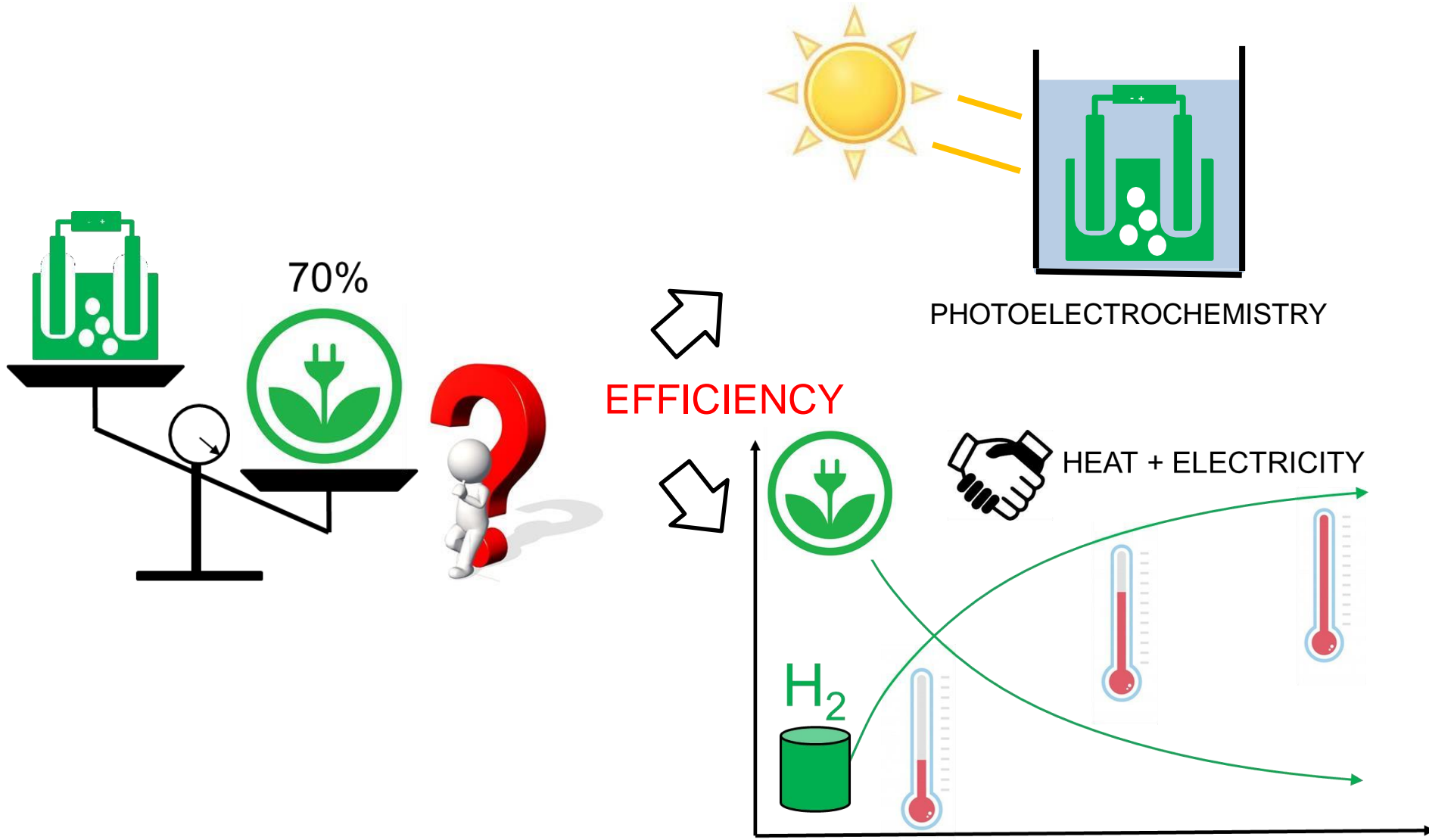
€



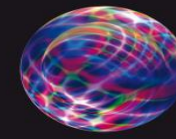
CO₂ free

H₂

€€



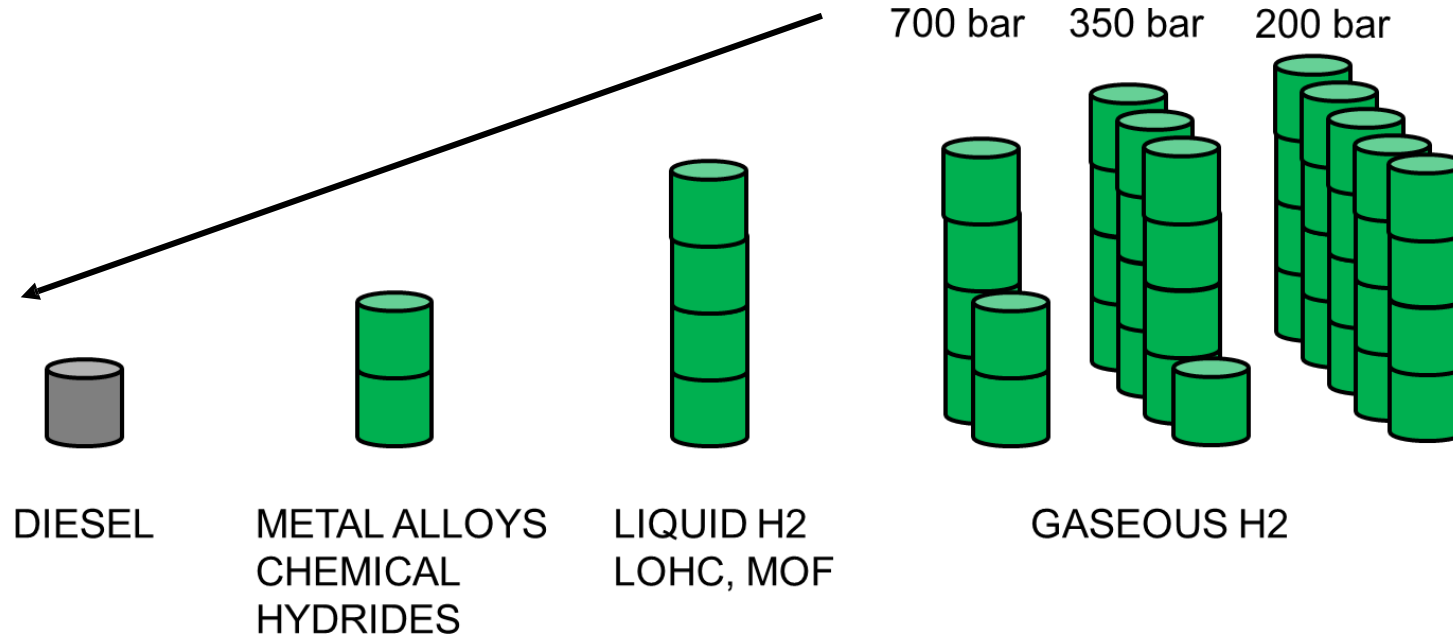
STORAGE



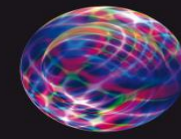
EIFER



VOLUMETRIC ENERGY DENSITY



DISTRIBUTION

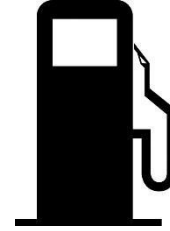


EIFER

H

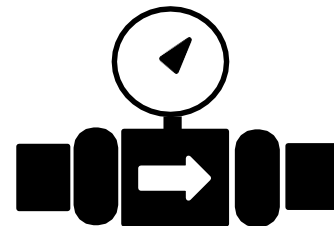
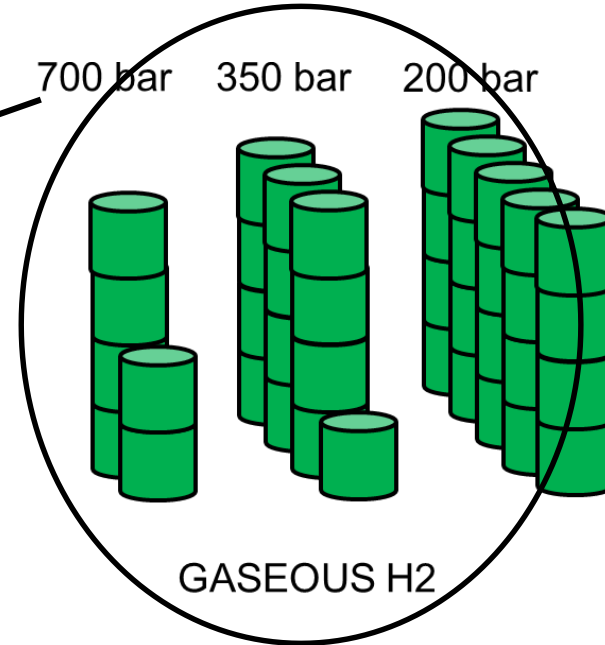
2

STORAGE
DISTRIBUTION



€€

700 bar 350 bar 200 bar

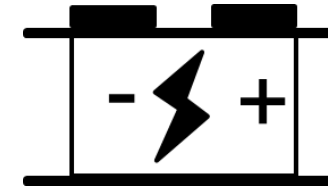
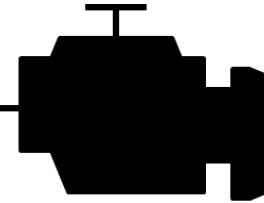




HYBRIDATION



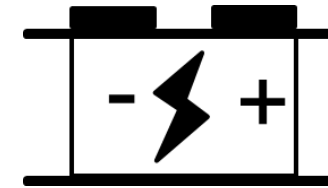
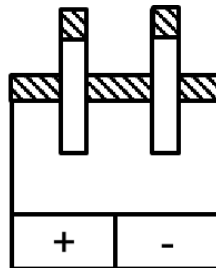
Today



$\eta = 35\%$

Tomorrow

H_2



$\eta = 50\%$



QUESTION

Quelle est la quantité de CO₂ issue de la production française d'hydrogène ?

9,6 millions de tonnes de CO₂ par an

11,5 millions de tonnes de CO₂ par an

13,9 millions de tonnes de CO₂ par an



LE
PRINTEMPS DE LA
RECHERCHE

L'HYDROGENE, LES PERSPECTIVES SCIENTIFIQUES,
TECHNOLOGIQUES ET INDUSTRIELLES EN FRANCE
ET DANS LE MONDE

EDF Lab PARIS-SACLAY

Le 12 juin 2019



DEBAT

« Hydrogène, quelle place pour les mobilités ? »

Philippe BOUCLY, Association Française pour l'Hydrogène et les Piles à
Combustible, Président

Loïc CARRE, NEXEYA, Industry & Energy Programs Manager

Valérie BOUILLON-DELPORTE, Hydrogen Europe, Strategic hydrogen Leader

Dominique SADOUL, PSA, Advanced Powertrain And Energy VP



LE
PRINTEMPS DE LA
RECHERCHE

L'HYDROGENE, LES PERSPECTIVES SCIENTIFIQUES,
TECHNOLOGIQUES ET INDUSTRIELLES EN FRANCE
ET DANS LE MONDE

EDF Lab PARIS-SACLAY

Le 12 juin 2019

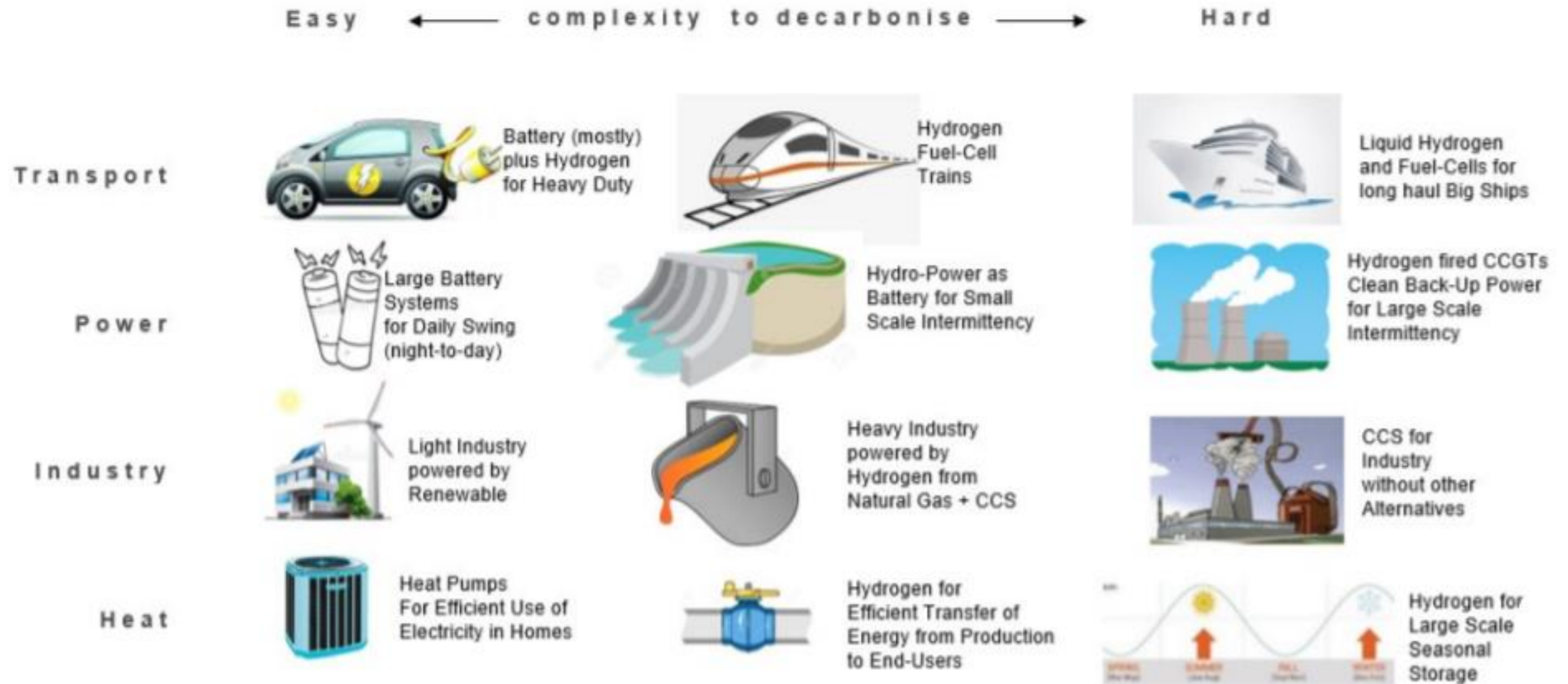


DEBAT

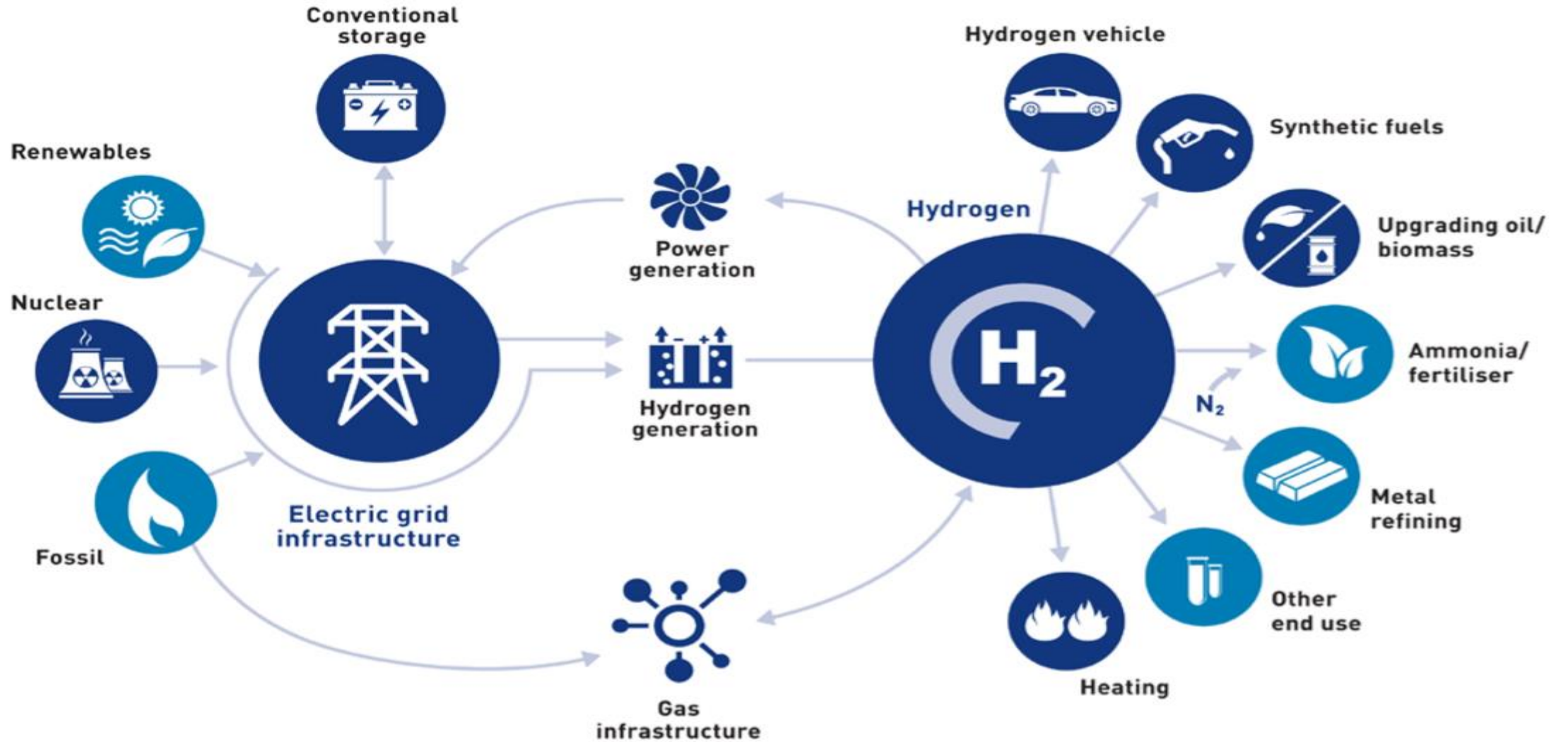
« Adopter une approche holistique »

Philippe BOUCLY, Association Française pour l'Hydrogène et les Piles à
Combustible, Président

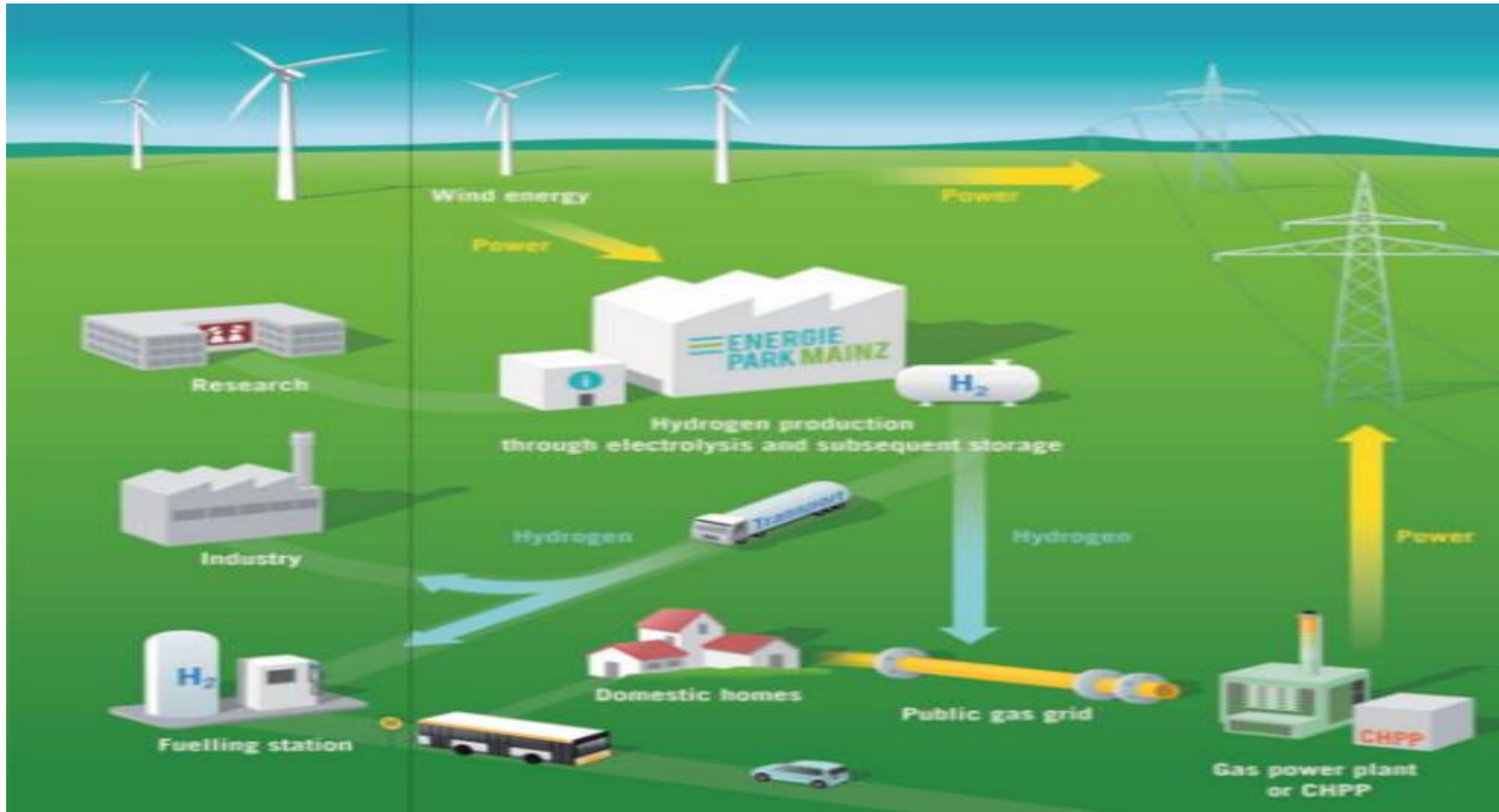
Décarboner les systèmes énergétiques



Sector coupling



Des ECOSYSTEMES TERRITORIAUX





LE
PRINTEMPS DE LA
RECHERCHE

L'HYDROGENE, LES PERSPECTIVES SCIENTIFIQUES,
TECHNOLOGIQUES ET INDUSTRIELLES EN FRANCE
ET DANS LE MONDE

EDF Lab PARIS-SACLAY

Le 12 juin 2019



DEBAT

« Hydrogène, quelle place pour les mobilités ? »

Philippe BOUCLY, Association Française pour l'Hydrogène et les Piles à
Combustible, Président

Loïc CARRE, NEXEYA, Industry & Energy Programs Manager

Valérie BOUILLON-DELPORTE, Hydrogen Europe, Strategic hydrogen Leader

Dominique SADOUL, PSA, Advanced Powertrain And Energy VP



DEBAT

NEXEYA: Stationary solutions for mobility
applications

Loïc CARRE, Industry & Energy Programs Manager

NEXEYA profile

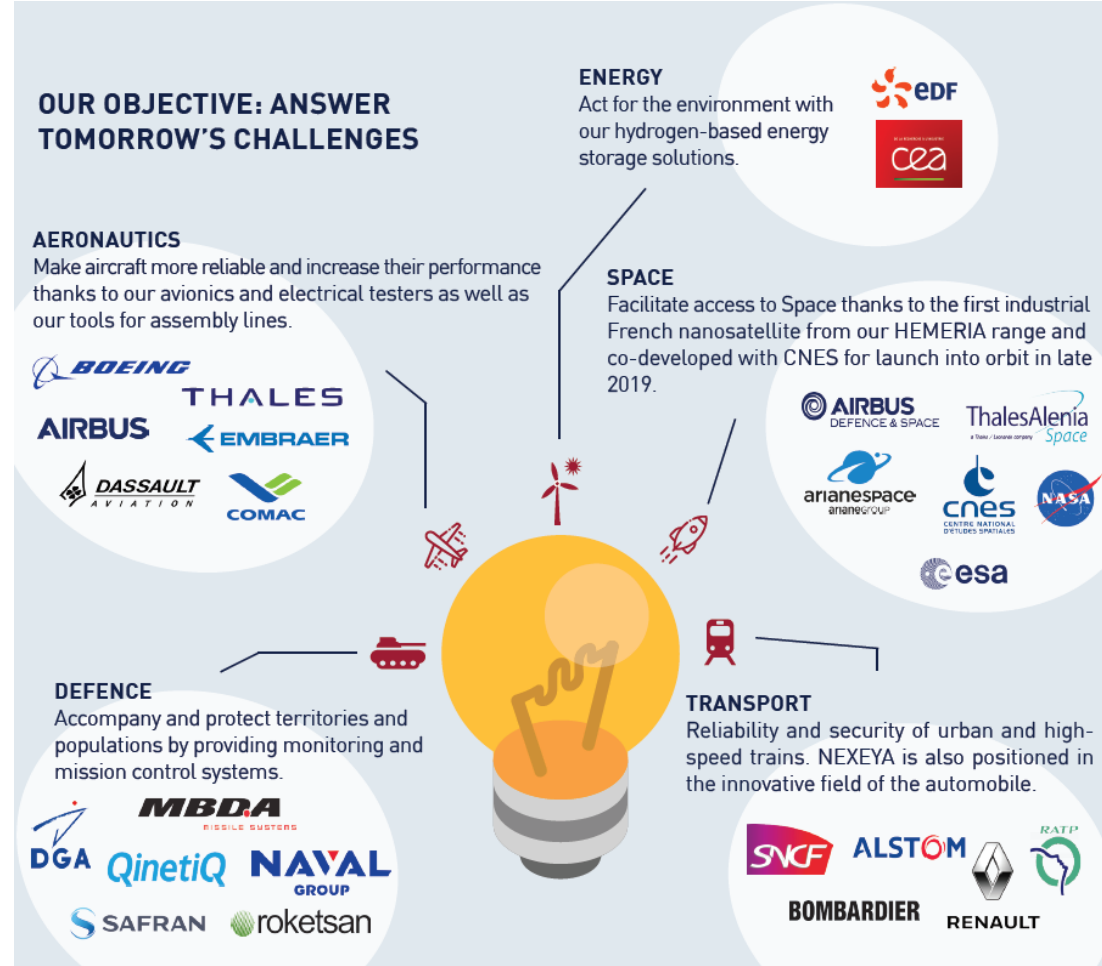
NEXEYA is a French company specialising in the design and development of electronic equipment for the aeronautics, defence, energy, rail, and aerospace sectors.



NEXEYA & Hydrogen

NEXEYA provides complete energy storage systems for stationary applications (Electrolyser, Storage, P&ID, Fuel Cell, Shelter, Energy Management System).

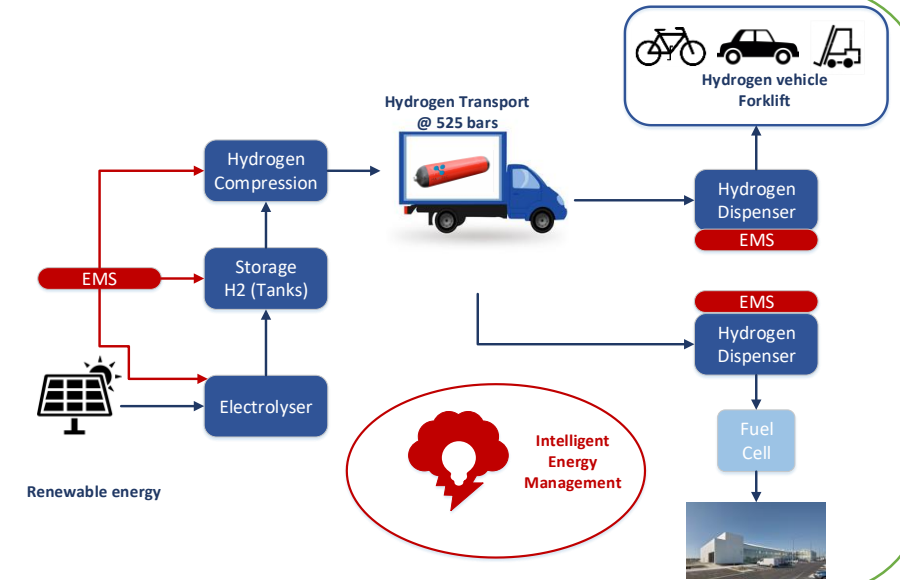
- Use Case:**
- Off grid (Villages, radar, communication antenna),
 - Building, eco-neighbourhoods,
 - Industrial sites.



Solutions related to mobility:

Multiservice Solutions - Stationary and Mobility:

- Propose solutions integrating energy production, self-consumption and hydrogen mobility,
- Hydrogen can be produced at a remote location and transport under pressure (500 bar),
- Partner: MAHYTEC,
- Use case: Eco-neighbourhoods, Industrial sites, logistical bases.



Green Harbour project - Cold ironing solution:

- **Cold ironing** is a method of providing power to the ship from an external source,
- Reduce CO2 emissions when the ship is docked,
- **From 500kW to several MW** provides from hydrogen and fuel cells according to international standard HVSC,
- Respond to environmental regulations in ports,
- With many partners





DEBAT

« Hydrogène, quelle place pour les mobilités ? »

Philippe BOUCLY, Association Française pour l'Hydrogène et les Piles à
Combustible, Président

Loïc CARRE, NEXEYA, Industry & Energy Programs Manager

Valérie BOUILLON-DELPORTE, Hydrogen Europe, Strategic Hydrogen Leader

Dominique SADOUL, PSA, Advanced Powertrain And Energy VP



DEBAT

VALERIE BOUILLON-DELPORTE, Strategic hydrogen leader,
Hydrogen Europe



Hydrogen
Europe

The solution for decarbonisation

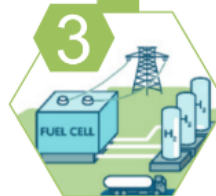
Enable the renewable energy system

Decarbonize end uses

Enable **large-scale renewables integration** and **power generation**



Distribute energy across sectors and regions



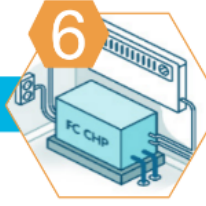
Act as a **buffer** to increase system resilience



Help decarbonize **transportation**



Help decarbonize **industrial energy use**

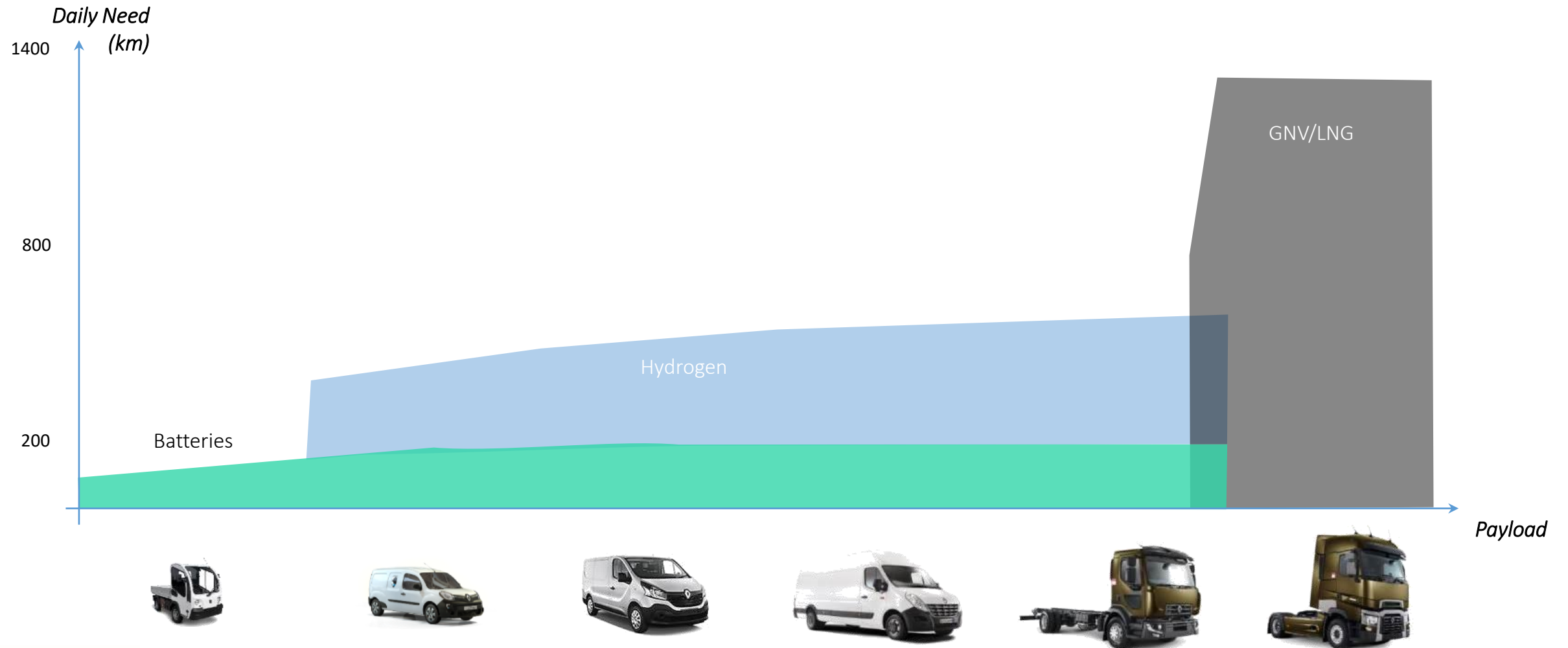


Help decarbonize **building heat and power**



Serve as renewable **feedstock**

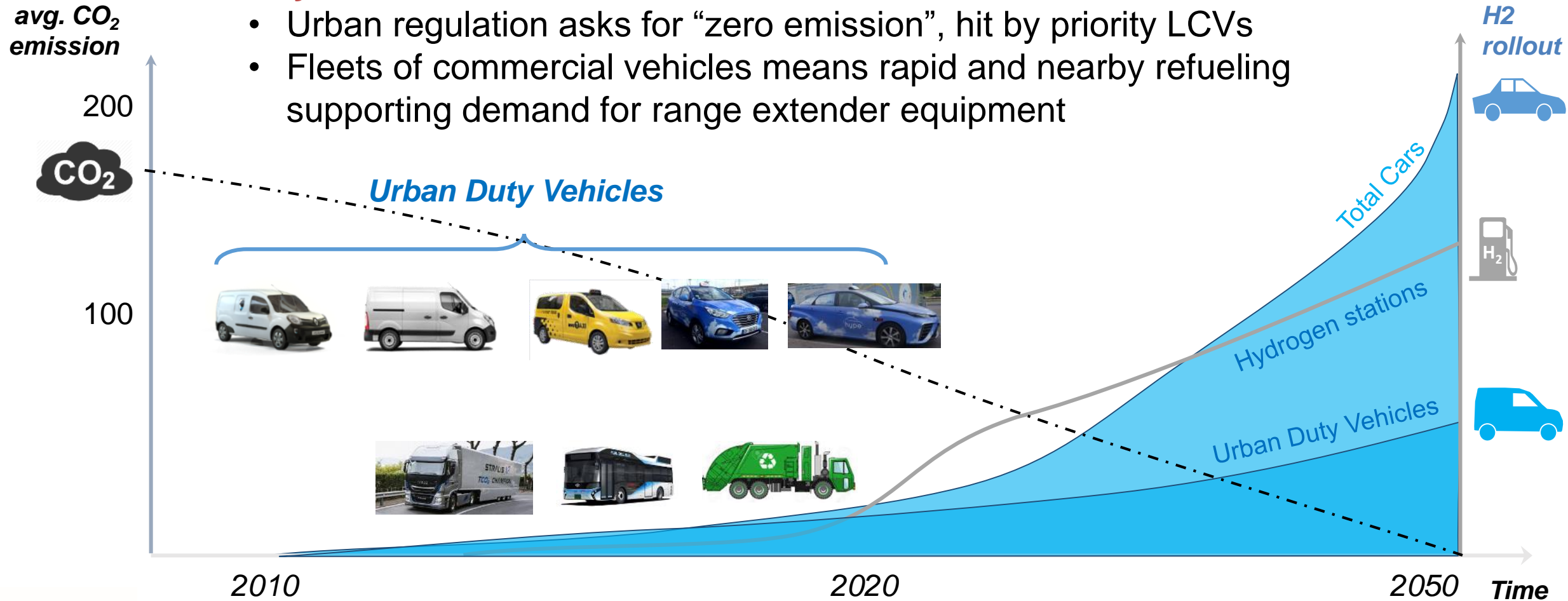
For hard to abate solutions Hydrogen is a no-brainer



OEMs are getting ready for massive scaling in a few years once infrastructure will be adequate but in the meantime captive fleets will be the first milestone

Key rationale:

- Urban regulation asks for “zero emission”, hit by priority LCVs
- Fleets of commercial vehicles means rapid and nearby refueling supporting demand for range extender equipment





LE
PRINTEMPS DE LA
RECHERCHE

L'HYDROGENE, LES PERSPECTIVES SCIENTIFIQUES,
TECHNOLOGIQUES ET INDUSTRIELLES EN FRANCE
ET DANS LE MONDE

EDF Lab PARIS-SACLAY

Le 12 juin 2019



DEBAT

« Hydrogène, quelle place pour les mobilités ? »

Philippe BOUCLY, Association Française pour l'Hydrogène et les Piles à
Combustible, Président

Loïc CARRE, NEXEYA, Industry & Energy Programs Manager

Valérie BOUILLON-DELPORTE, Hydrogen Europe, Strategic hydrogen Leader

Dominique SADOUL, PSA, Advanced Powertrain And Energy VP



LE
PRINTEMPS DE LA
RECHERCHE

L'HYDROGENE, LES PERSPECTIVES SCIENTIFIQUES,
TECHNOLOGIQUES ET INDUSTRIELLES EN FRANCE
ET DANS LE MONDE

EDF Lab PARIS-SACLAY

Le 12 juin 2019



DEBAT

« Hydrogène, quelle place pour les mobilités »

Dominique SADOUL, PSA, Advanced Powertrain And Energy
VP





CLEAN-TECHNOLOGIES

ICE RANGE FULLY OPTIMIZED WITH BEST IN CLASS EMISSION CONTROL

PURE TECH GASOLINE ENGINES

4 cyl.



3 cyl.



BLUEHDI DIESEL ENGINES



SCR Tech.

ELECTRIFICATION PROGRAMS



PHEV
C & D segments



New BEV
B & C segments

ELECTRIFICATION BLITZ FROM 2019
100% ELECTRIFIED CORE MODELS BY 2025



SMART VEHICLES CONNECTED AND AUTONOMOUS

AGILE FAST TECH DEVELOPMENT



2016
FULL MIRRORING
& CONNECTED NAV.



2018
INFOTAINMENT
OVER THE AIR



2018
COCKPIT
OVER THE AIR

2022/2023
FULL CAR
OVER THE AIR

A ROBUST ADAS ROADMAP READY FOR AUTONOMOUS DRIVING

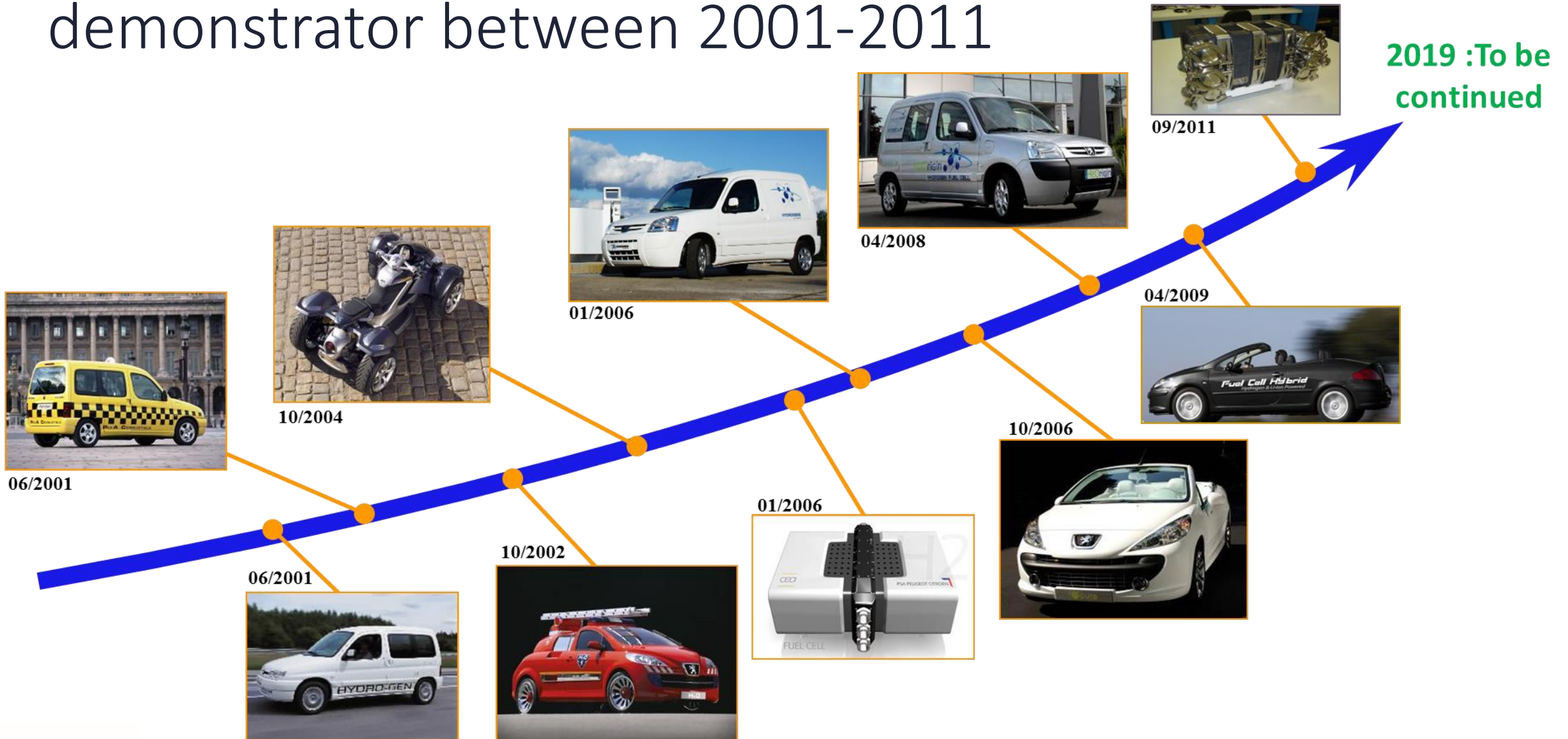


2018
AUTOMATED DRIVING
(L2)

2024
AUTONOMOUS DRIVING
(L3)

> 2025
AUTONOMOUS MOBILITY
(L4/5)

PSA Group and H2 : a lot of technological demonstrator between 2001-2011



WHAT HAS CHANGED ...

H2 PRODUCTION

CONVERSION ADVANTAGES



Electricity produced by the solar panel or wind produces hydrogen through electrolysis. Hydro By connecting the hydrogen cylinder to the fuel get AC or DC power in output.

H₂



Positive evolutions on the 4 identified roadblocks that confirm interest in re-opening opportunities on H2 activities

TECHNOLOGY COST

H2 DISTRIBUTION



Wasserstoff - H₂

PLATFORM INTEGRATION

LCV : THE BEST OPPORTUNITY FOR A FIRST FCEV DEPLOYMENT

- Based on market analysis

ZERO emission will be a must have
access to dense area 1D/2 ~70%

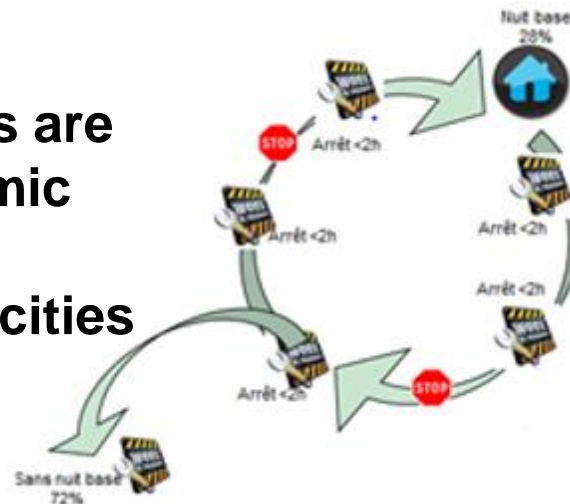


BEV limitations

- High mileage
- Charge access
- Exceptional uses frequency



H2 Mobility volume pools are targeting the most dynamic clusters = DELIVERY, especially into booming cities



- Specific use case
 - Around a H2 refilling station
- Design to customer
 - Cargo area preserved
 - Pay load > 1T
- Design to cost
 - Competitive TCO
- B2B application
- Global packaged offer
 - Vehicle, aftersales, leasing, services
 - Energy infrastructure & supply



DEBAT

« Hydrogène, quelle place pour les mobilités ? »

Philippe BOUCLY, Association Française pour l'Hydrogène et les Piles à
Combustible, Président

Loïc CARRE, NEXEYA, Industry & Energy Programs Manager

Valérie BOUILLON-DELPORTE, Hydrogen Europe, Strategic hydrogen Leader

Dominique SADOUL, PSA, Advanced Powertrain And Energy VP



**COCKTAIL & VISITE
LIBRE DE L'ESPACE
EXPOSITION
13h30 – 14h30**



LE
PRINTEMPS DE LA
RECHERCHE

L'HYDROGENE, LES PERSPECTIVES SCIENTIFIQUES,
TECHNOLOGIQUES ET INDUSTRIELLES EN FRANCE
ET DANS LE MONDE

EDF Lab PARIS-SACLAY

Le 12 juin 2019

PROGRAMME

- 14h30 PITCHS « *Les besoins des industriels, et cas d'usages avec des PME* »
- 15h45 DEBAT « *La place de l'hydrogène dans les territoires, vision de la France et de l'Allemagne* »
- 16h30 CONCLUSION « *Quelle est la politique de la SNCF en matière de transports hydrogènes ?* »
- 17h00 COCKTAIL DE CLOTURE ET VISITE DE L'EXPOSITION



QUESTION

Quelle est la façon la plus mature industriellement de
produire de l'hydrogène bas carbone ?

A partir des hydrocarbures

A partir de la biomasse

A partir d'électricité bas carbone et d'eau



PITCH

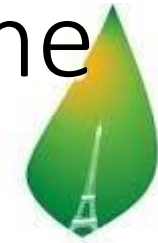
« L'utilisation de l'hydrogène pour le transport
ferroviaire »

Yannick LEGAY

ALSTOM, Directeur Technico-Commercial

Un contexte porteur pour l'hydrogène

- La COP 21 : viser la neutralité carbone
- Alstom membre de l'Hydrogen Council
- Coradia iLint en Allemagne : le 1^{er} train à hydrogène au monde (GreenTec award)
- Rapport du Conseil d'orientation des Infrastructures
- Plan gouvernemental & mission parlementaire de B. Simian
- Un volontarisme affiché des Régions
- Sortie complète du diesel d'ici 2035-2040



PARIS2015
UN CLIMATE CHANGE CONFERENCE
COP21·CMP11



Les solutions de verdissement du transport ferroviaire

- **Electrification** des lignes
- Les trains à assistance **batteries** :
 - Caténaire + Batteries + Diesel : TER Régiolis hybride
 - Caténaire + Batteries : le tramway Citadis
- Les trains 0 émission à **hydrogène** :
 - monomode : Coradia iLint



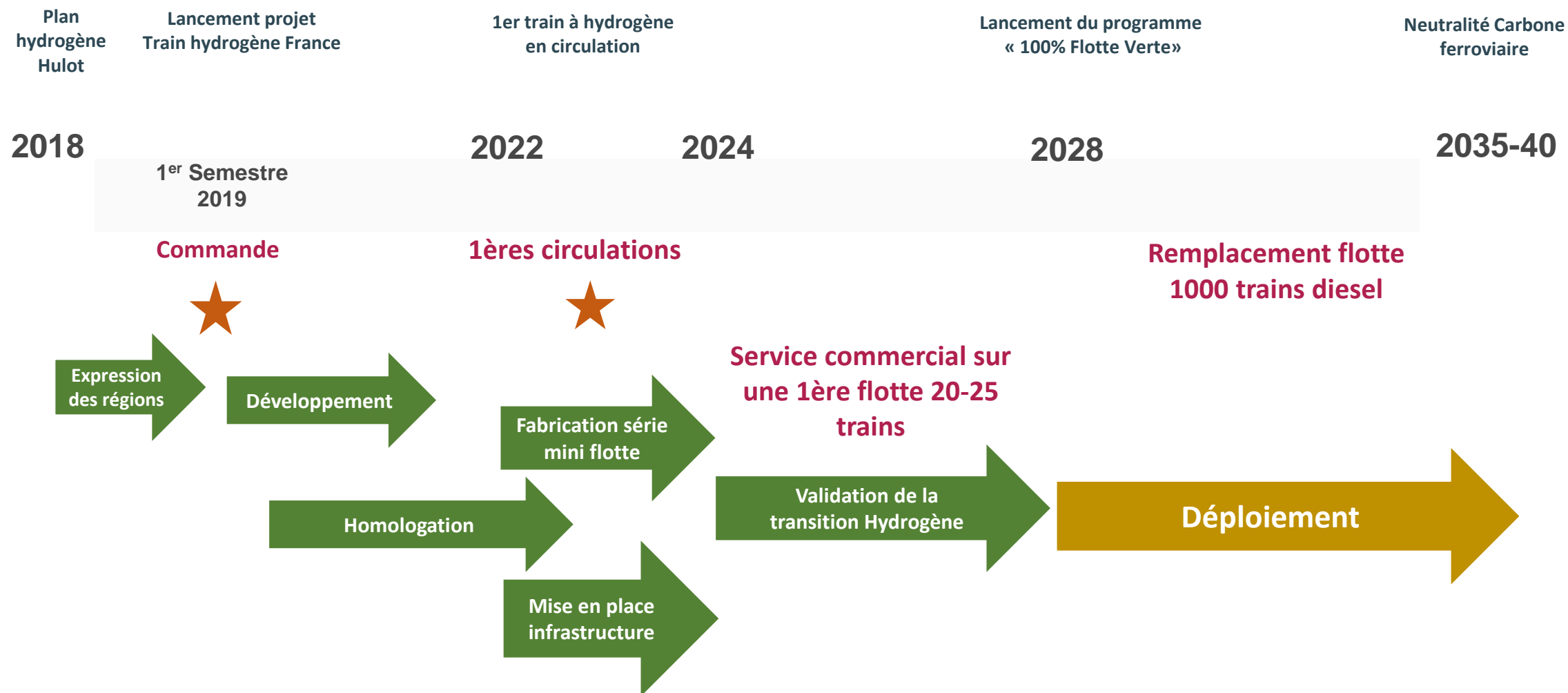
... et une solution adaptée pour les Régions françaises...



Le Coradia polyvalent Regiolis
Bi-mode (Hydrogène – électrique)

- Zéro émission
- 1^{ères} rames en 2022

LE CALENDRIER DU TRAIN À HYDROGÈNE EN FRANCE



Les impacts vertueux du projet hydrogène sur la filière

Structuration de la filière par le ferroviaire

- Le besoin H2 pour le ferroviaire est **prévisible, localisable, répétitif, longue durée**
- Emergence d'**écosystèmes hydrogène** dans les territoires
- Attraction d'**autres consommateurs** (bus, voitures...)

Connaissance de la technologie hydrogène pour la transition énergétique

- Création de **nouveaux métiers & compétences** dans les territoires
 - chez Alstom
 - chez les fournisseurs **fabricants de composants français**
 - chez les **opérateurs, mainteneurs et AOT**



PITCH

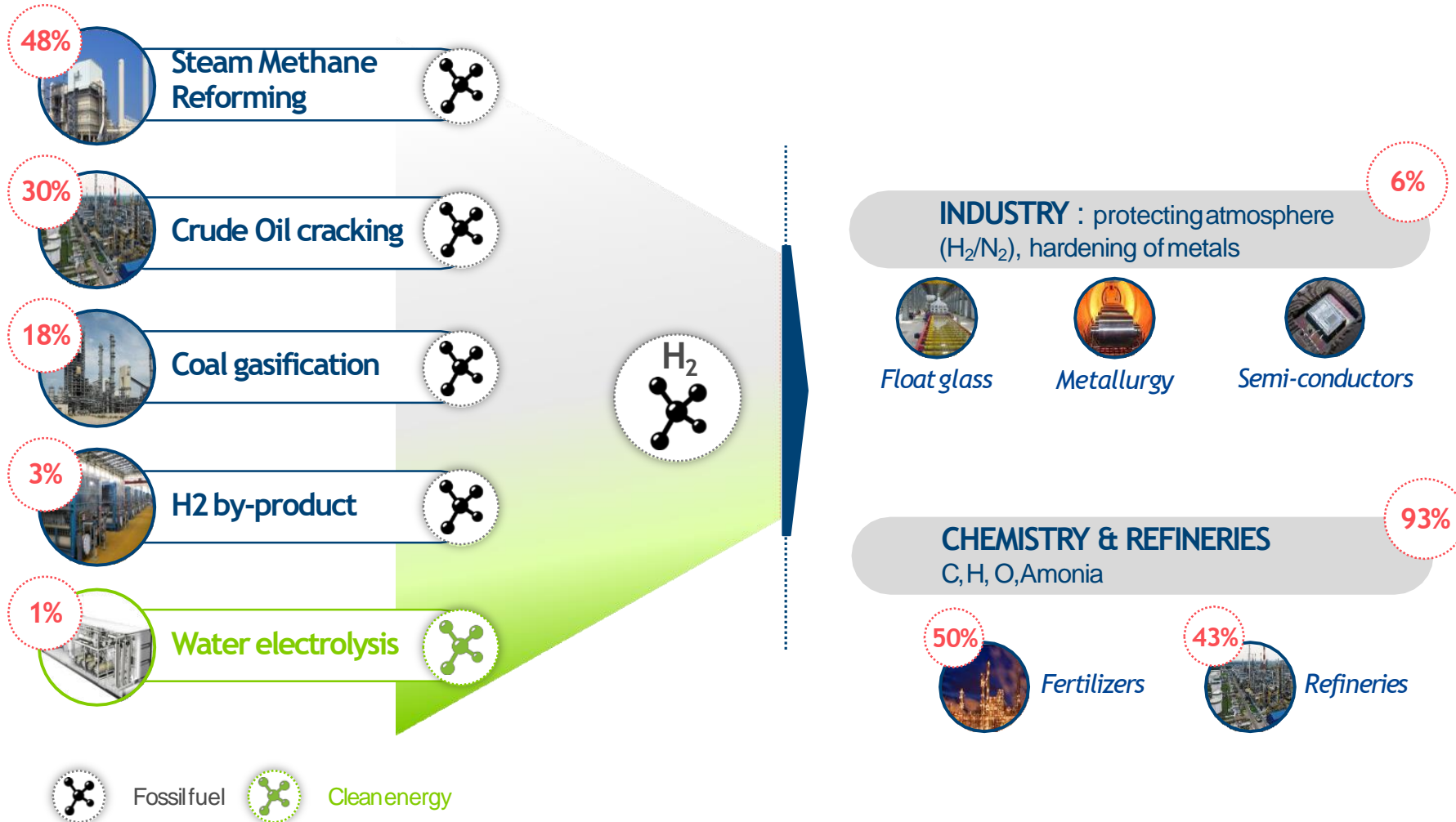
« Les besoins des industriels, et cas d'usage
avec des PME »

Pascal MAUBERGER, Président Directeur
Général

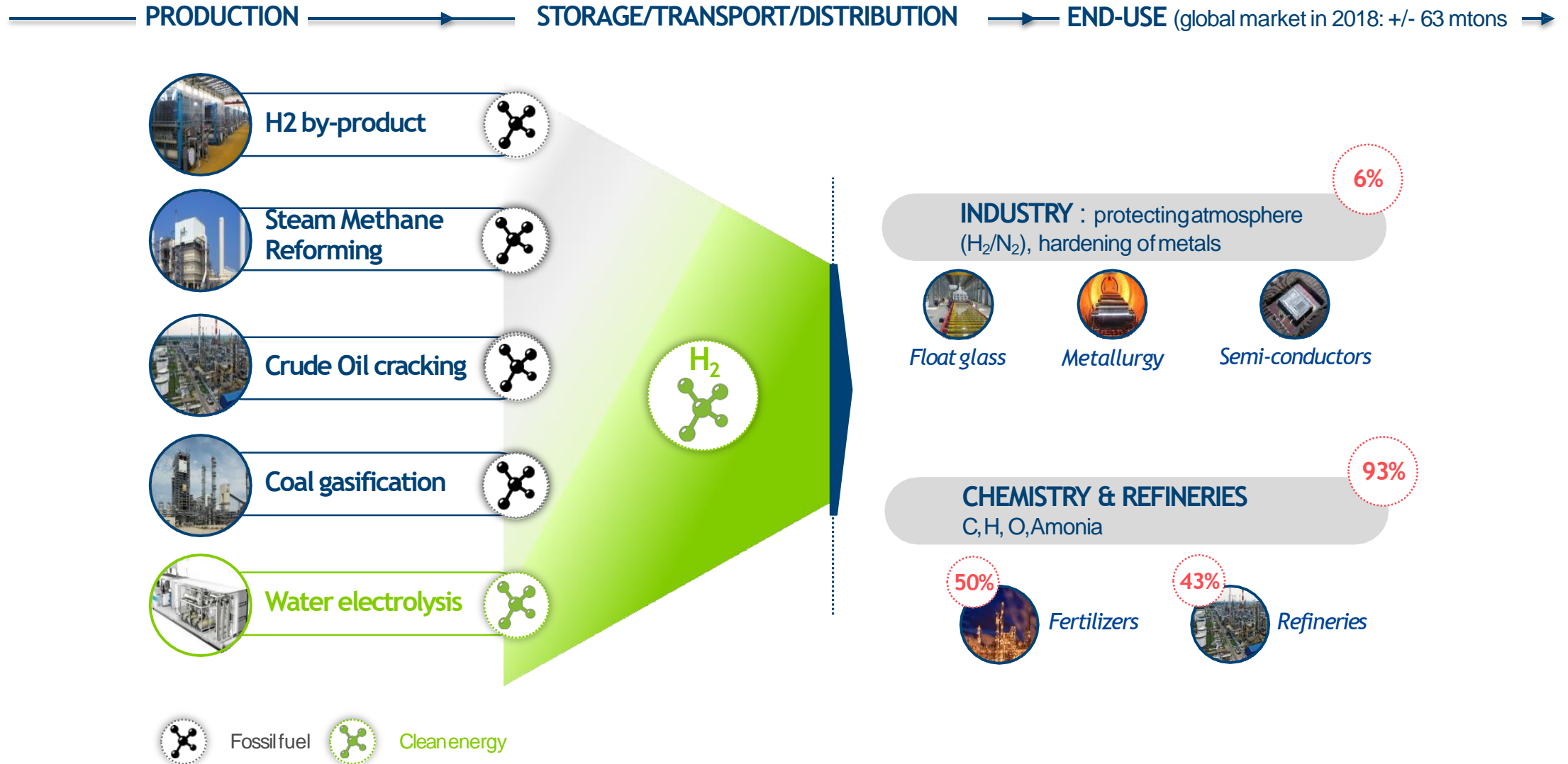
McPHY

Actual landscape of Hydrogen for Industry : 63 Mt of H₂ → > 630 Mt of CO₂

PRODUCTION → STORAGE/TRANSPORT/DISTRIBUTION → END-USE (global market in 2019: +/- 63 mtons →)



Hydrogen future trends



McPhy's references in Electrolysis

MCPHY WILL HAVE INSTALLED
16 MW
 OF HIGH CAPACITY ELECTROLYZERS
 = **MORE THAN**
 7 TONS OF CLEAN HYDROGEN
 PRODUCED PER DAY

Alc, ATM	Audi 6 MW 2013
Alc, ATM	Prenzlau 0.5 MW 2013
Alc, 30 b	H2Ber 0.5 MW 2014
Alc, 30 b	Hebei 4 MW 2017
Alc, 30 b	EnergieDienst 1 MW 2017
Alc, 30 b + PEM	Jupiter 1000 1 MW 2018
Alc, 30 b	RAG 0.5 MW 2018
Alc, 30 b	SMT-AG 0.5 MW 2019
Alc, 30 b	Confid. 2 MW HCD 2019

McPhy | March 2019

Key Learnings :

- ALKALINE brings robustness
- 30 bar is a must
- Efficiency is key
- Flexibility brings value
- Modularity is important

PtG | References under operation: Audi (Werlte) - 2013

Industrial hydrogen & Power-to-Gas: Audi, One of the first PtG project in Europe

- Operated by Etogas
- **6 MW atm** Hydrogen production
- In operation since October 2013

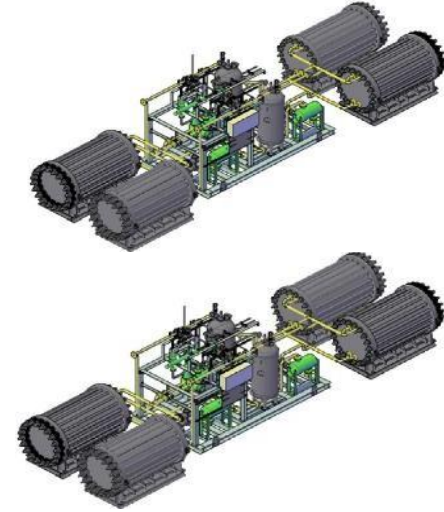


HEBEI | 4-10W Platform - Project in realization

Coupling with Mobility Project

Realistic outlook to a 10MW-platform today (HEBEI):

- Currently the shown layout is equipped with 4 Module of 2 MW with stacks of 0,5 MW
- Complete showcase for a wind power driven hydrogen plant incl. truck-out infrastructure and future HRS(400 kg)



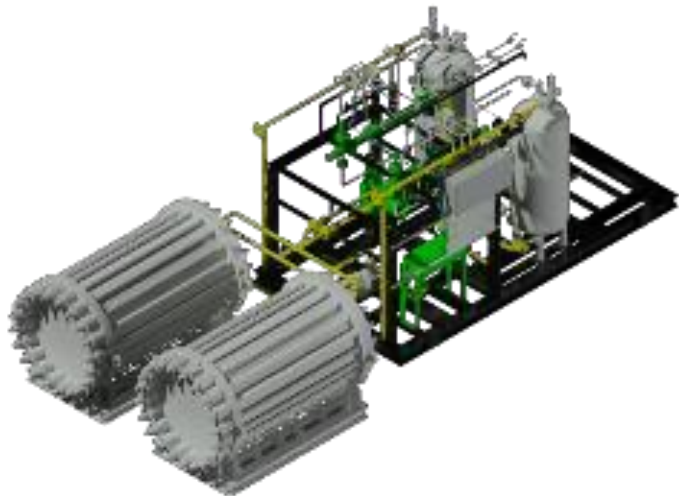
Starting Date : 2019
4 MW



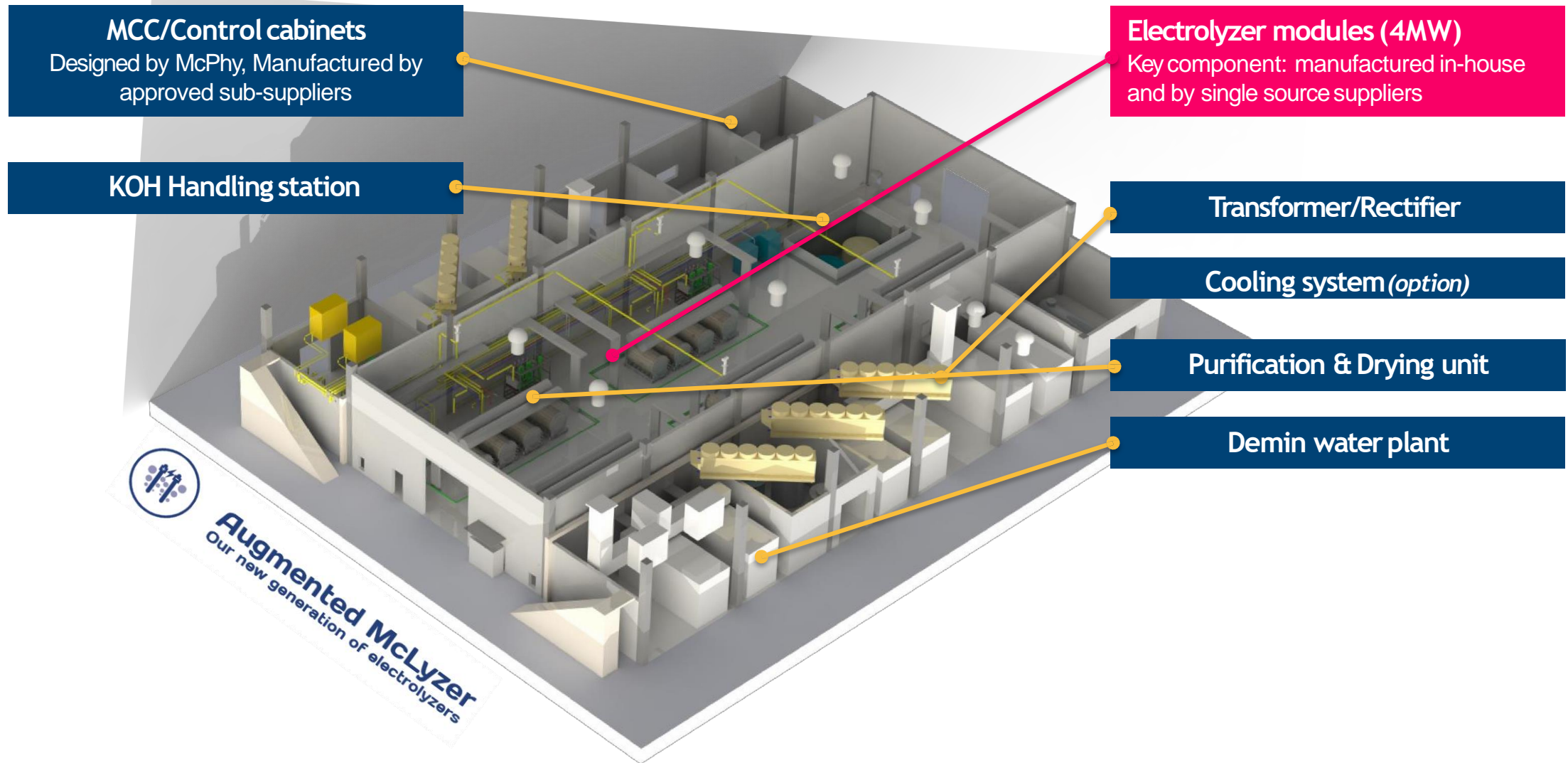
PtG | EnergieDienst, ENBW Group (Germany) 1 MW at 30 bar

First hydrogen project in partnership with Center For Solar Energy

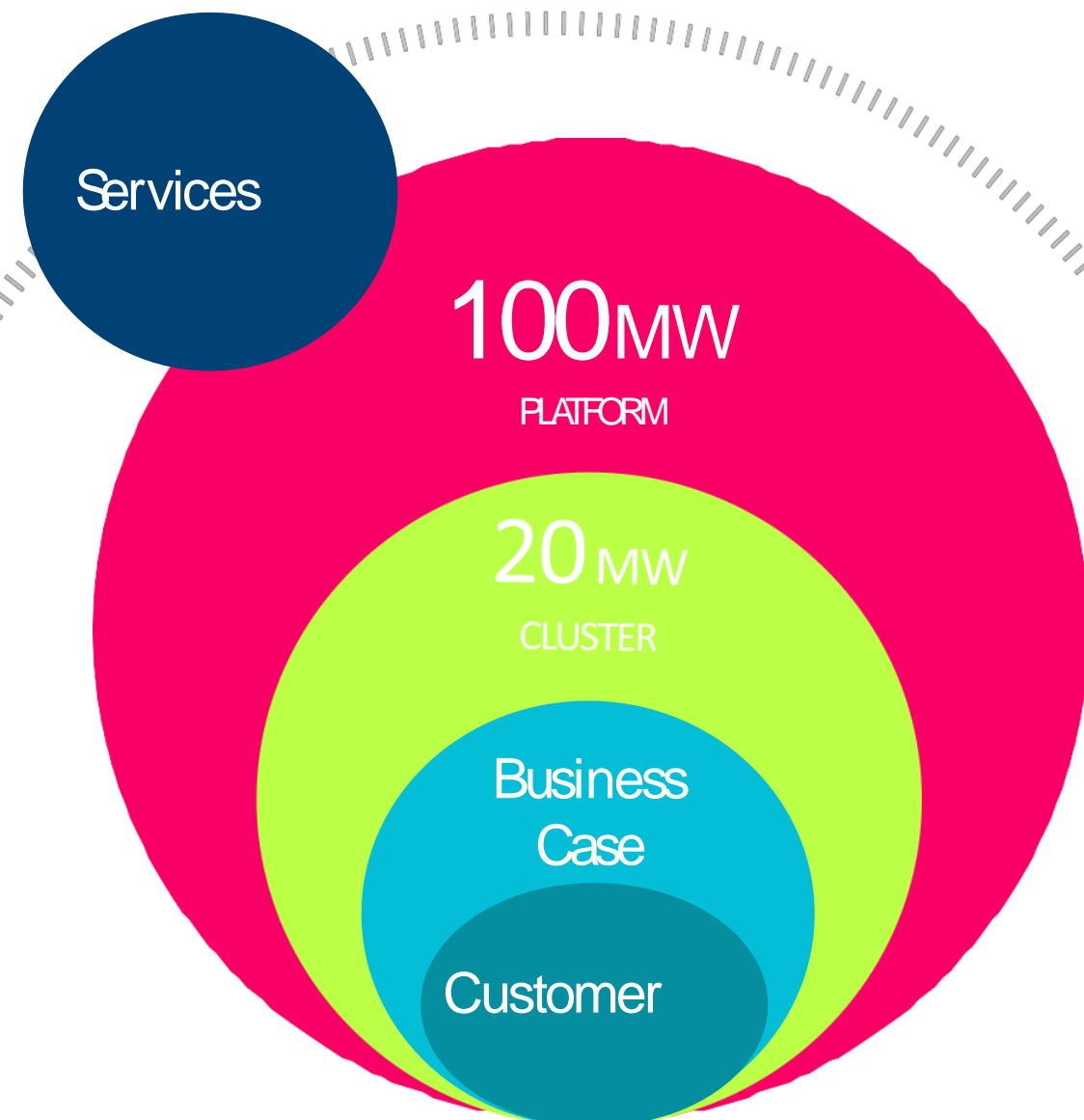
- 2 McLyzer 100 : 200 Nm³/h - 1 MW at 30 bar
- Delivery end 2017, commissioning in November 2017
- H₂ application : mobility, Industry, Storage



20 MW cluster: an optimized architecture easy to integrate in industrial context



Integrated Value Proposal for Industry

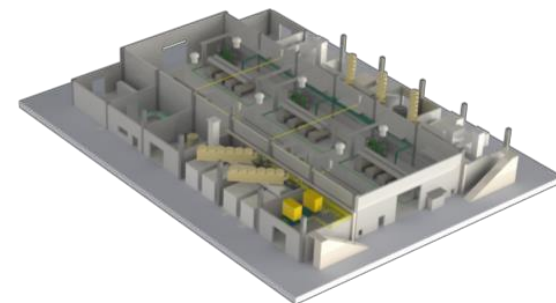


Focus on Viable Business Case with Customers:

- Key Segments : Advanced Fuel (refineries, methanol, ammoniac..), Green Chemicals, Steel Plant, P2G...
- Projects screening with TCO approach
- Feasibility study : Business case & Basic Engineering

Differentiate on Large ELY Platform :

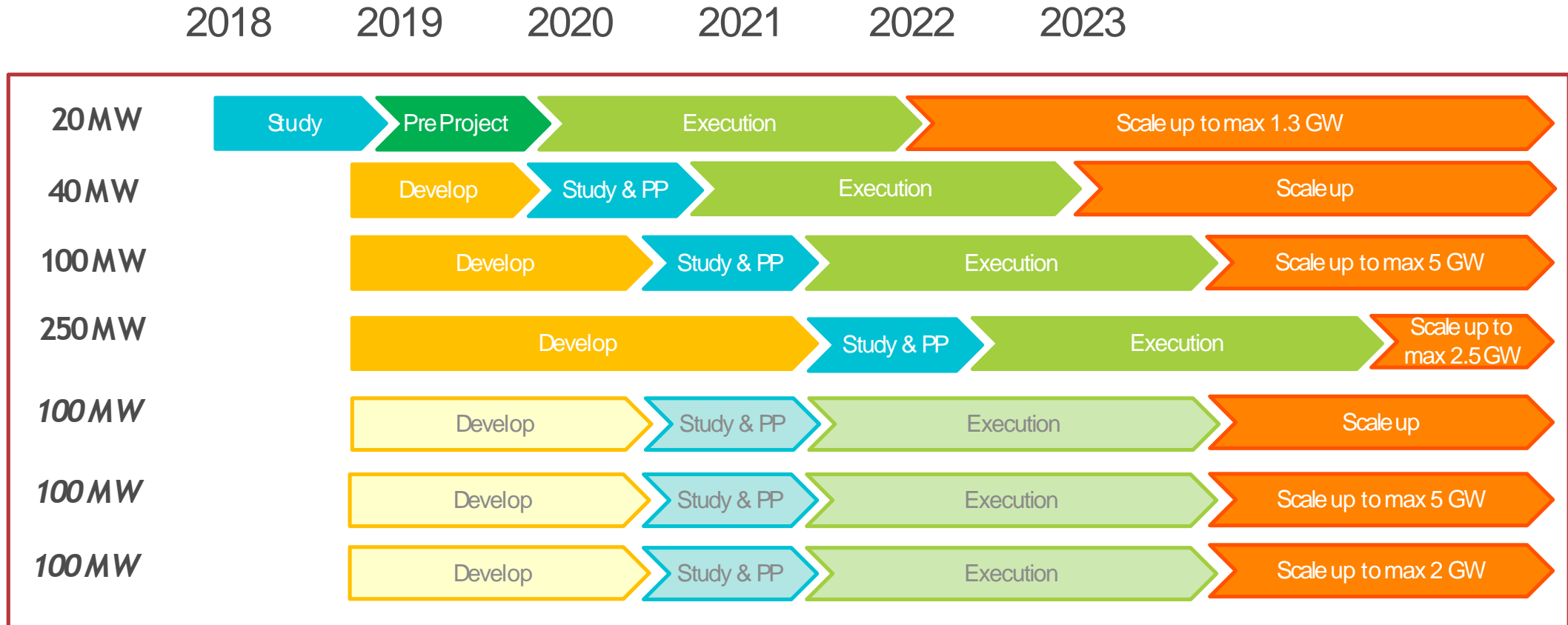
- 20 MW Platform
- 100 MW Platform



Increase Service Proposal

- Turnkey ELY and EPC Partner
- Financing
- Maintenance
- Digital Solution "Big Data"

Major industrial players committed to develop very large platform projects



McPhy : a “scalable” Industrial Plan

Stack manufacturing McPhy Italy



2018 Ind.
Capacity : 50 MW / year – “Hebei Like”

- 2019/2022 evolution of Ind.**
- 100 MW capacity
 - 200 MW capacity in two shifts
 - 400 MW capacity in two shifts external storage



TOTAL > 500 MW / year

BOP Assembly- Contractors



2018 :
12 to 25 BOP/ year – “Hebei Like”

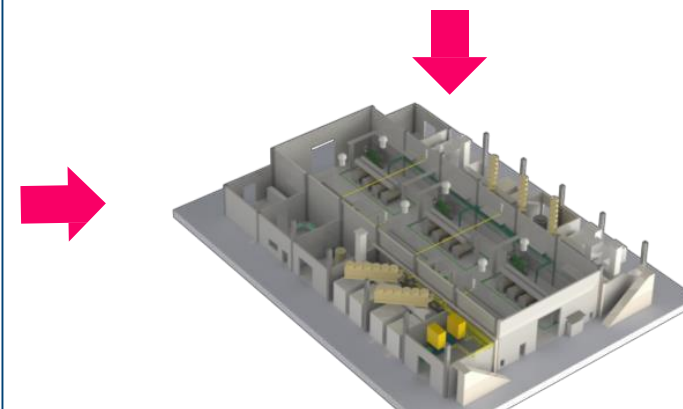
- 2019/2022 :**
Sub contractor Skid and BOP:
- France : 25 to 75 BOP per year
 - Germany : 25 BOP per year
 - China : under evaluation

TOTAL > 100 BOP / year

Key Components secured with Supply Agreement



- Electrodes
- Transformers
- Separators
+ H2 Test platform for New ELY



100 / 500 MW per year



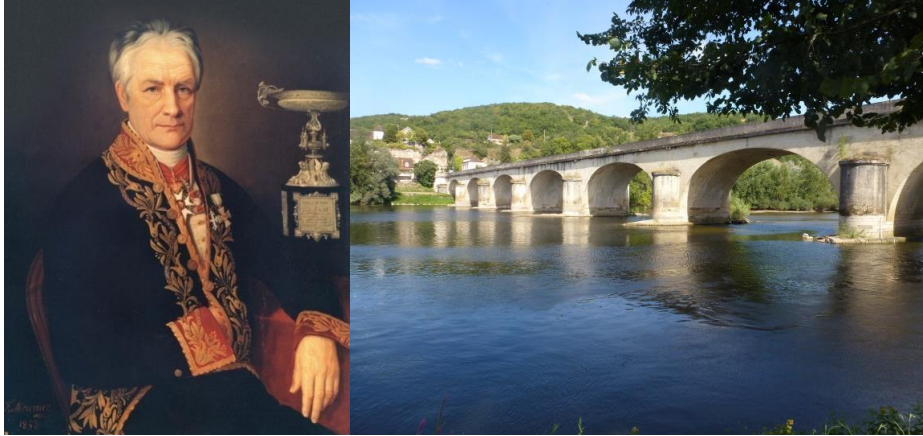
PITCH

Marie GODARD-PITHON

DIRECTRICE ADJOINTE INNOVATION, VICAT



A L'ORIGINE, UNE DECOUVERTE SCIENTIFIQUE

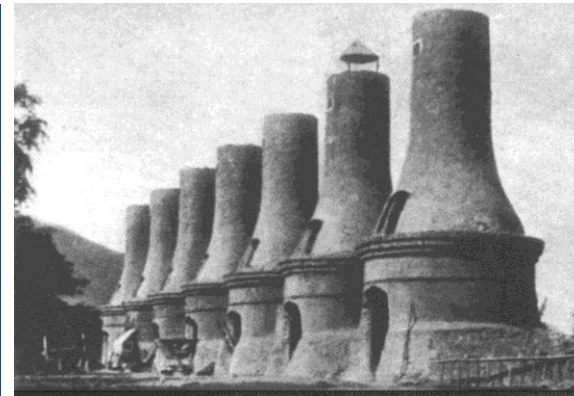


En 1817, Louis Vicat invente le ciment artificiel lors de la construction du pont de Souillac dans le Lot.

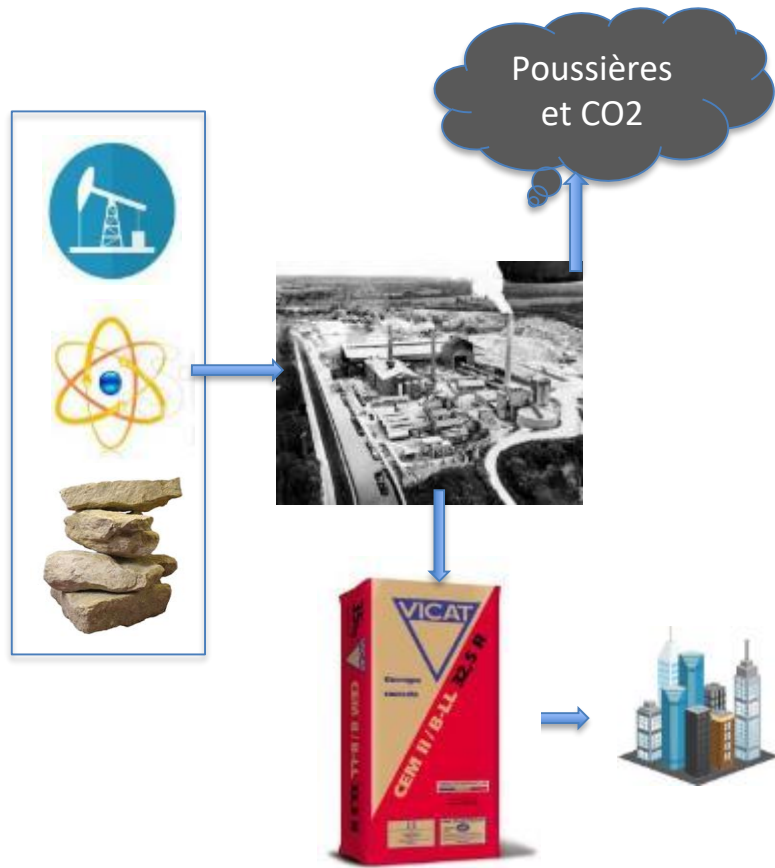


En 1853, son fils Joseph Vicat crée la première cimenterie du Groupe au Genevrey-de-Vif en Isère.

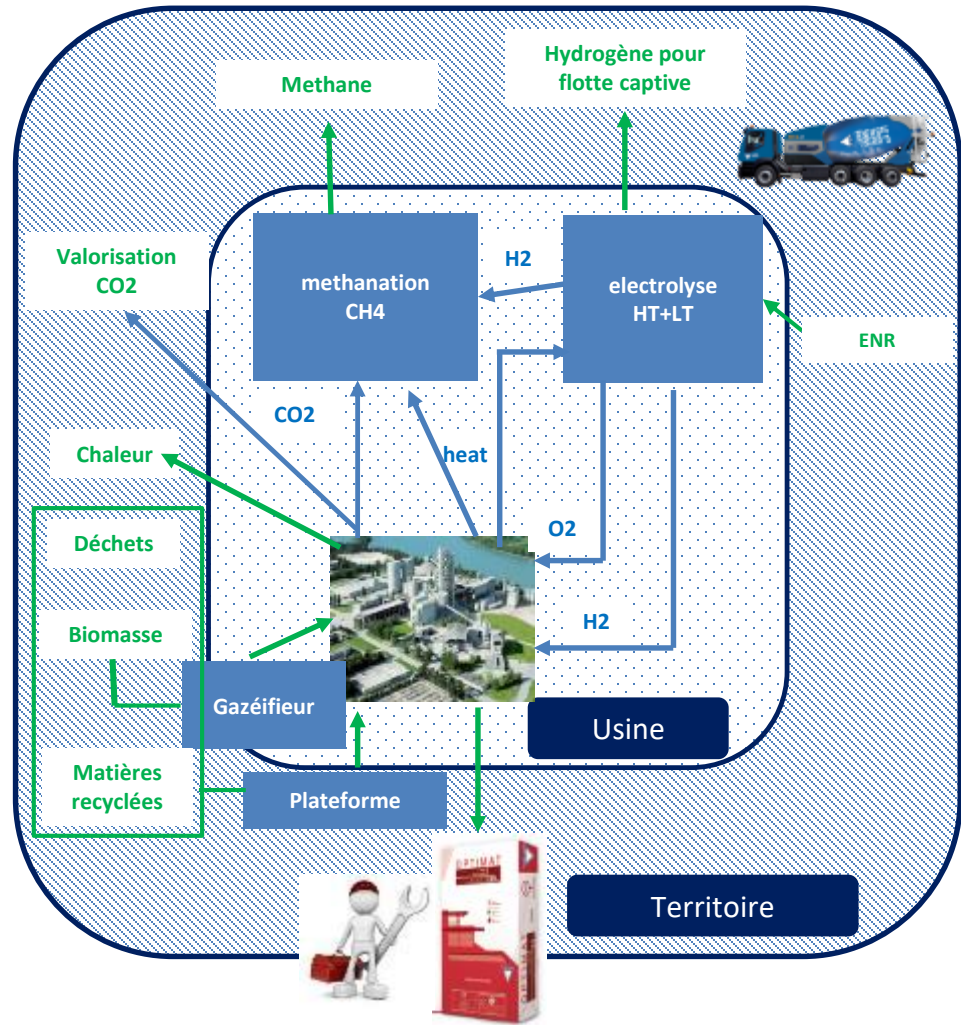
Les fours dits « biberons » de l'usine du Genevrey-de-Vif.



De 1853 à nos jours, **7 générations de dirigeants** ont œuvré au développement de l'entreprise.



Ancien modèle

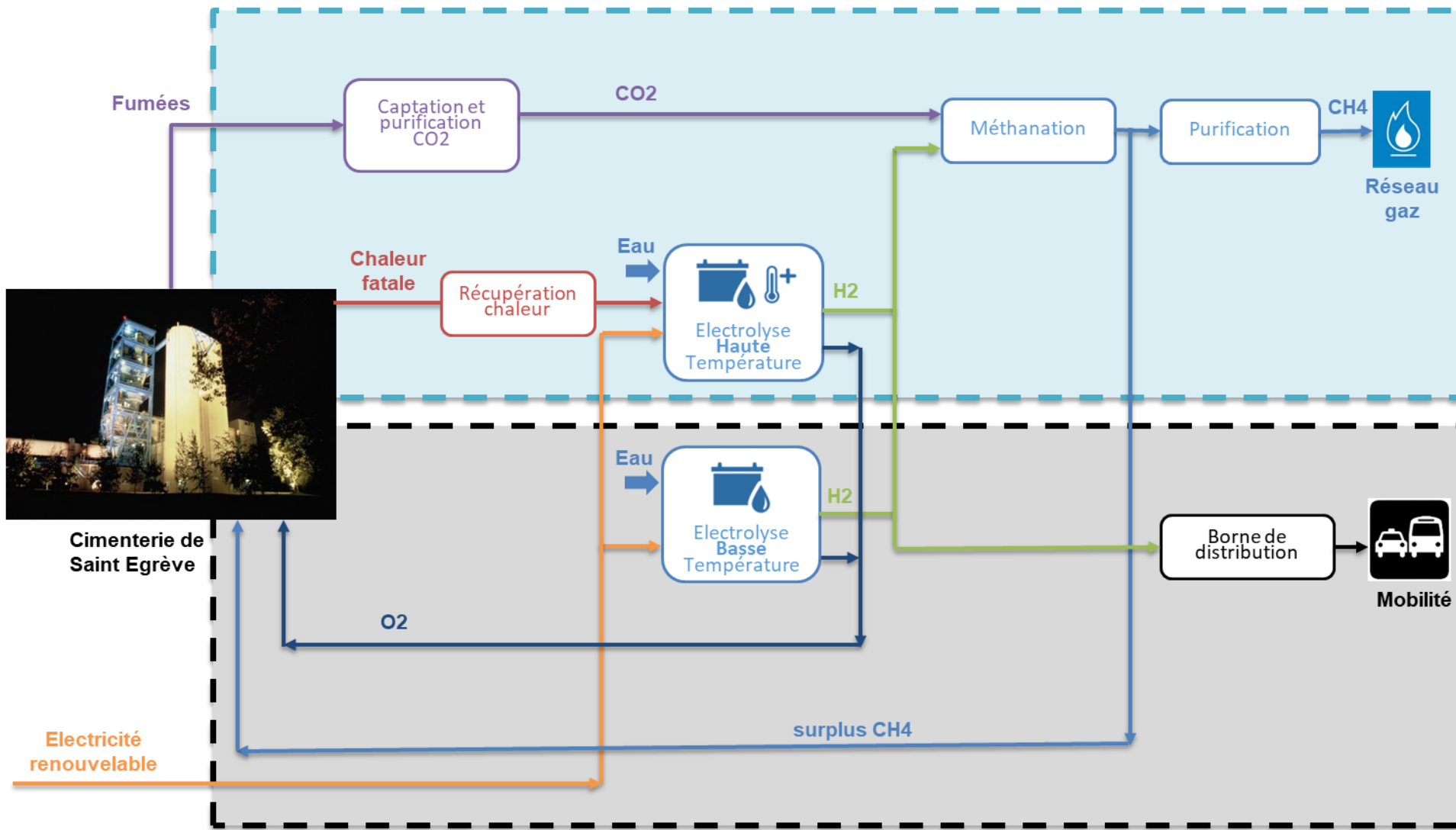


Nouveau modèle

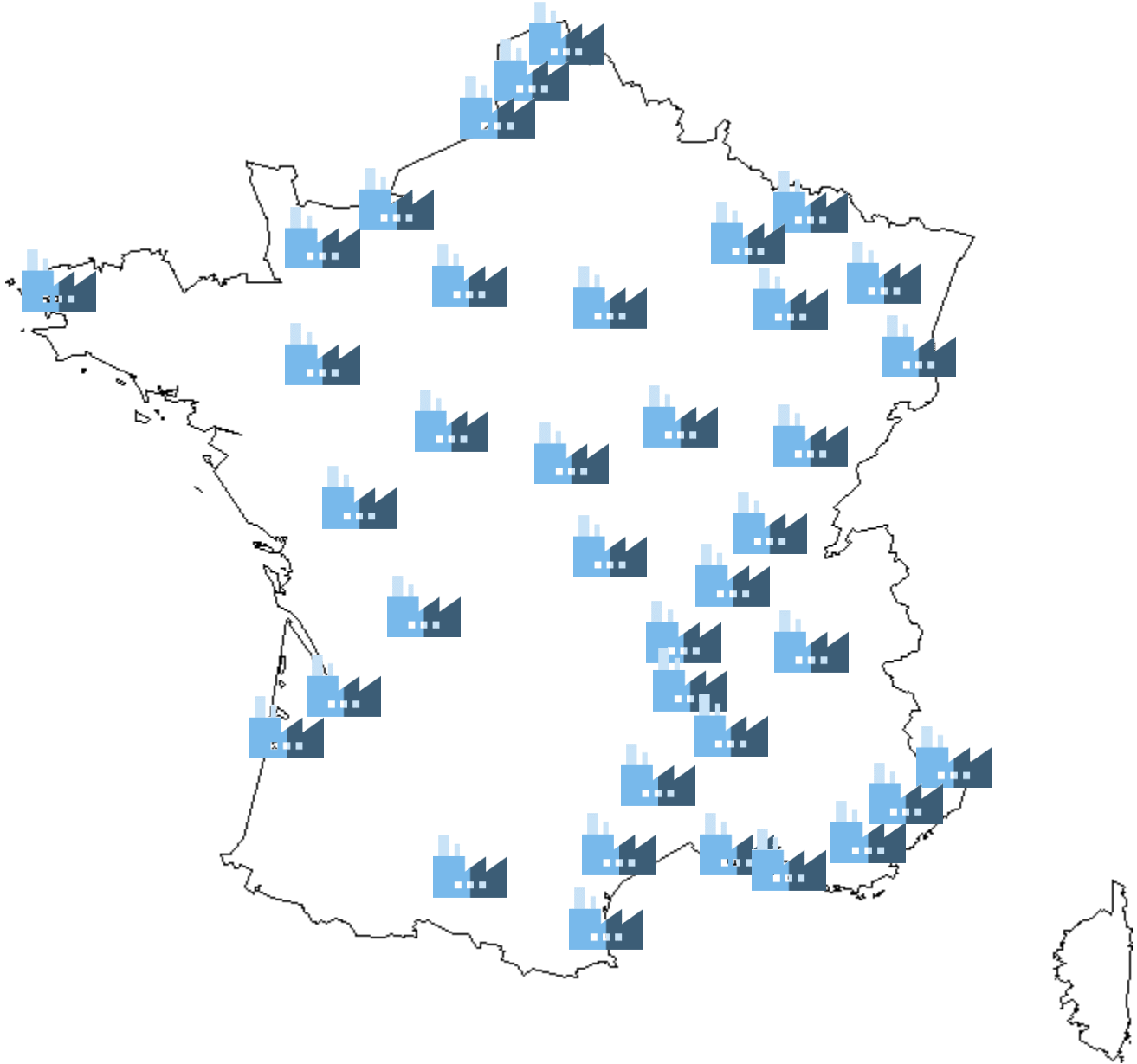
VALOMé – volet valorisation énergétique



VALOMé – volet mobilité décarbonée



PRINCIPAUX SITES DE PRODUCTION DE CIMENT EN FRANCE





PITCH

« Toyota's approach towards vehicle
electrification »

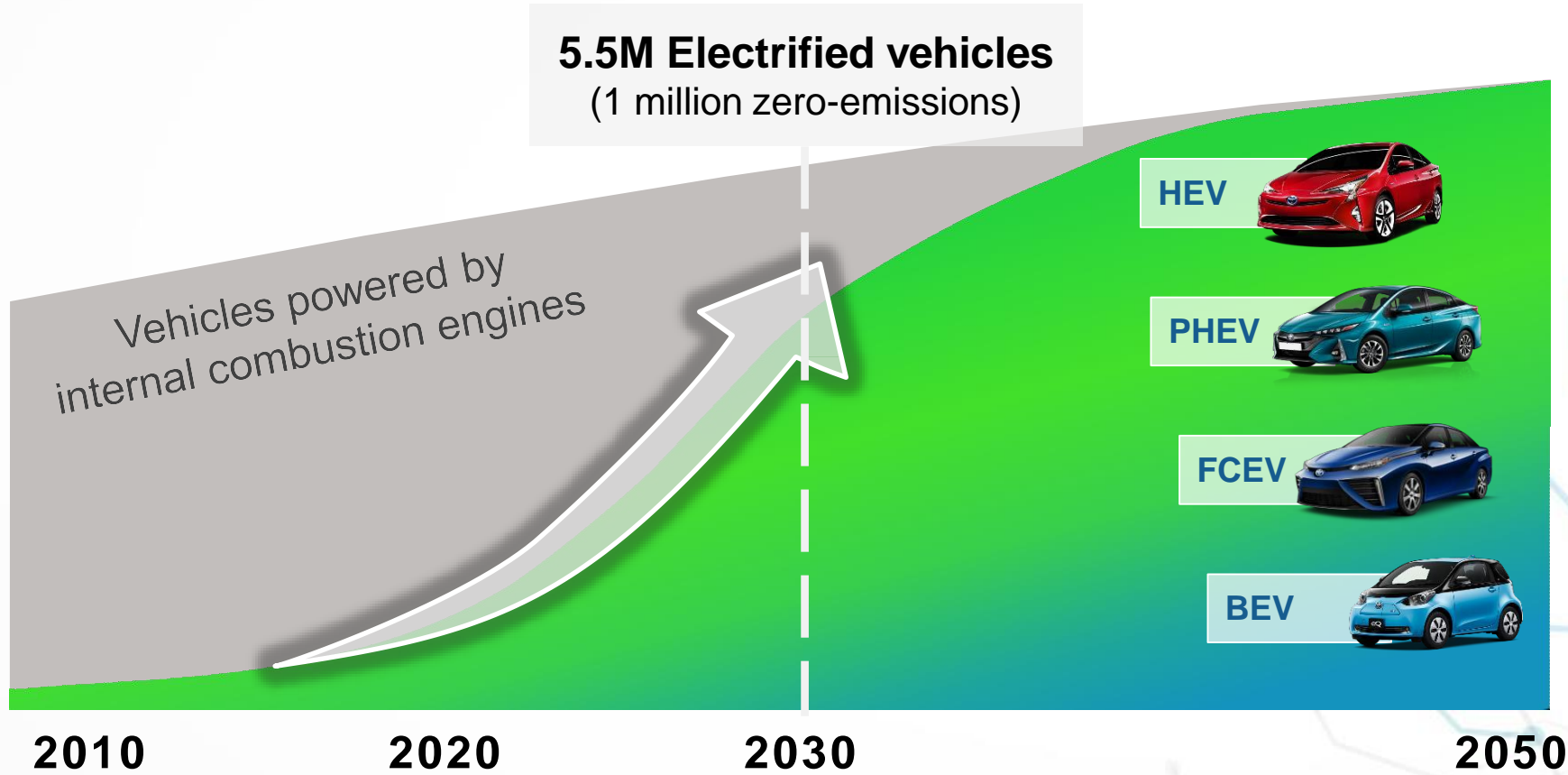
Rody EL CHAMMAS

MANAGER NEW MOBILITY DIV. TOYOTA MOTOR EUROPE



Challenge 1

New Vehicle Zero CO₂



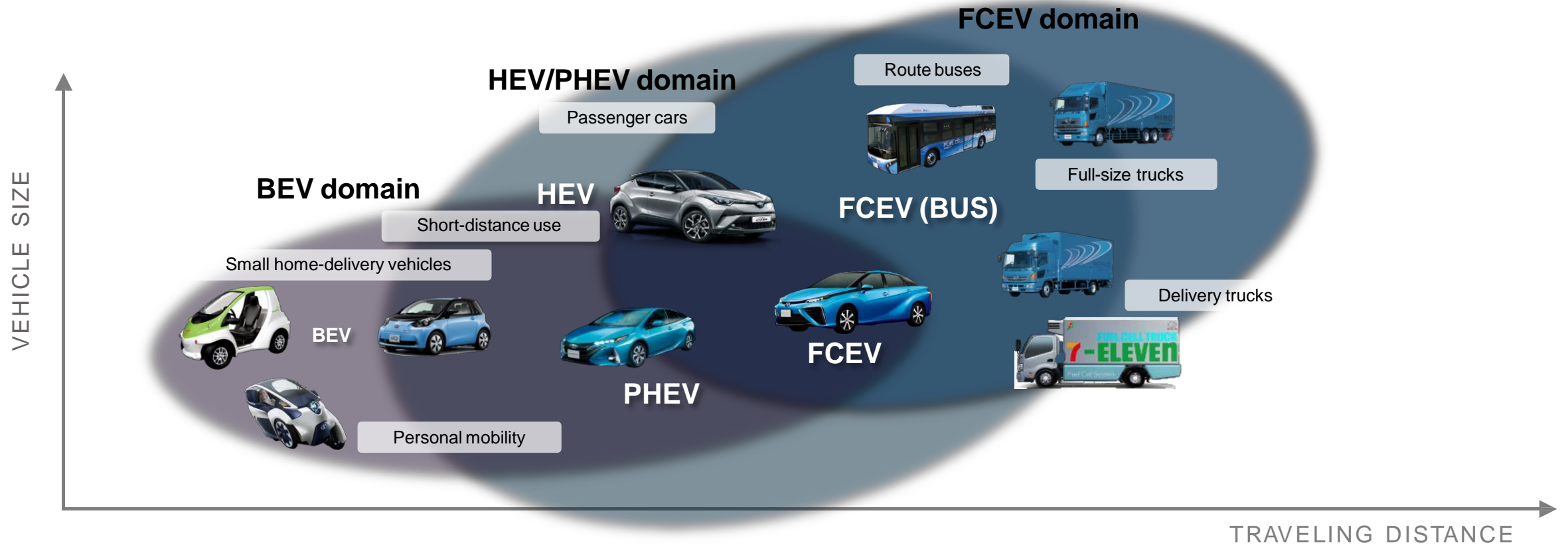
Accelerate next-generation vehicle development toward **90% reduction in CO₂ emissions**

*Versus 2010

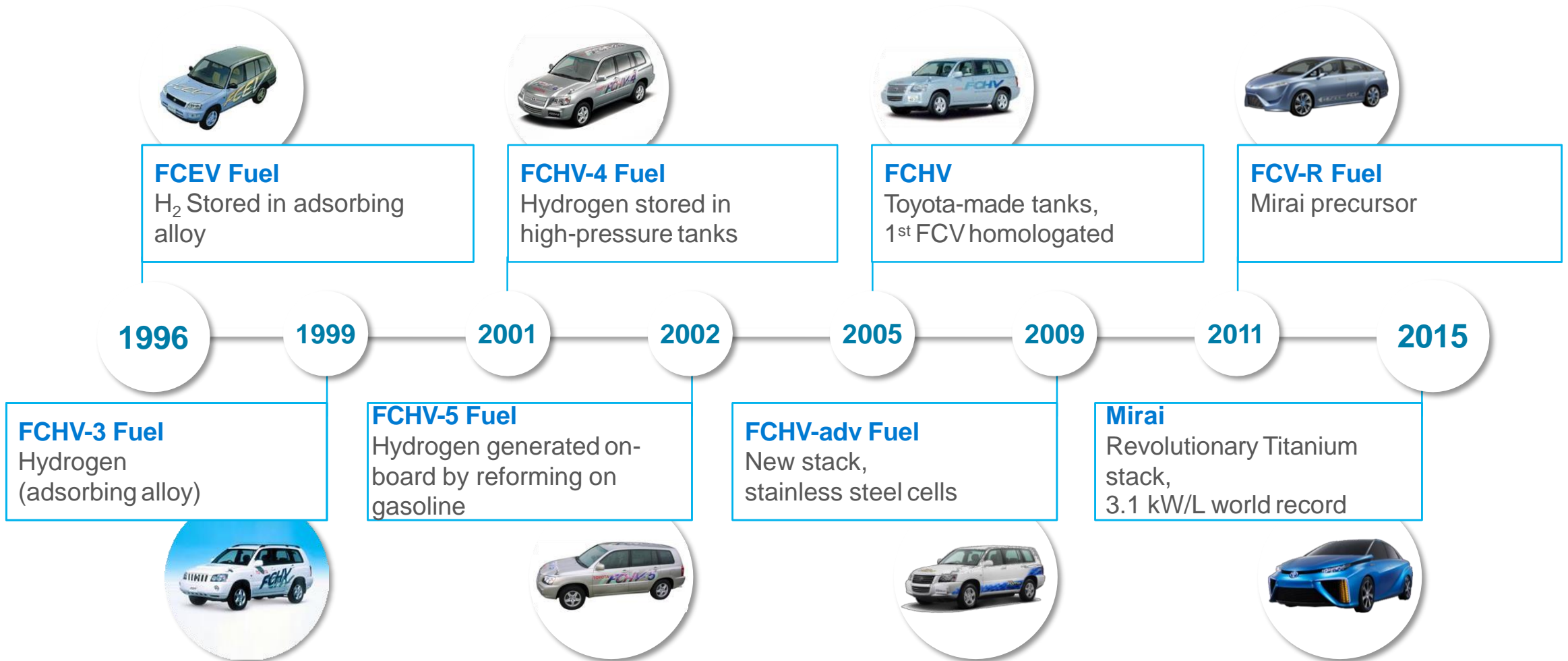
TOYOTA

Toyota's Sustainable Mobility Strategy

“Technology diversification including HEVs allows customers to select a vehicle according to their needs (usage, size, distance, budget, etc....)”



Developing Hydrogen FCEV for more than 20 Years



Mirai

First mass-production Fuel Cell sedan



Launch in
Japan

2014

Launch in
US and
Europe

2015

2,000
Mirai/year

2016

3,000
Mirai/year

2017

30,000
Stacks/year

2020s

TOYOTA

Fuel Cell – New mobility solutions

Active Mobility

Walk

Bike

Public transportation

Plane/
Ferry

Train

Bus

Metro

Corporate / Private mobility services

Taxi

Bike
sharing

eScooter
sharing

Car
sharing

Car-
pooling

Subscription

Ride-
hailing



Caetano FuelCell Bus
Launch in 2020



HysetCo in Paris
+500 Mirai for taxi fleet



CleverShuttle in Hamburg,
Munich, Stuttgart
44 Mirai, 1m km,
270k guest transported

Toyota Group FCEV products



TOYOTA INDUSTRIES CORPORATION



TOYOTA

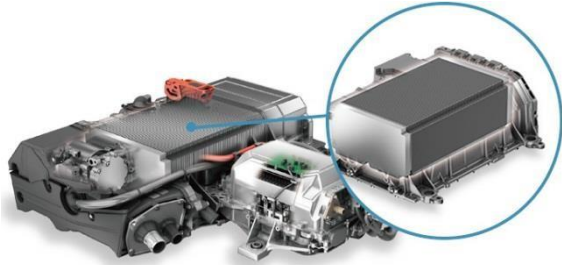
Next, Fuel Cell Bus made in Europe



TOYOTA



CAETANO BUS
GRUPO SALVADOR CAETANO



**Supply - 114kW Fuel Cell Stack
- Essential components**

**Develop and Manufacture
Hydrogen Fuel-Cell Buses**

Caetano Fuel Cell Bus

MAIN DATA



12 m low floor bus



Lightweight aluminium body



Independent front suspension



160 kW SIEMENS motor



37.5 kg H2 tank (5 bottles, 350bar)



45 kWh battery pack (LTO) solution



More than 350 km autonomy (TBC)



H2 : Refuelling time ≈ 15minutes
Battery : Charging time ≈ 15minutes



PITCH

« Le Port, lieu d'interfaçage de multiples besoins et solutions technologiques »

Régine BREHIER

HAROPA Ports de Paris, Directrice Générale

Nouvelles motorisations et avitaillement

Projets et expérimentation



Avitaillement portuaire



Production d'énergie

Catalyser les projets d'économie circulaire (synergie amodiataires – transports alternatifs)

- Paris : production d'H2 avec H2SHIP



- Le Havre : Sedibex (incinération)



Distribution d'énergie

La meilleure énergie, au meilleur endroit, au meilleur moment :

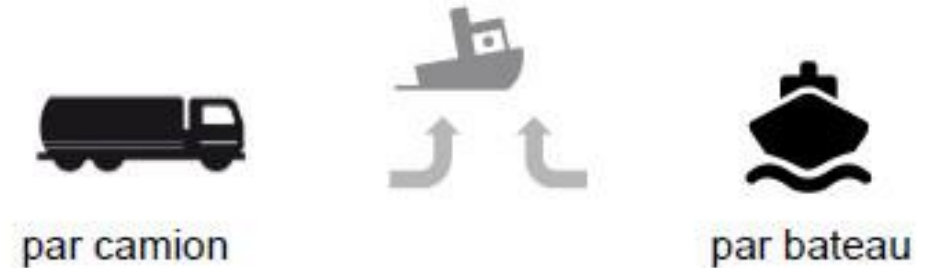
- Constitution d'un réseau de solutions pour nos clients et les métropoles

Distribution fixe



Une distribution fixe est le mode classique de distribution de carburant pour les véhicules. Le raccordement du site de production au site de consommation via un conduit permet de limiter les ruptures de charge entre la production et la consommation.

Distribution mobile



Une distribution mobile est le mode de distribution actuellement utilisé par les bateaux sur la Seine. Le consommateur ne perd pas de temps (et de carburant) à se rendre sur un site pour s'avitailer.

Rôle des ports à l'avenir

Réseaux énergétiques du futur

Défis de la généralisation de l'H2

- Produire un hydrogène « bas carbone »
- Réduire les coûts
- Transport et stockage



Station de recharge en énergies vertes du Quai des Énergies mise en place par CNR



LE
PRINTEMPS DE LA
RECHERCHE

L'HYDROGENE, LES PERSPECTIVES SCIENTIFIQUES,
TECHNOLOGIQUES ET INDUSTRIELLES EN FRANCE
ET DANS LE MONDE

EDF Lab PARIS-SACLAY

Le 12 juin 2019



DEBAT

« La place de l'hydrogène dans les territoires,
vision de la France et de l'Allemagne »

Benjamin FEVRE, HYDEO, Occitanie, animateur filière hydrogène

Christian HECTOR, Communauté d'agglomération de Sarreguemines, DG Services
Techniques

Philippe JAN, CCI des Pays de Loire, Directeur

Michel NEUGNOT, Région Bourgogne Franche-Comté, VP Finances, RH, Transports,
Déplacements et Intermodalités

Frédéric PFEFFER, Agence de Développement Région Heide. Allemagne, Chef de projet



LE
PRINTEMPS DE LA
RECHERCHE

L'HYDROGENE, LES PERSPECTIVES SCIENTIFIQUES,
TECHNOLOGIQUES ET INDUSTRIELLES EN FRANCE
ET DANS LE MONDE

EDF Lab PARIS-SACLAY

Le 12 juin 2019



En quoi l'hydrogène décarboné peut-il servir la
transition énergétique ?

En se substituant à l'hydrogène carboné actuellement utilisé dans
l'industrie

En servant de matière première pour fabriquer des produits
industriels

En alimentant des véhicules de transport lourd



LE
PRINTEMPS DE LA
RECHERCHE

L'HYDROGENE, LES PERSPECTIVES SCIENTIFIQUES,
TECHNOLOGIQUES ET INDUSTRIELLES EN FRANCE
ET DANS LE MONDE

EDF Lab PARIS-SACLAY

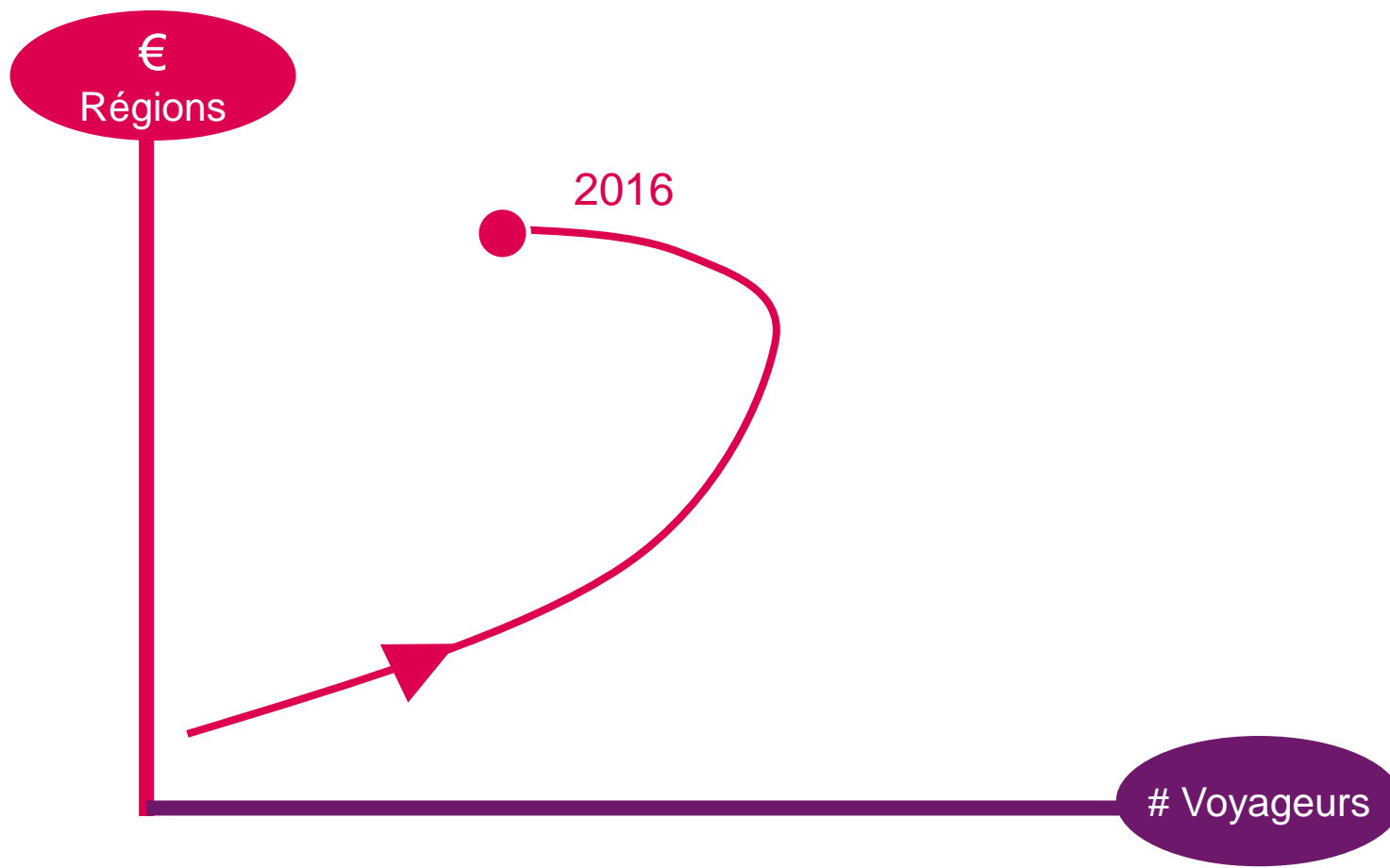
Le 12 juin 2019



CONCLUSION

FRANK LACROIX

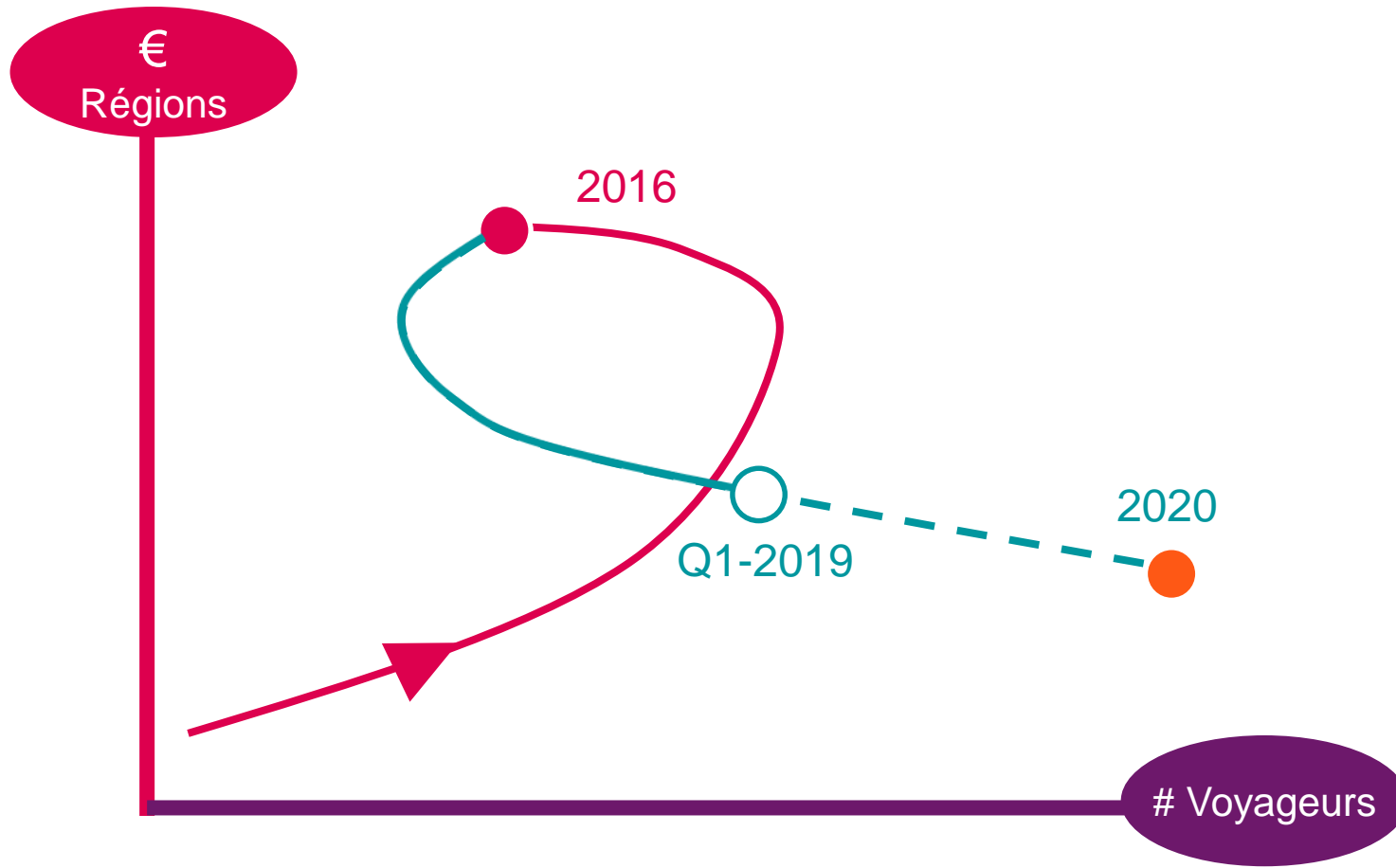
DIRECTEUR GÉNÉRAL TER, SNCF MOBILITÉS



Plus fiable, sûr et moins cher

Attirer plus de Voyageurs

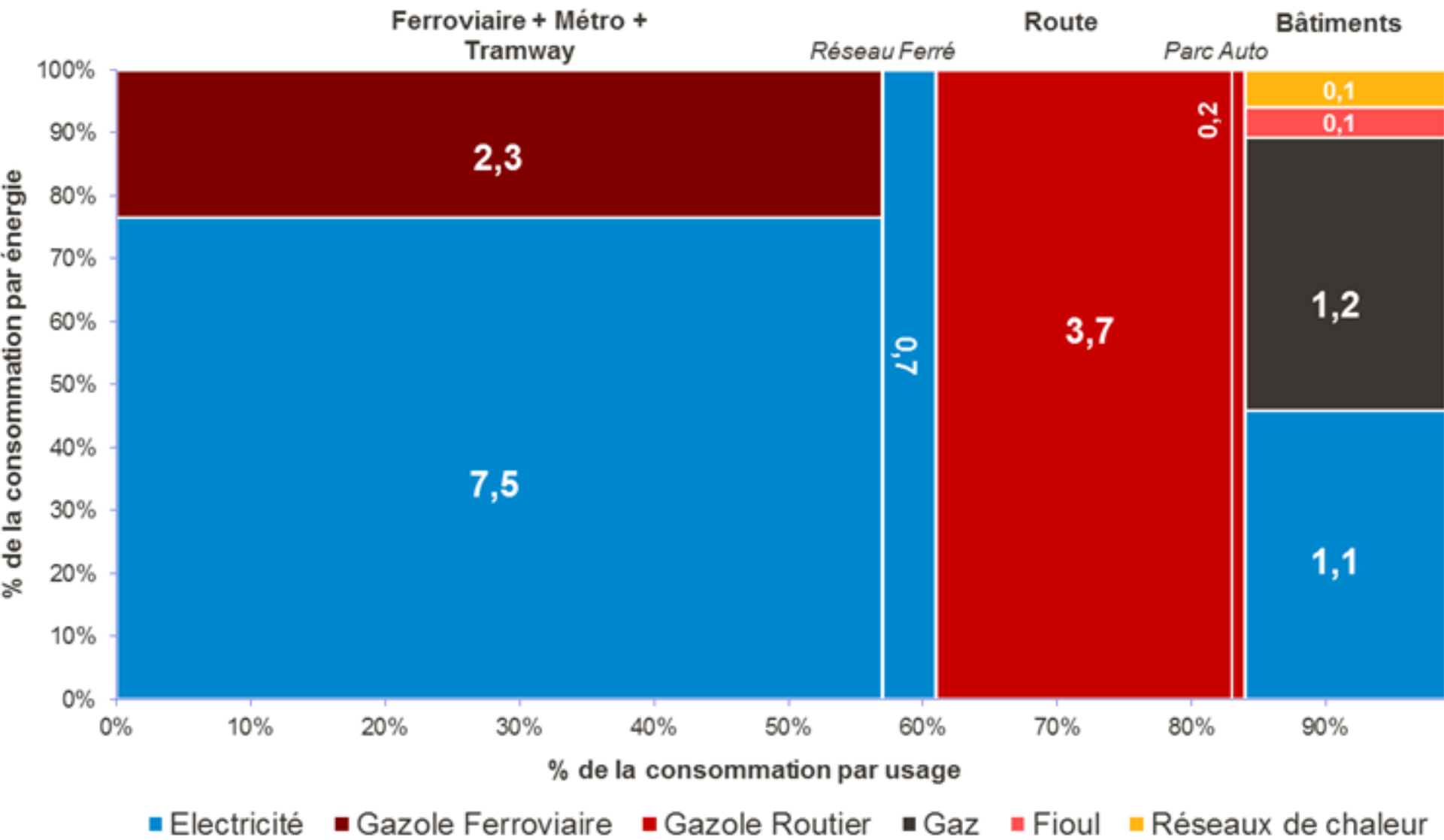
S'ancrer dans les territoires





APPORTER À CHACUN **LA LIBERTÉ**
DE SE DÉPLACER **FACILEMENT**
EN PRÉSERVANT **LA PLANÈTE**

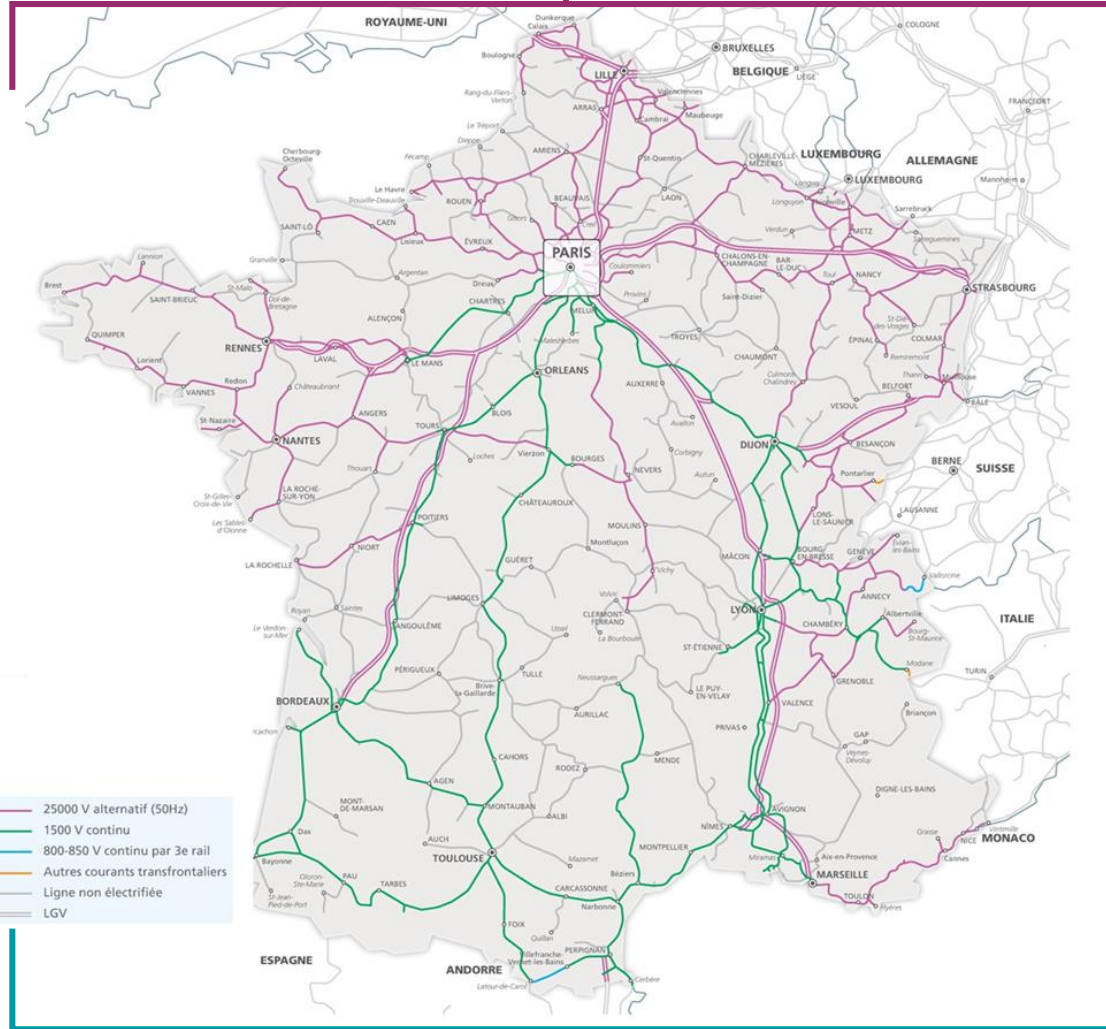
16,9 TWh d'énergie consommée par SNCF (2017)






€
1,2 Mds

CO₂
2,9 Mt

Ensemble ferroviaire



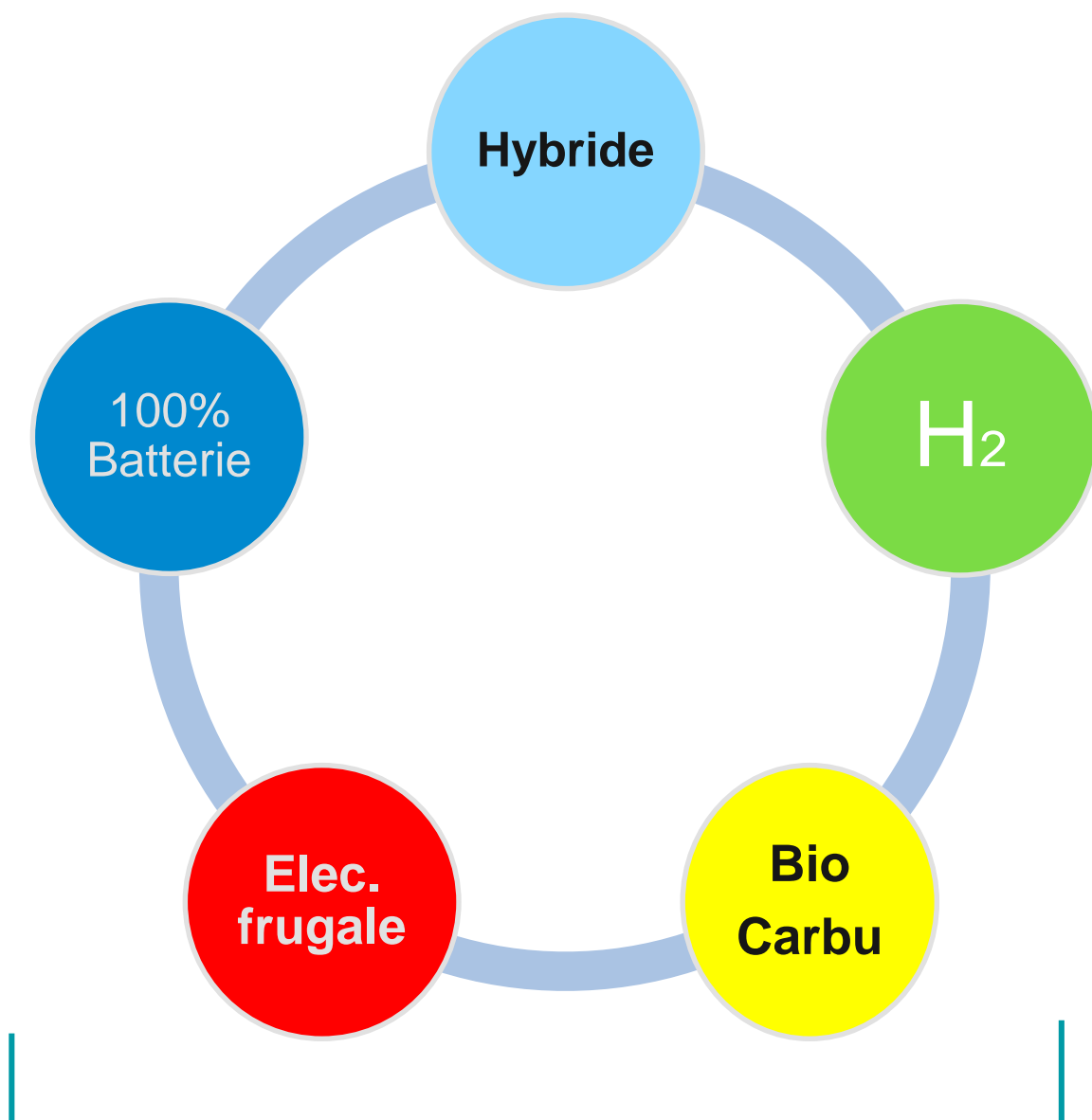

50 %
de lignes électrifiées
80 %
des déplacements




MWh 25 %

50 %
CO₂ 75 %

Activité TER



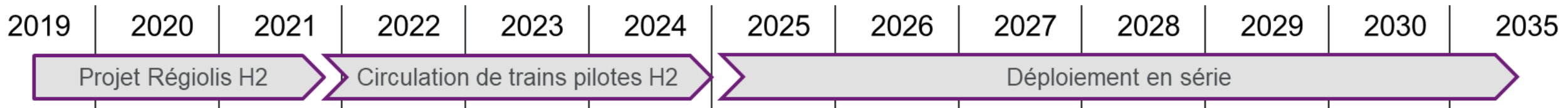
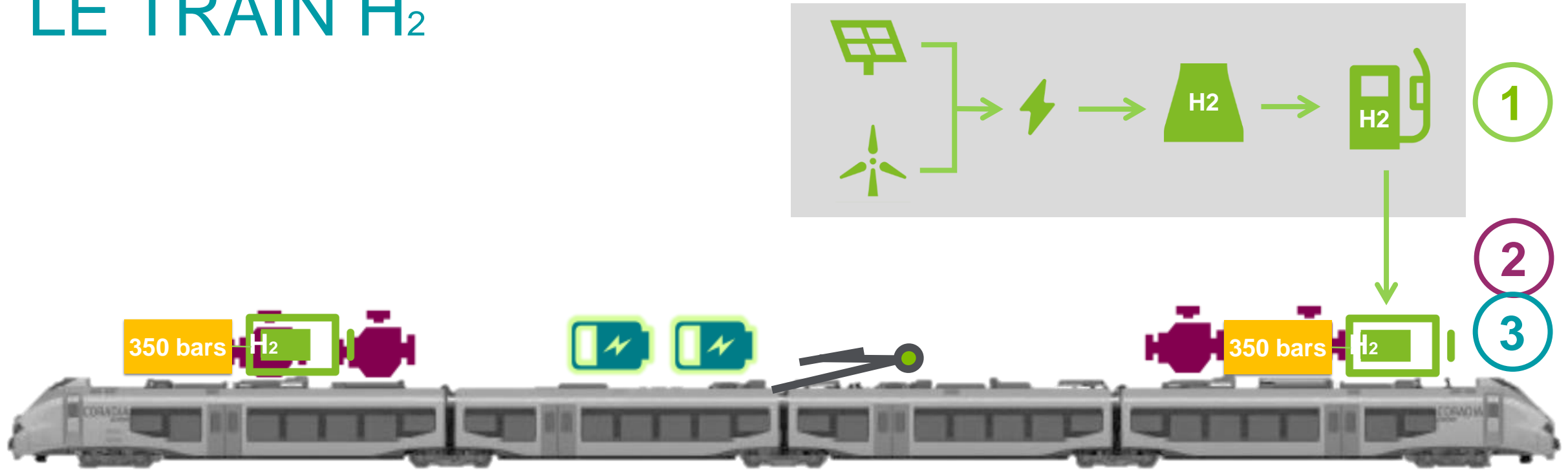
FORUM DE LA
R&D



	
MWh	25 %
	50 %
CO ₂	75 %

Activité TER

LE TRAIN H₂





LE
PRINTEMPS DE LA
RECHERCHE

L'HYDROGENE, LES PERSPECTIVES SCIENTIFIQUES,
TECHNOLOGIQUES ET INDUSTRIELLES EN FRANCE
ET DANS LE MONDE

EDF Lab PARIS-SACLAY

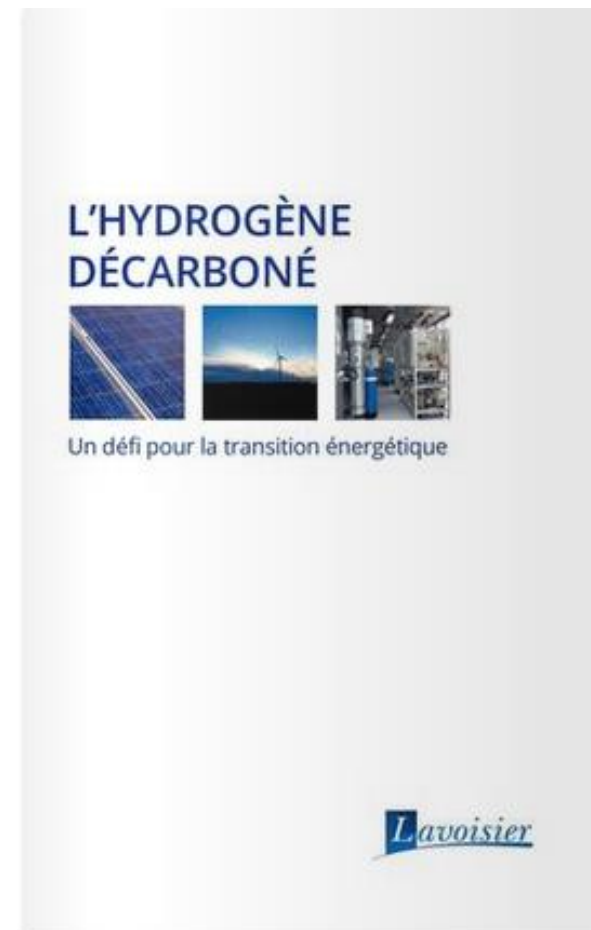
Le 12 juin 2019

L'HYDROGÈNE DÉCARBONÉ

Un défi pour la transition énergétique

À la fois vecteur énergétique, carburant, matière première, stockable et transportable, l'hydrogène est aujourd'hui produit à 96 % à partir de matières premières d'origine fossile. Produit à partir d'électricité décarbonée, il devient un enjeu de la transition énergétique. L'hydrogène, ses modes de production et son conditionnement, sa distribution, ses usages et ses limites sont présentés dans ce livre. Un ouvrage facilement accessible pour tout savoir sur ce combustible d'aujourd'hui et de demain.

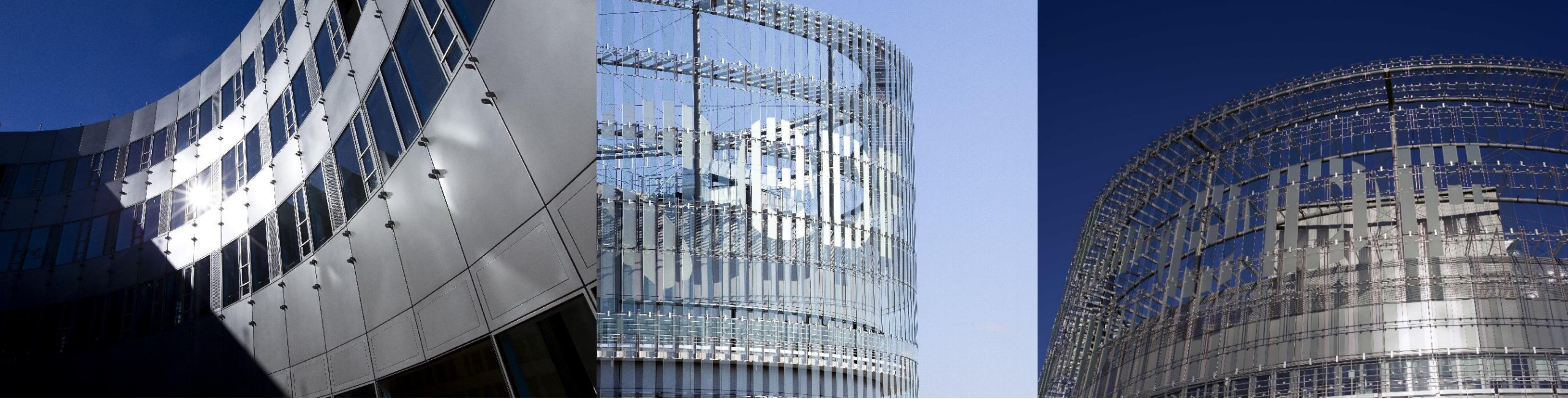
Achetez le livre sur le site www.lavoisier.fr





QUESTION

Quelle notion associez-vous à l'hydrogène ?



**COCKTAIL & VISITE
LIBRE DE L'ESPACE
EXPOSITION**



LE
PRINTEMPS DE LA
RECHERCHE

L'HYDROGENE, LES PERSPECTIVES SCIENTIFIQUES,
TECHNOLOGIQUES ET INDUSTRIELLES EN FRANCE
ET DANS LE MONDE

EDF Lab PARIS-SACLAY

Le 12 juin 2019