



Colloque Power to Gas

Le 22 octobre 2020

en webinaire

« La Suite »

Power to H2 : On fait le point

avec

Fabien AUPRETRE
Directeur Technique

AREVA H₂Gen

Pierre LOMBARD
Directeur Commercial

McPhy



Hydrogène "vert" | Solutions d'électrolyse à grande échelle

Pierre Lombard, Directeur Commercial
Pierre.lombard@mcphy.com | +33 6 88176220

McPhy

Delfzijl, The Netherlands | 2020

Djewels

Largest zero-carbon hydrogen site in Europe
(Nouryon & Gasunie)

20 MW



Werlte, Germany | 2013

Audi E-Gas

Industrial hydrogen production unit, under operation since 2013

6 MW



Fos sur Mer, France | 2015

Jupiter 1000

First Power-to-Gaz project in France at a MW-scale
(GRT Gaz)

1 MW



Guyan Hebei, China | 2015

Sinopec

Expertise in the management of big international projects

4 MW



Demonstrated
track-record

| Electrolysis

44 MW*





DJEWELS

| The largest zero-carbon hydrogen production unit in Europe

20
MW HCD



Key project to establish zero-carbon hydrogen competitiveness at large-scale

20 MW: 3,000 tons of zero-carbon H₂ / year and 27,000 tons of CO₂ emissions avoided / year

First 20 MW Unit in Europe, dedicated to Renewable Methanol

Delfzijl, The Netherlands | Contract: 2020

WEBINAIRE ATEE





Technology

| A strong innovation policy

- Strong investment on **innovation**: proprietary and **patented** technologies
- Backed by a **strong technological partnership strategy**

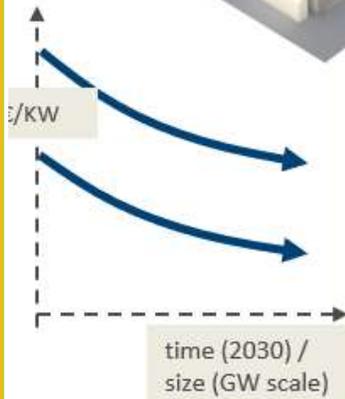
INNOVATION
| Among our partners:

- [1] Real-scale test bench for our electrolyzers, commercial and technological partnership
- [2] High current density electrodes
- [3] Highest safety standards assessment



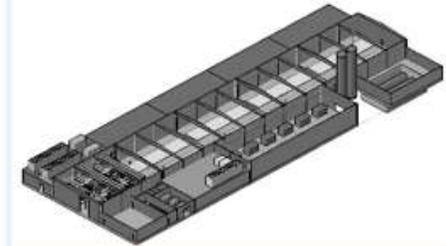
Modular & Innovative Technology

| Large-scale alkaline electrolysis

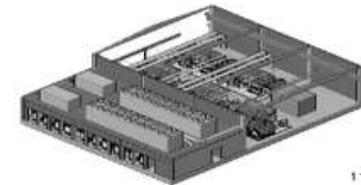


INNOVATION
| Augmented McLyzer

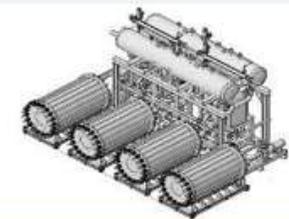
- High current density**
- Flexibility and fast response time**
from 0 to 100% in < 30 sec
from 100% to 0 in < 5 sec
- High efficiency: < 4,9 KWh / Nm³**
- High-pressure: 30 bar**
- Life time > 70.000 hours**
- Best TCO on its segment**
- Compact footprint:**
20 MW installed in less than 1000 m²
- Highest quality & safety standards**



100 MW Plant



20 MW Cluster



McLyzer 800: 4 Stacks



100 MW

| We are ready



**A premier industrial infrastructure
in Italy**

**A mid-term industrial plan ready
FOR SCALE-UP**

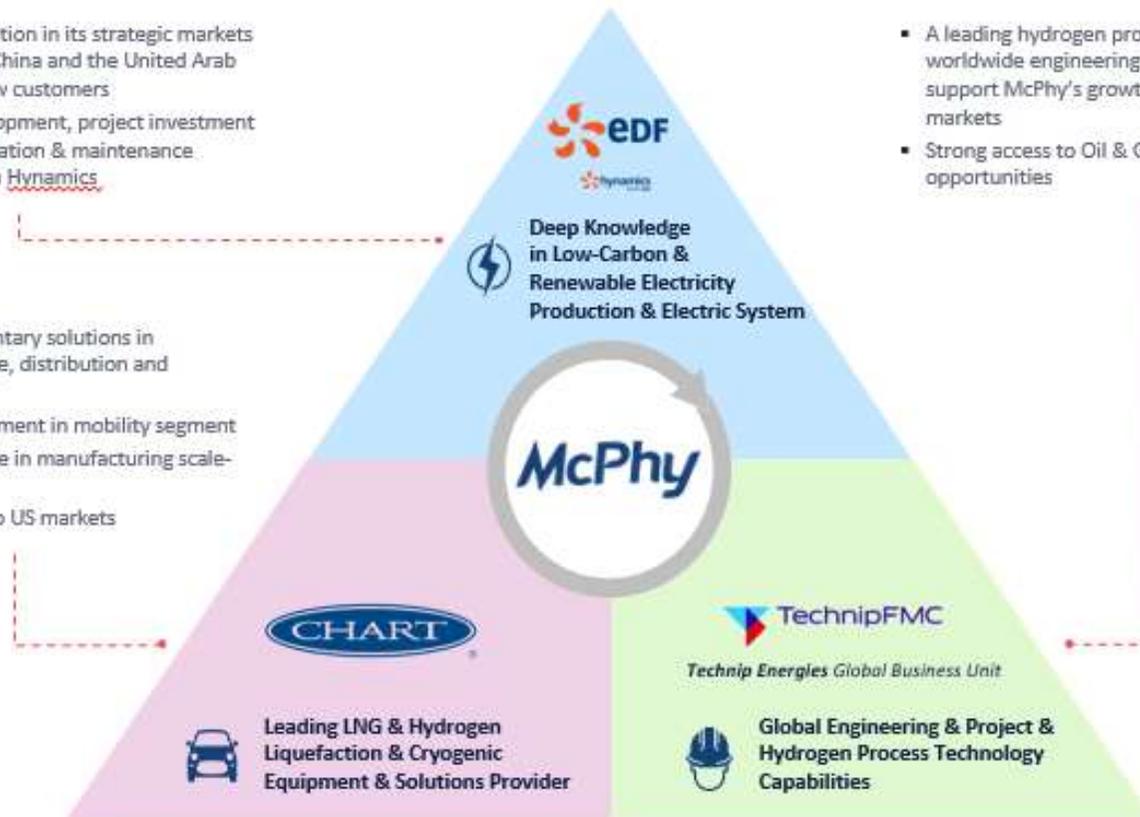
McPhy Italy Plant in San Miniato

Building an Ecosystem of Complementary Partners for Global Scale-Up of Zero-Carbon Hydrogen

- Leverage EDP's position in its strategic markets in Europe, the US, China and the United Arab Emirates to win new customers
- Bring project development, project investment capacities and operation & maintenance capabilities through Hynamics

- Provide complementary solutions in liquefaction, storage, distribution and transport
- Accelerate development in mobility segment
- Contribute expertise in manufacturing scale-up
- Accelerate access to US markets

- A leading hydrogen process provider, TEN will provide worldwide engineering and project capabilities to support McPhy's growth in all green hydrogen end markets
- Strong access to Oil & Gas and downstream chemical opportunities





ELY - Industrial scale-up plan

| Sized to keep the pace with market's growth



Up to **300 MW**
per annum

San Miniato, Italy

Increased automation, lean manufacturing and move to 3 shifts

Factory expendable up to 600 MW (new building to be built)

Up to **100 MW**
per annum

San Miniato, Italy

A premier industrial infrastructure
1 shift activity

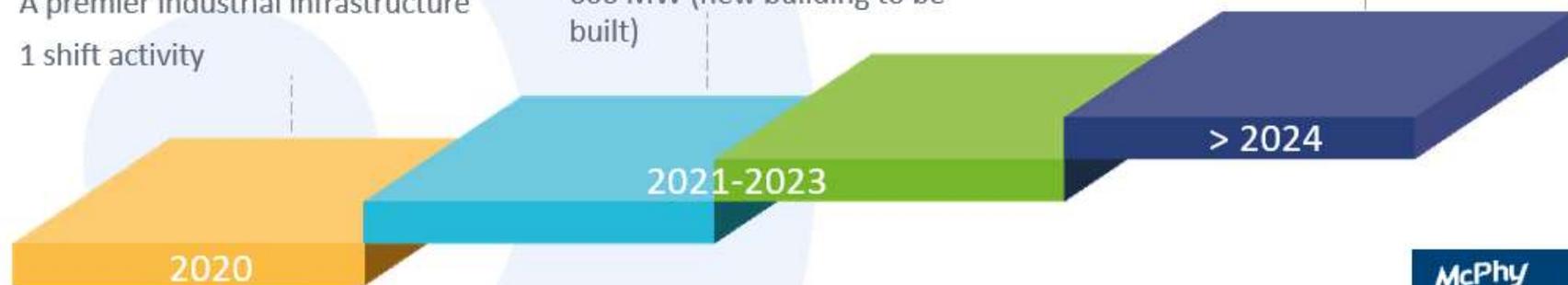
1,300 MW

per annum

GIGA FACTORY

A new plant in Europe,
additional capacity to McPhy Italy

2 automatic lines for stack
production, industry 4.0



**UNLIMITED
HYDROGEN**

**DESIGNER AND MANUFACTURER
OF EQUIPMENT
FOR THE PRODUCTION
& DISTRIBUTION
OF ZERO-CARBON HYDROGEN**

BY McPhy



Technologie PEM d'électrolyse de l'eau pour la production d'hydrogène

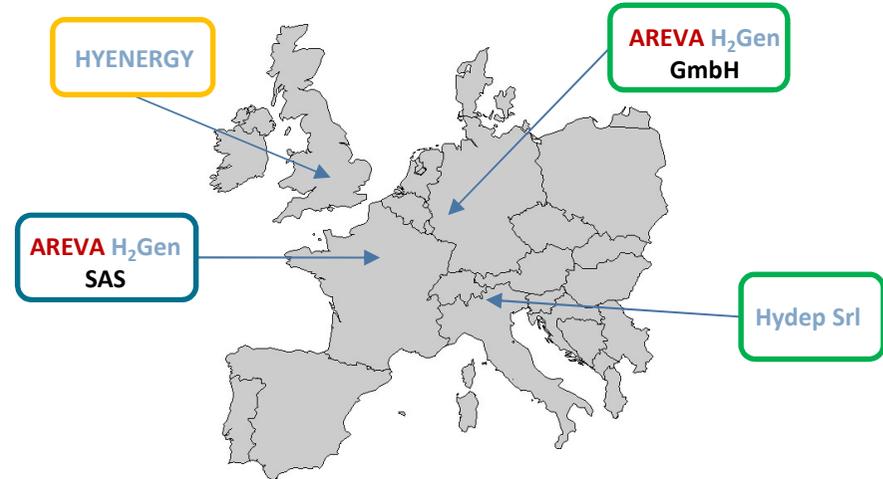
Fabien AUPRÊTRE
Directeur des Projets

AREVA H₂Gen

Pour diffusion webinar uniquement

AREVA H₂GEN

- PME Française
- 32 personnes dans 4 pays Européens
 - ✓ Commercial/Projet: 9
 - ✓ R&D - Conception: 13
 - ✓ Production: 8
- Experience dans la technologie PEM > 15 ans
- Gamme électrolyseur de 30 kW à 2 MW



Site de Les Ulis (91)

2 800 m²

Site de Production

24 à 36

Capacité de
production annuelle

2,5 MW

Puissance électrique

20 T

Capacité de levage

10

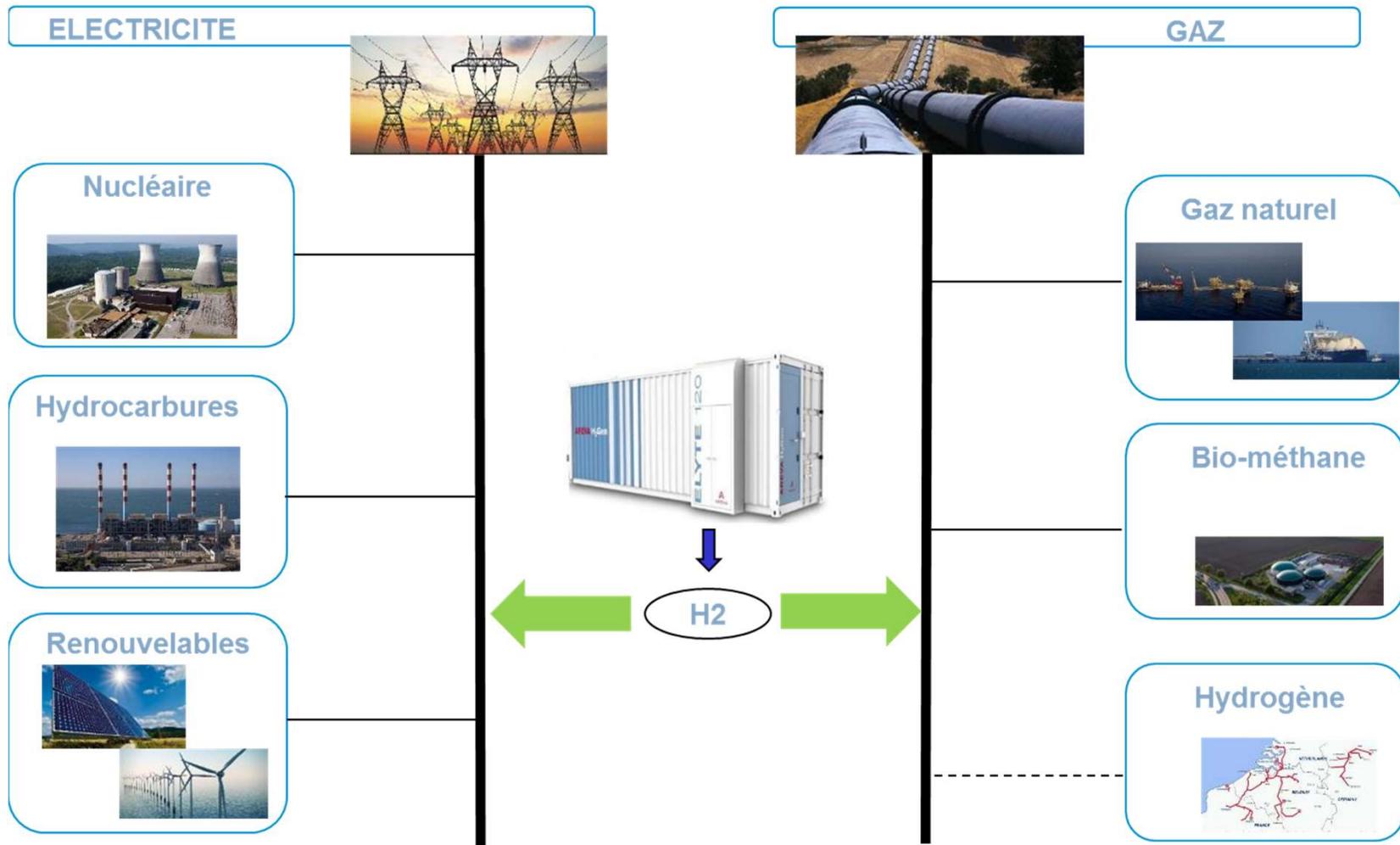
Banc d'essais

500 m²

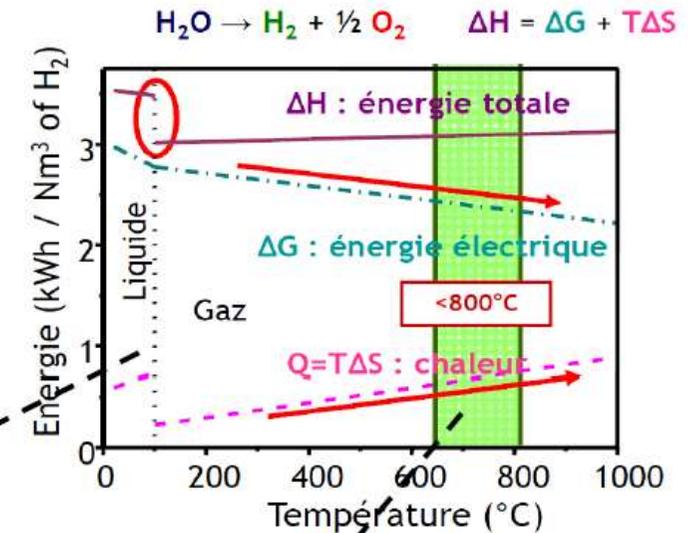
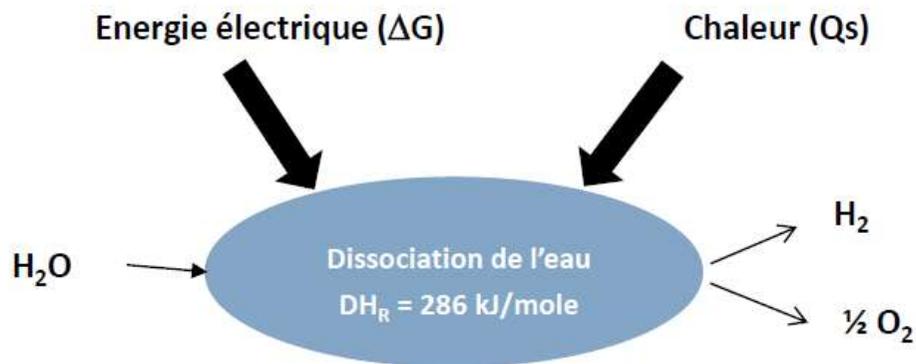
Laboratoire



H₂: vecteur de la transition énergétique



Electrolyse de l'eau



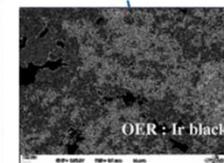
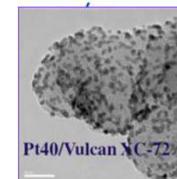
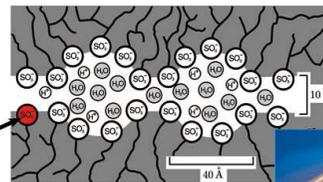
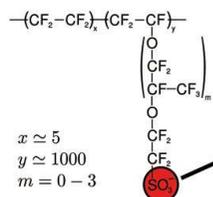
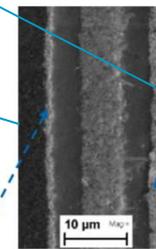
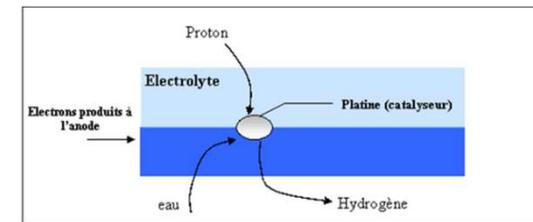
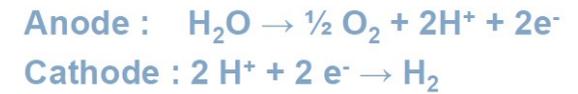
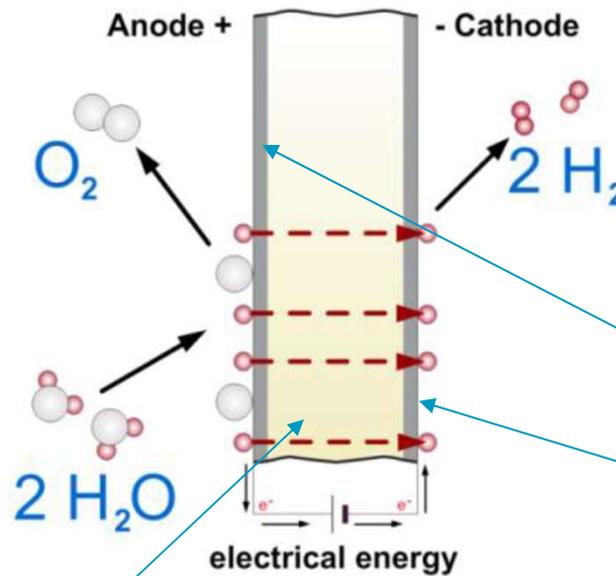
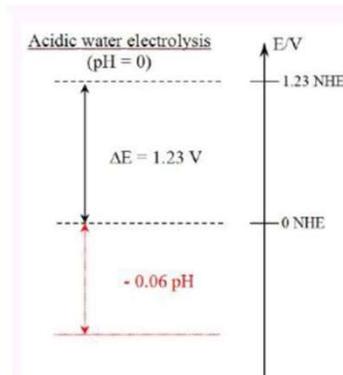
Source: Chase NIST-JANAF Thermochemical Tables (1998) Monograph 9, 1325

Electrolyse Basse Température	Electrolyse Haute Température
<ul style="list-style-type: none"> - Electrolyse alcaline à électrolyte liquide - Electrolyse acide à électrolyte solide (PEM) - Electrolyse alcaline à électrolyte solide (AEM) 	<ul style="list-style-type: none"> - Electrolyse de la vapeur d'eau (EVHT)

Electrolyse PEM

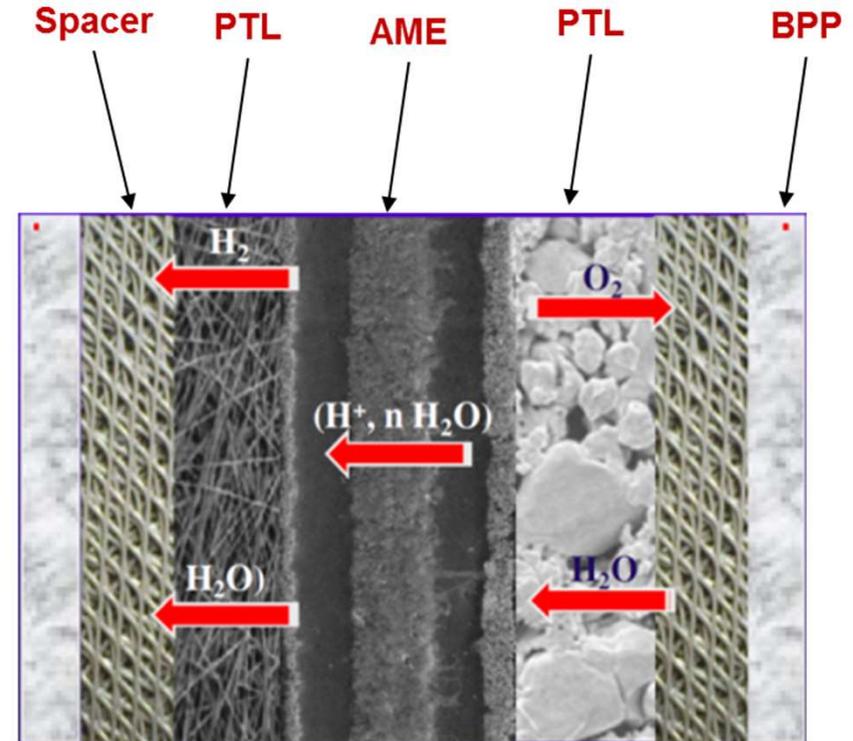
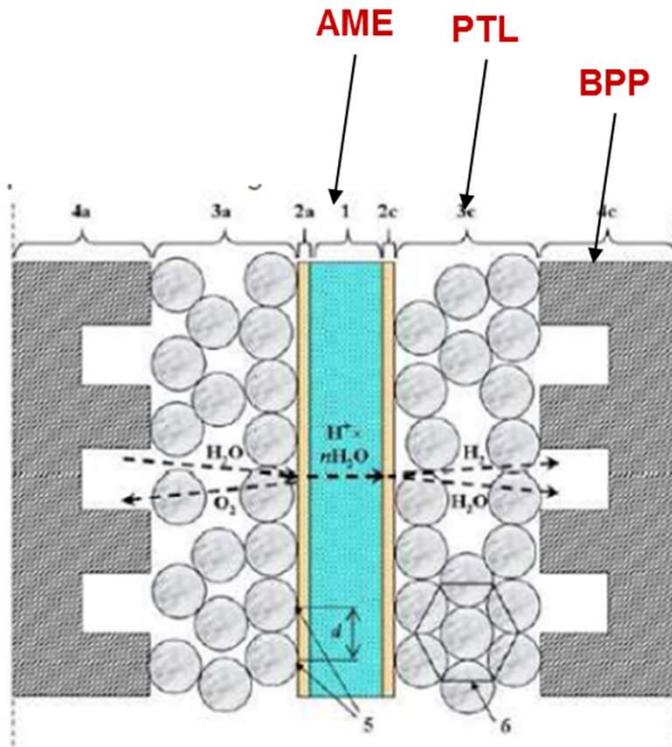
Histoire

- 1962-66 : Programme Gemini-Apollo et première cellule polymère
- 1966 : Premier électrolyseur SPE par GE
- 1987 : Premier électrolyseur 100 kW par BBC (ABB)



- Diffusion d'eau : flux électro-osmotique
- Diffusion de gaz : cross perméation gazeuse (H_2 et O_2)

Cellule d'électrolyse PEM



AME: assemblage membrane electrode

PTL : porous transport layer

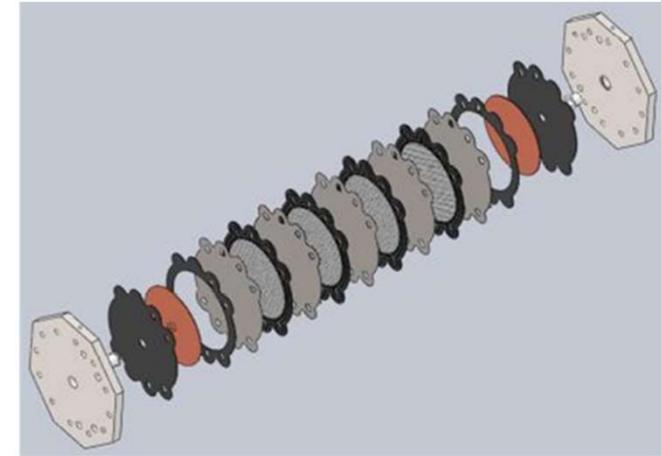
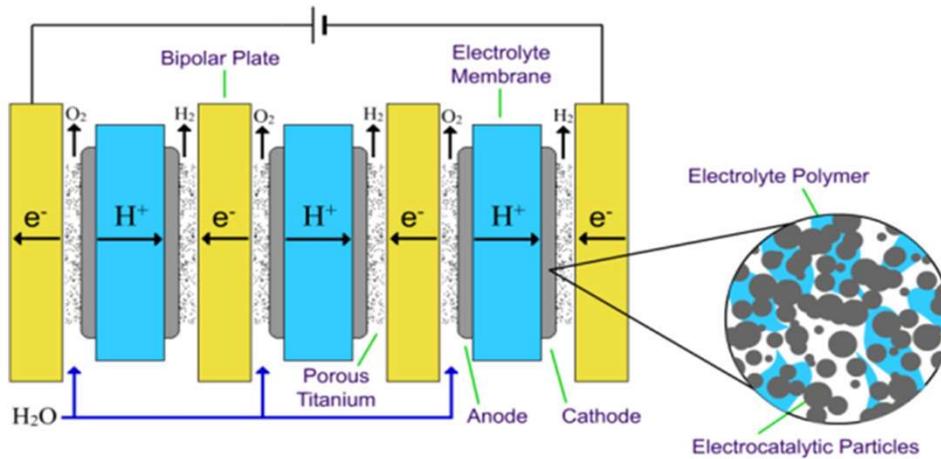
Spacer : diffuseur d'eau

BPP: plaque bipolaire

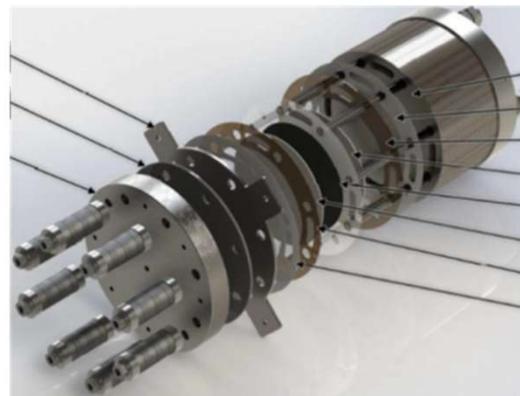
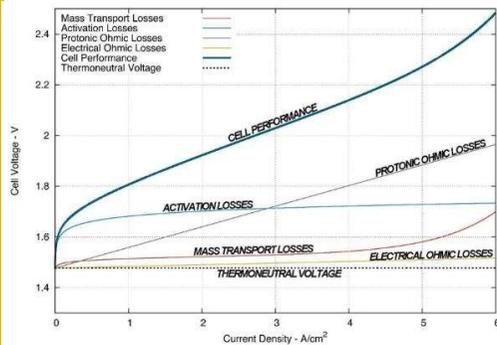
Anode: titane

Cathode: carbone ou titane

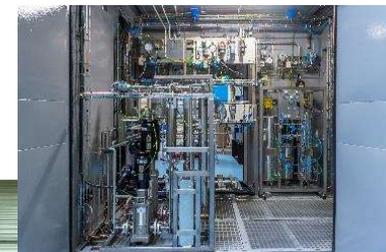
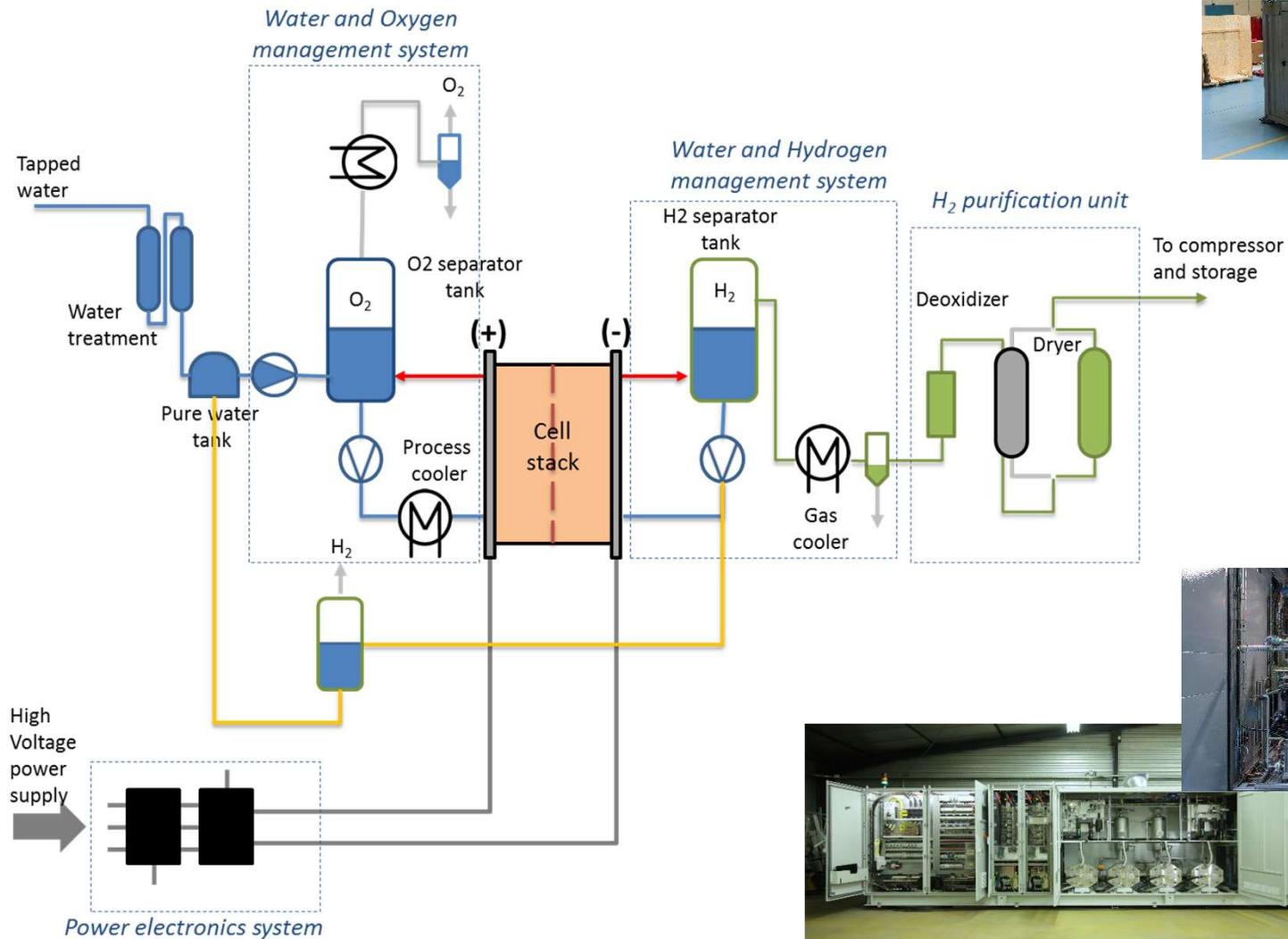
Stack d'électrolyse PEM



$$D_{H_2} = N * (I / 2,393)$$



Système électrolyseur PEM



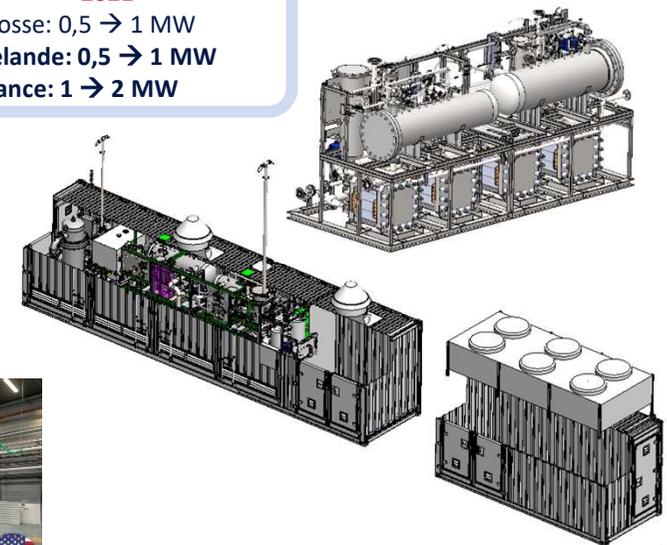
Gamme de produit de 50kW → 2 MW

	Unit	E10	E20	E40	E60	E100	E150	E200
Nominal power	kW	50	100	200	300	500	750	1,000
Hydrogen production	Nm ³ /h	10	20	40	60	100	150	200
Stack consumption	kWh/Nm ³ of H ₂	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4
Total system consumption	kWh/Nm ³ of H ₂	5.3	5.2	5.1	4.9	4.8	4.8	4.7
Container size	Container size (foot)	1 x 20"	1 x 20"	1 x 20"	1 x 40"	1 x 40"	1 x 40"	1 x 40"



2021

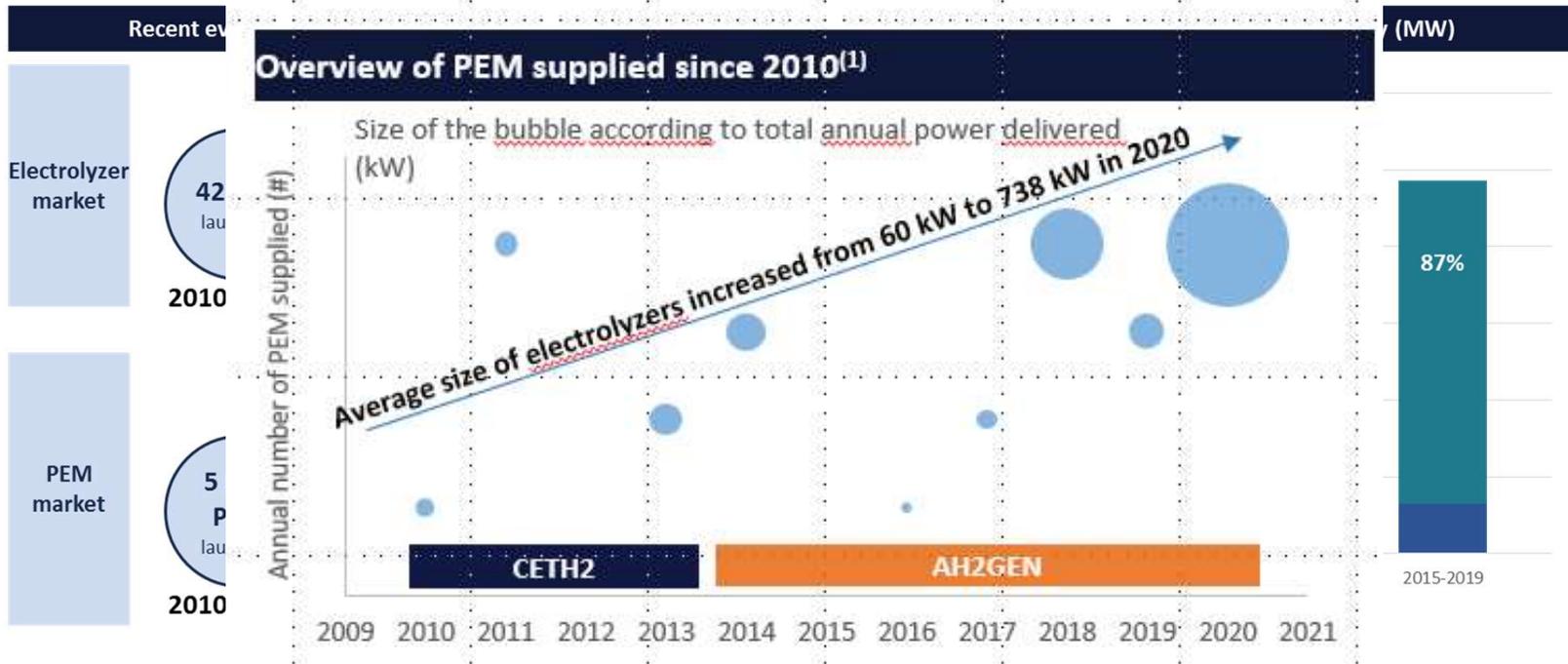
- Ecosse: 0,5 → 1 MW
- Irlande: 0,5 → 1 MW
- France: 1 → 2 MW



Webinaire Power to Gas - 22 octobre 2020

Pour diffusion webinar uniquement

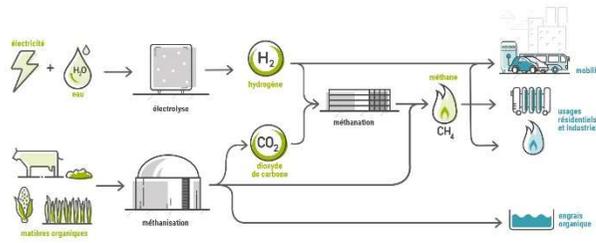
Marché mondial en forte croissance...



MOBILITE



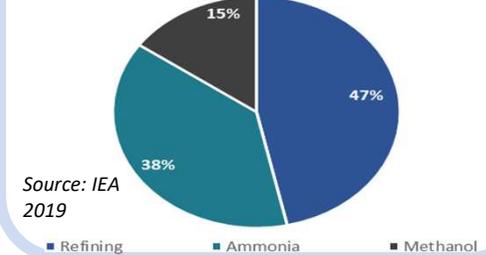
STOCKAGE EnR / PtG



Source: projet Methycentre

INDUSTRIE

kdown of hydrogen demand in Industry per in 2018



Des points forts & des améliorations attendues...

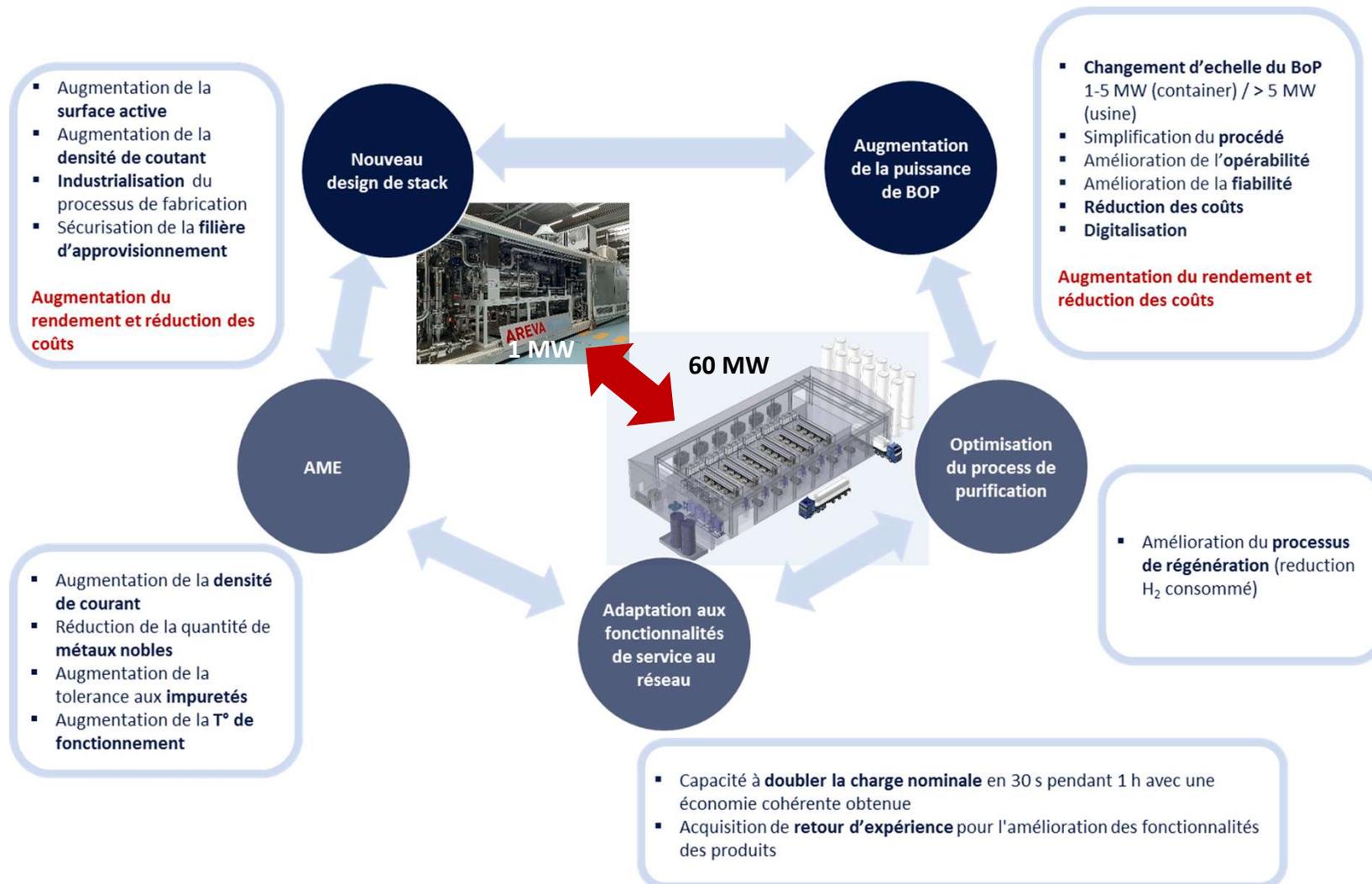
Points forts	Contreparties	Voies d'amélioration (R&D)
Forte densité de puissance		
Forte densité de courant	Composants de stack optimisés	Optimisation de design
Membrane PEM	Coût Nombre de fournisseurs restreint Pureté de l'eau de procédé	Diminution épaisseur de membrane Nouveaux fournisseurs
Catalyseurs très actifs	Coût des métaux nobles Pureté de l'eau du procédé	Réduction quantité et/ou métaux non nobles Catalyseurs plus résistants aux impuretés
Grande plage de fonctionnement (5-100% → 200%)		
Perméabilité au gaz réduite		
Grande flexibilité		
Fonctionnement sous pression	Composants de stack optimisés	Optimisation de design
Pression différentielle	Design de stack plus compliqué	Optimisation de design
Température (3 → 80°C)		Augmentation → 90°C
Temps de réponse très rapide		
Maintenance réduite		
Pas d'électrolyte circulant	Résistance chimique des composants de stack	

... Et demain?

	Mature markets		Emerging markets						
	Light industry		Large scale electrolyzers			H2 mobility ★		Flexibility for electricity grid services	
			Large industry ★		Renewable energy storage				
Priority market	Power plants	Float glass, metallurgy	Refineries	Ammonia	E-fuel/ Methanol	Power-to-gas (direct injection into gas grid)	FCEV, Bus, ferries, passenger trains	Truck, freight trains, cargo	Flexibility services
Usage	Alternator cooling	Thermal treatment	Hydrotreatment Hydrocracking	Feedstock	Feedstock	Storage of intermittent renewable electricity	Passenger mobility	Cargo mobility	Primary, secondary, tertiary reserve
H ₂ demand (Nm ³ /h)	5–20	60–120	100,000–250,000	10,000–200,000	1,000–75 000	2,000–200,000	100–4,000	100–4,000	> 5 MW (could be less if capacity are aggregated)
Typical size	25–100 kW	300–600 kW	Demo: 1–20 MW Commercial: minimum 50–100 MW		Demo: 5–10 MW Commercial: minimum 50–100 MW		Pre-commercial: 0.25–0.5MW commercial: 1–20 MW	Depending on primary market (segments listed above)	

Source: Hincio

Les challenges à venir...



... le message de fin ...

Le coût de l'hydrogène dépend essentiellement
du coût de l'électricité

CAPEX : 0 €
Electricité: 50 €/MWh
Conso spé: 4,45



Coût de production H₂
2,5 €/kg

Merci pour votre attention!

Dr. Fabien AUPRÊTRE
Directeur PMO

AREVA H₂Gen
8 avenue du Parana
F-91940 Les Ulis– France
Mob: +33 6 30 75 42 68 – Tel: +33 1 81 87 12 60
fabien.aupretre@arevah2gen.com
www.arevah2gen.com

Power to Méthane : On fait le point

avec

Vincent PIEPIORA
Président



Yann MERCIER
Président





Vincent PIEPIORA

Qui sommes-nous?

La méthanation par catalyse hétérogène

2050

Objectif zéro émission
CO₂ en 2050

2 marchés



Réduction de CO₂



Cycle de revalorisation
de chaleur



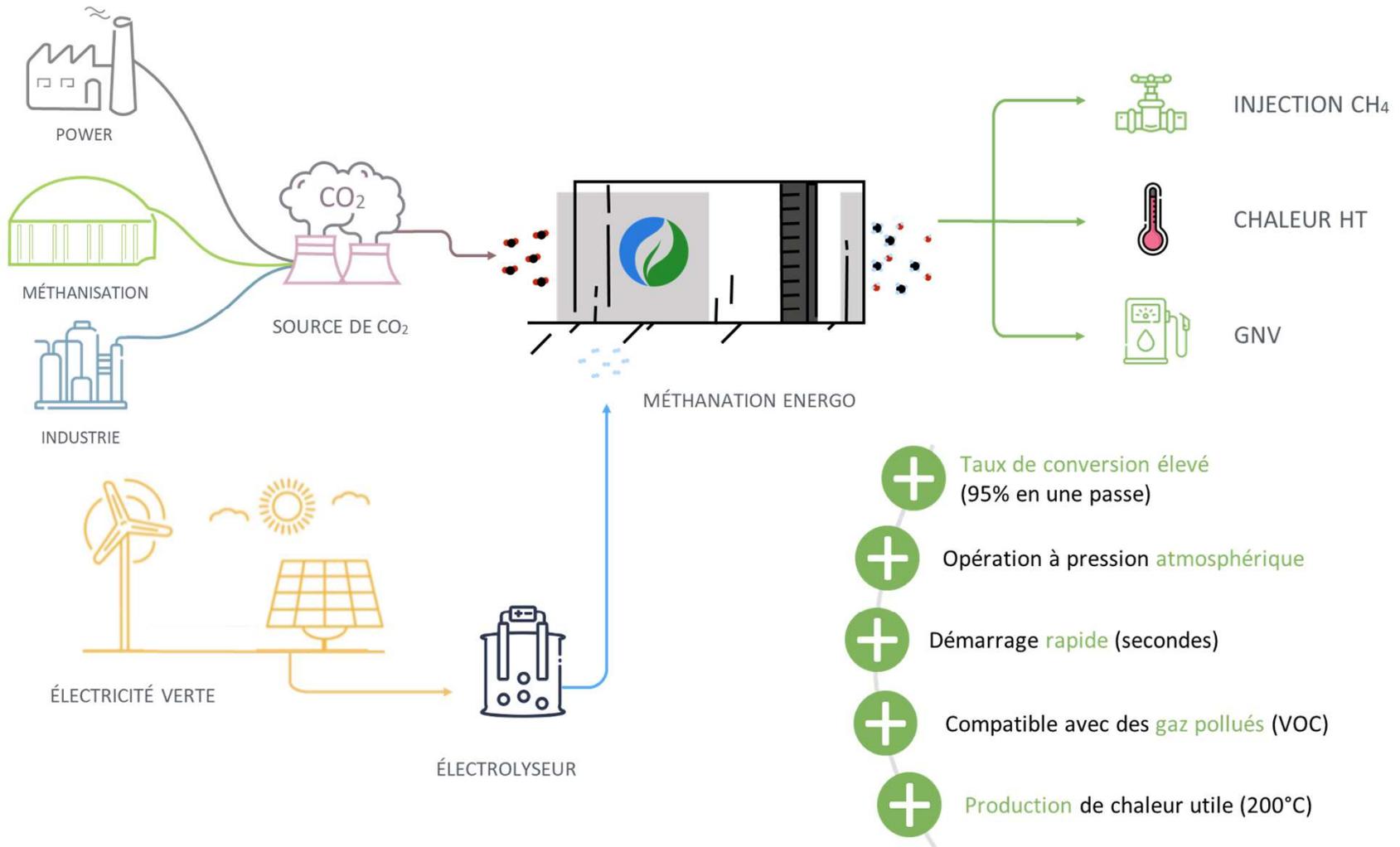
Valorisation des surplus
d'énergies renouvelables



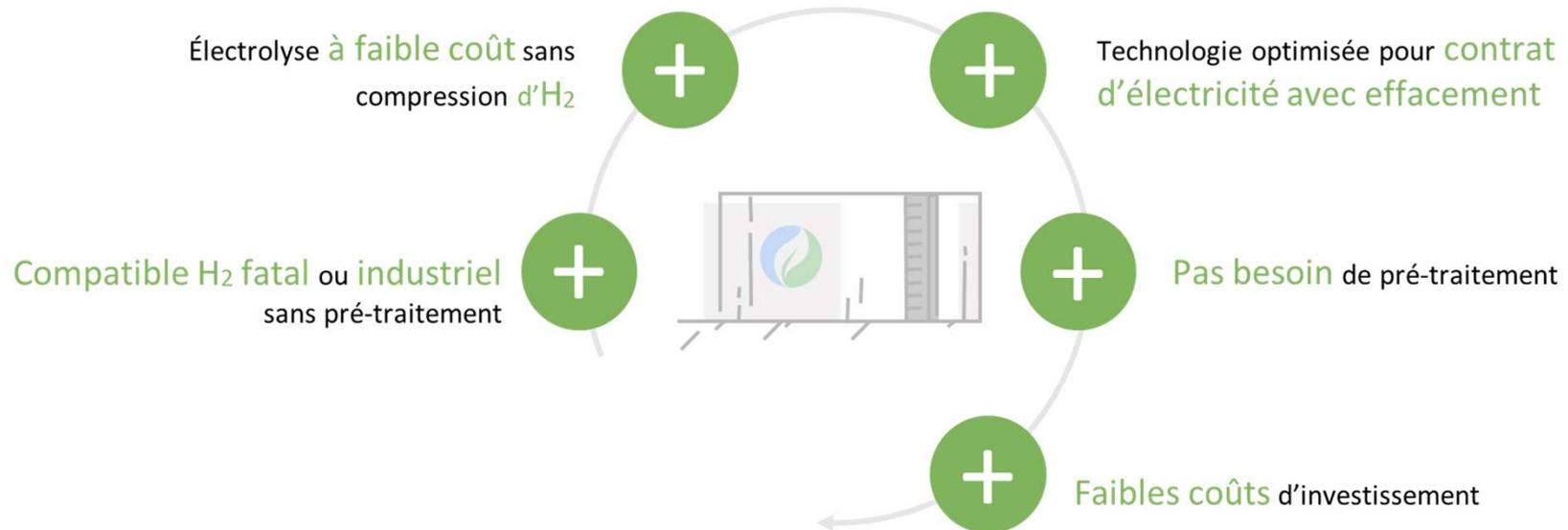
Valorisation des déchets



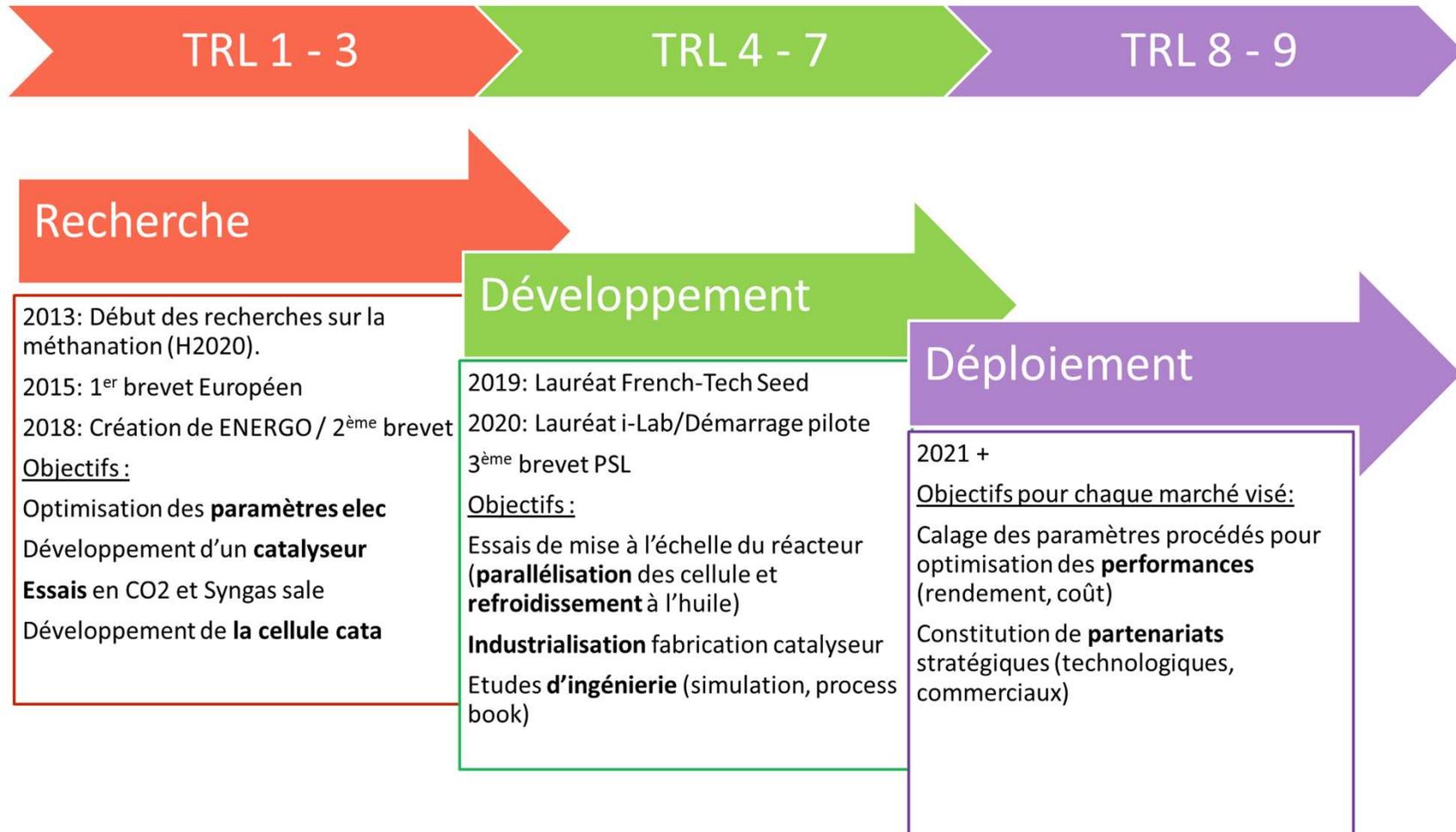
Proposition de valeur



Avantages de la technologie



Plan de maturation





TerraWatt

La méthanation par voie biologique

Yann Mercier
06 74 28 28 63

Projet de recherche Biosyp (2 ans)

Les membres du consortium :

- TerraWatt
- L'INPT (LGC)
- Les Mines d'Albi (Rapsodee)
- L'INSA de Toulouse (LISBP)
- Solagro

Budget : 500 k€

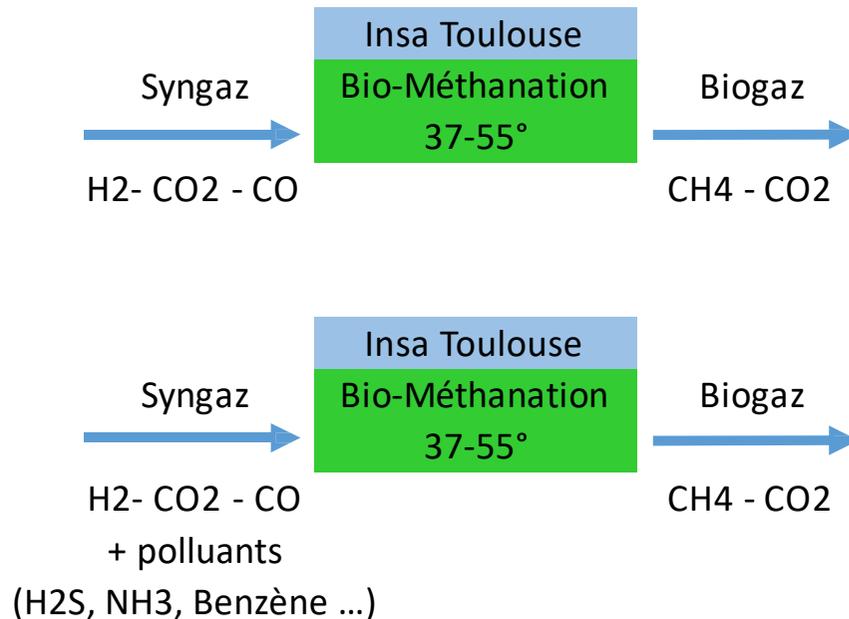
Début du projet : septembre 2018

Fin du projet : janvier 2020

Projet soutenu par :



Objectif :
Biométhanation des divers types de syngaz



Projet de recherche Titan V (2 ans)

Les membres du consortium :

- Leroux et Lotz Technologies
- TerraWatt
- GRTGaz

Budget : 1 M€

Début du projet : Janvier 2020

Fin du projet : décembre 2021

Projet soutenu par :

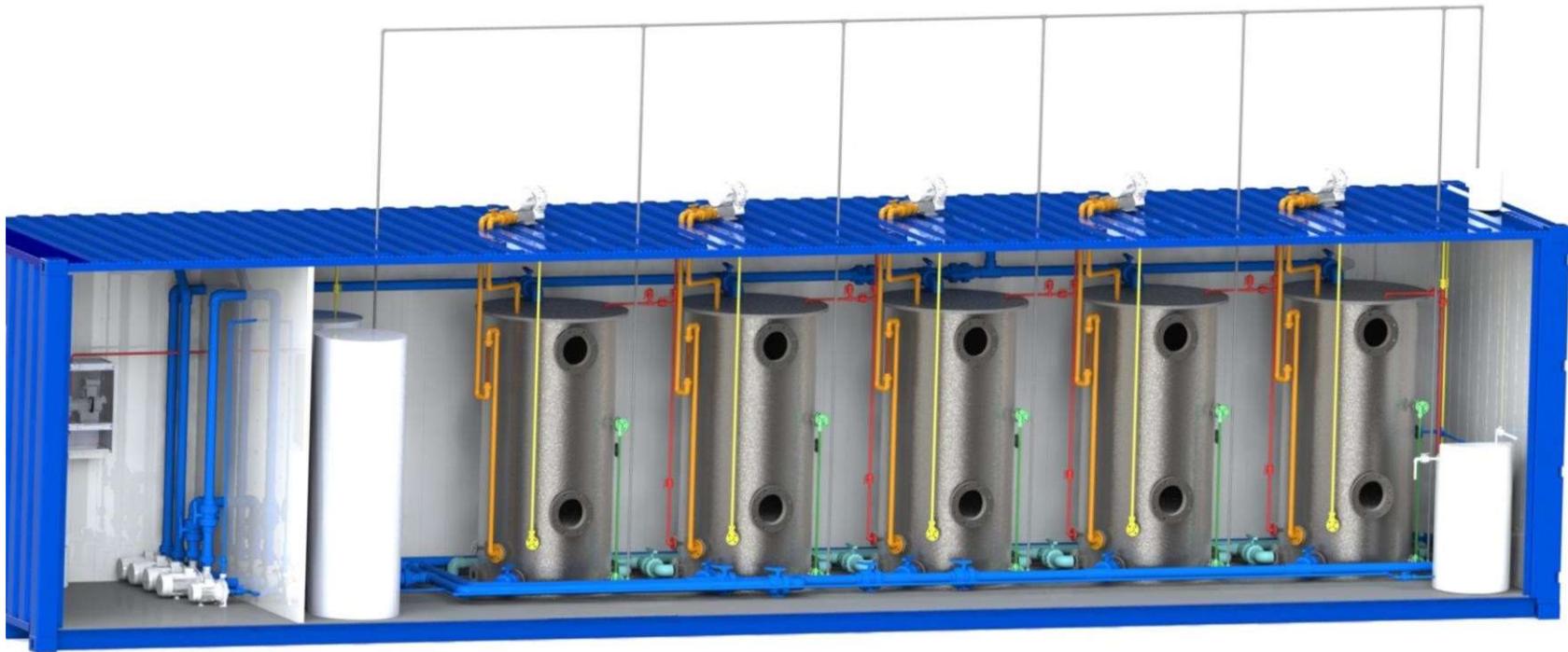


Objectif :

Méthanation par voie
biologique
de divers type de syngaz,
en continu et dans un
environnement industriel



Solution retenue : 5 réacteurs de méthanation biologique en série

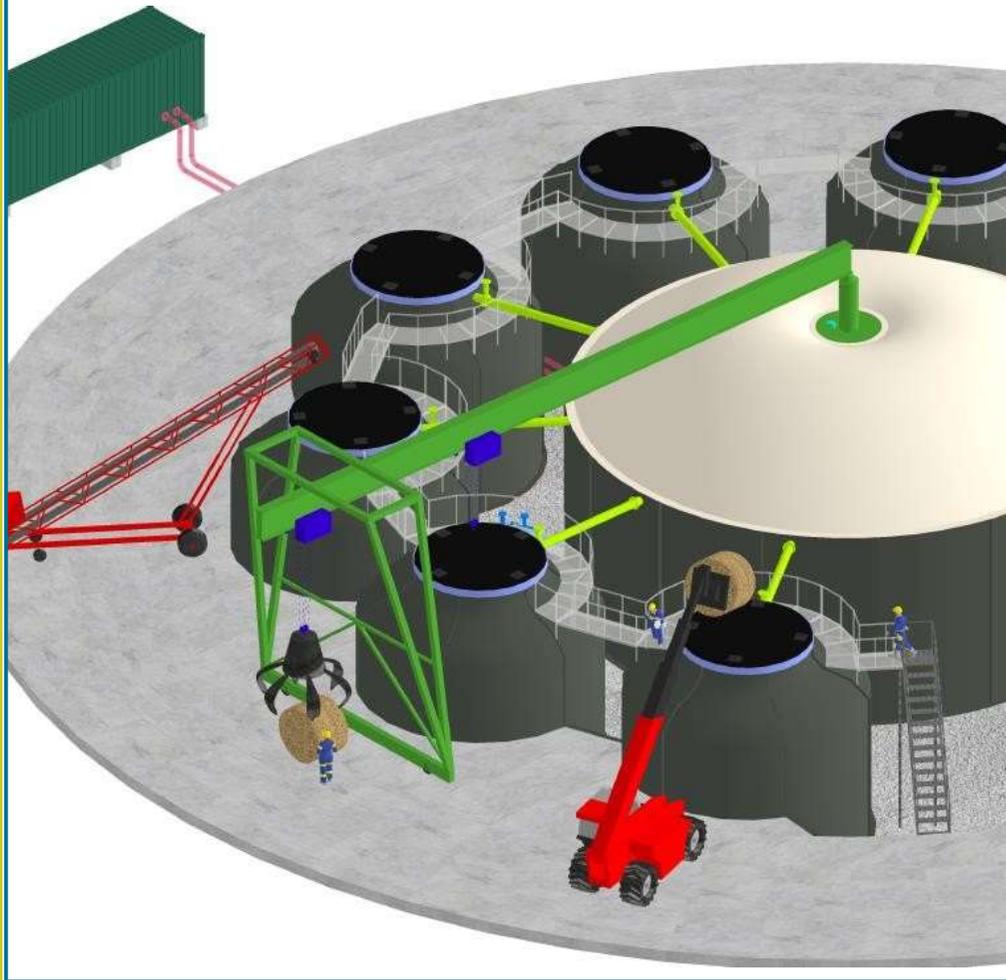


Solution retenue : 5 réacteurs de méthanation biologique en série

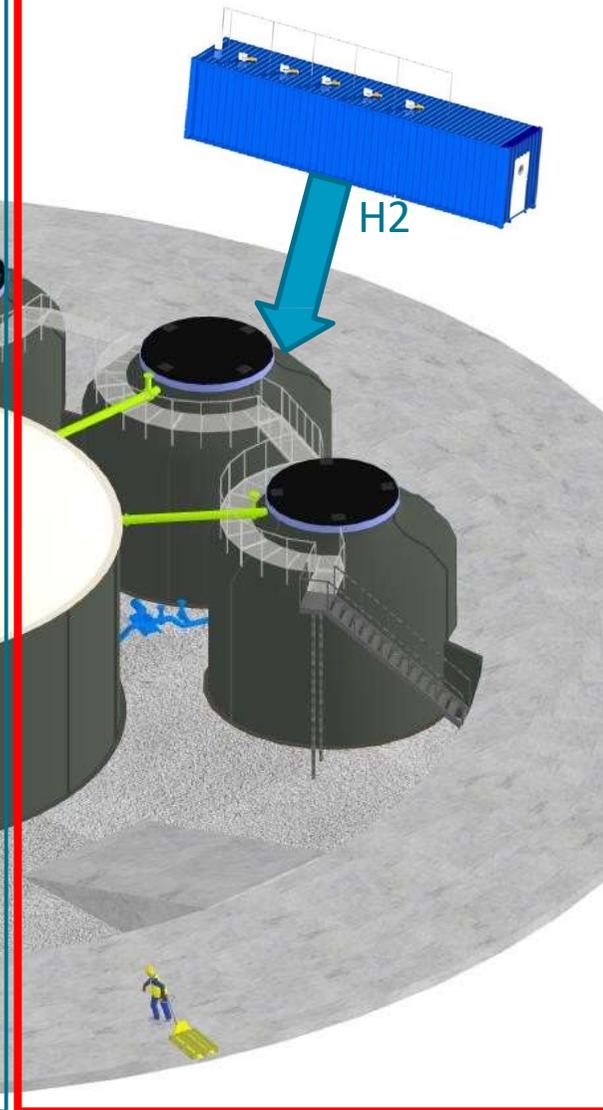


Prochaine étape :

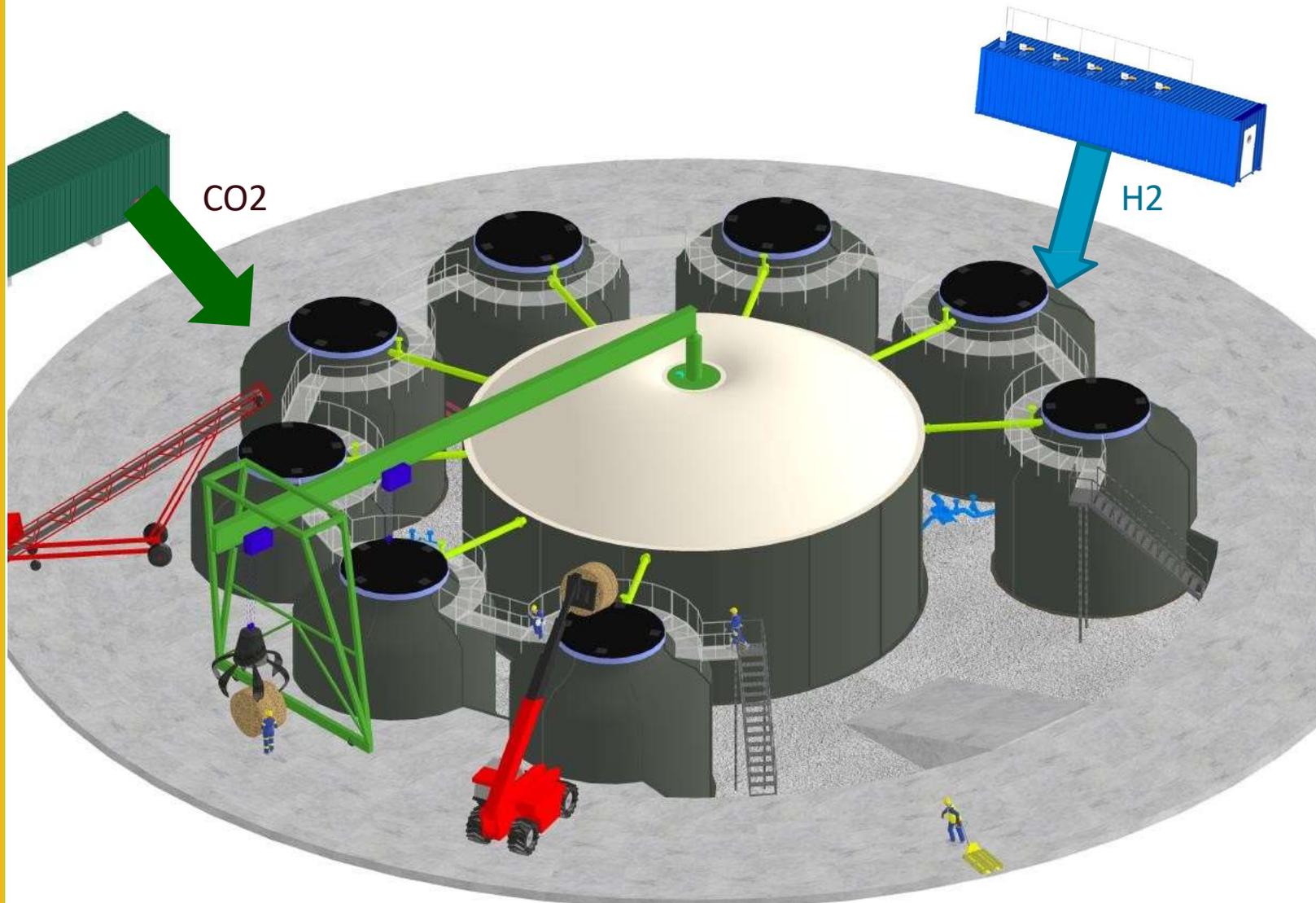
Méthanisation agricole



BioMethanation



Solution à moyen terme



Avantages de la méthanation biologique de TerraWatt

- La biométhanation n'est pas sensible aux gaz polluants qui sont en mélange avec le CO₂ issu d'un méthaniseur agricole : H₂S, NH₃ ...
- La technologie de biométhanation de TerraWatt est conçue pour fonctionner à pression atmosphérique :
 - ✓ Exploitation simple des unités, comparable à celle des méthaniseurs agricoles
 - ✓ Limitation des CAPEX : volumes plus importants mais pas de réservoirs ni d'équipements sous pression
 - ✓ Limitation des OPEX : consommation électrique et maintenance
 - ✓ Limitation des risques d'exploitation
- La technologie de biométhanation de TerraWatt est conçue pour fonctionner sans présélection des bactéries :
 - ✓ Robustesse de la flore bactérienne
 - ✓ Progression des performances par adaptation des bactéries aux conditions opératoires spécifiques
 - ✓ Remplacement facile des bactéries en cas d'incident biologique

L'Association Technique Energie Environnement

- **Association indépendante**
- **Créée en 1978**
- **Plus de 2200 adhérents**
- **13 délégations régionales**

- Favoriser la maîtrise de l'énergie dans les entreprises et les collectivités.
- Aider les utilisateurs d'énergie à mieux connaître les actions possibles pour économiser et bien gérer l'énergie.
- Concourir à l'objectif national de lutte pour la réduction des gaz à effet de serre, tout en préservant les équilibres technico-économiques des filières.

➔ **L'ATEE est force de proposition autour de 6 thèmes pour faire progresser la maîtrise de l'énergie dans le respect de l'environnement**

Club Biogaz

- Tarifs de rachat de l'électricité produite, agriculture et biogaz, canalisations dédiées, réinjection dans le réseau de gaz naturel, réglementation des installations classées, ...

Club C2E – Certificats d'économies d'énergie

- Groupes de travail sectoriels et Procédures;
- Rédaction des FOS, fiches techniques et explicatives
- Questions/réponses, FAQ, Mémento...

Club Stockage d'énergies

- Veilles technique, technologique, économique, réglementaire, fiscale
- Groupes de travail spécialisés ; Réalisation d'études et enquêtes,...

Club Power to gas

- 3 groupes de travail : Technologies, Economie, Réglementation

Département Efficacité énergétique

- carrefour d'échanges sur les bonnes pratiques et les retours d'expériences:

Club Pyrogazéification

- 3 groupes de travail : Technologies, Economie, Réglementation

➔ **L'ATEE édite un bimensuel d'actualités de l'énergie de 32 pages**

