

# Journées Hydrogène

DANS LES  
TERRITOIRES

10<sup>ème</sup> édition

PAU

2023

Joignons nos énergies  
au-delà des frontières

Du 13 au 15 juin 2023 à PAU

Au Palais Beaumont

## STOCKAGE H2 SOLIDE : une solution en rupture !

Organisées par



## Un acteur innovant dans le stockage de l'hydrogène solide

- Mincatec Energy est une entreprise industrielle spécialisée dans le développement et la production de réservoirs pour le **stockage de l'hydrogène dans des hydrures métalliques**.
- Créée en décembre 2020, Mincatec Energy a acquis un savoir-faire exceptionnel en matière d'hydrogène et d'hydrures métalliques en **capitalisant sur des années d'investissement en R&D et d'expertise dans le stockage de l'hydrogène**.
- Ce savoir faire s'est traduit par le développement d'une **technologie de stockage d'hydrogène efficace avec un haut niveau de sécurité** et considérée comme **plus mature** que les technologies alternatives de stockage solide existante sur le marché

« Après 30 ans de travaux sur les hydrures, c'est le premier réservoir utilisant cette technologie qui présente des caractéristiques industrielles prometteuses. »

Patricia DERANGO *Directrice Institut Néel – CNRS Grenoble*



**NÉEL**  
institut

## Chiffres clés



13

Personnes dans l'équipe



3

Certifications obtenus

EN 9100  
ISO 9001  
ISO 14001



TRL 8

atteint

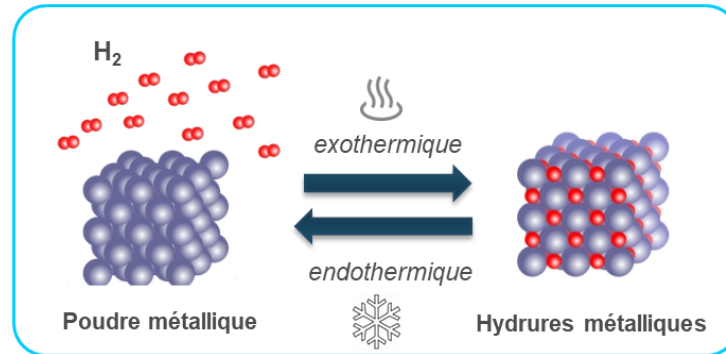


31M€

Chiffre d'affaire  
prévisionnel en 2027

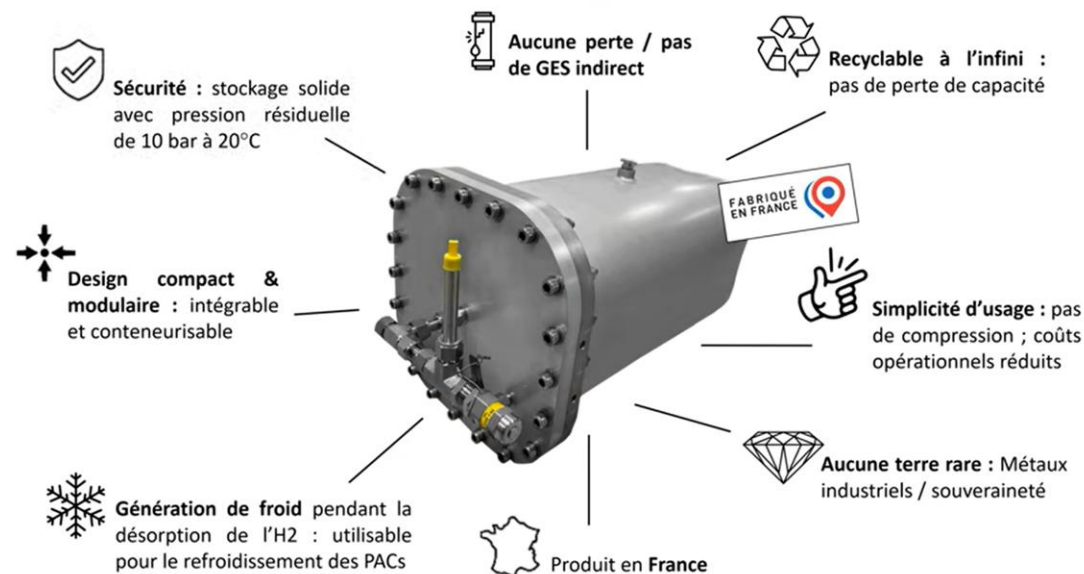
# Notre solution de stockage de l'hydrogène sous forme solide

## Principe



## Caractéristiques

CARACTERISTIQUES	DONNEES
Capacité stockage H2	1 kg
Masse	85 kg
Volume (ext/int)	32L / 18L
Dimensions	496 x 260 x 260 mm
Temp. fonctionnement	-15°C à 80°C
Temp. stockage	-40°C à 100°C
Pression équilibre	10 bars à 20°C
Pression chargement	Max 50 bars
Durée rechargement	< 10 min
Matériau réservoir	Alliage aluminium
Durée de vie	~ 4000 cycles



Journées  
Hydrogène

DANS LES  
TERRITOIRES

10ème édition

PAU | 2023

# Notre solution de stockage de l'hydrogène sous forme solide

## Des usages multiples : mobilité et stationnaire



- ✓ Contrepoids
- ✓ Densité volumique
- ✓ Facilité et rapidité de recharge
- ✓ Cogénération (PàC/Réservoirs)



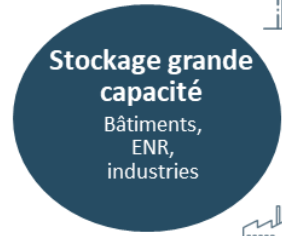
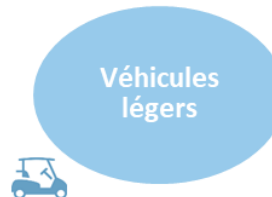
- ✓ Facilité et rapidité de recharge
- ✓ Cogénération (PàC/Réservoirs)
- ✓ Densité volumique



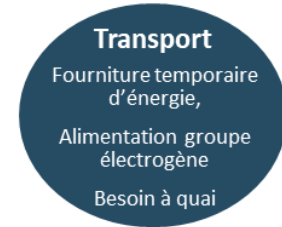
- ✓ Prolongateur d'autonomie
- ✓ Hybridation (batteries + H2)
- ✓ Stockage sûr et stable dans les ports
- ✓ Complément d'énergie à bord



- ✓ Contraintes d'espace
- ✓ Facilité et rapidité de recharge
- ✓ Cogénération (PàC/Réservoirs)
- ✓ pas de haute pression



- ✓ Aucune contrainte de poids
- ✓ Haut niveau de sécurité – compatible environnements fermés
- ✓ Pas de bruit et Efficience (pas de compression)
- ✓ Réduction OPEX
- ✓ Stockage long-terme (Inter-saisonnalité)



- ✓ Production de froid
- ✓ Faible émission de carbone
- ✓ Pas de fuites
- ✓ Haut niveau de sécurité

Journées Hydrogène

DANS LES TERRITOIRES

10ème édition

PAU 2023



## Notre solution de stockage de l'hydrogène sous forme solide

### Exemple d'application pour le domaine de la mobilité

Réalisation d'un démonstrateur véhicule 100% hydrogène permettant de valider les performances de la solution de stockage hydrogène solide de MINCATEC Energy (1 réservoir de 1 kg) et son intégration fonctionnelle (TRL 8). Ce projet a démontré la pertinence de la technologie pour la mobilité.

Performances sur cette plate-forme véhicule :

- *Autonomie : 180 km*
- *Système majoritairement de source H<sub>2</sub>*
- *Temps de charge réduites (10 min au lieu de 2h30)*
- *Démarrage à froid (jusqu'à -7°)*
- *Système de contrôle et gestion d'énergie MINCATEC Energy*

Co-financement :



En partenariat avec :



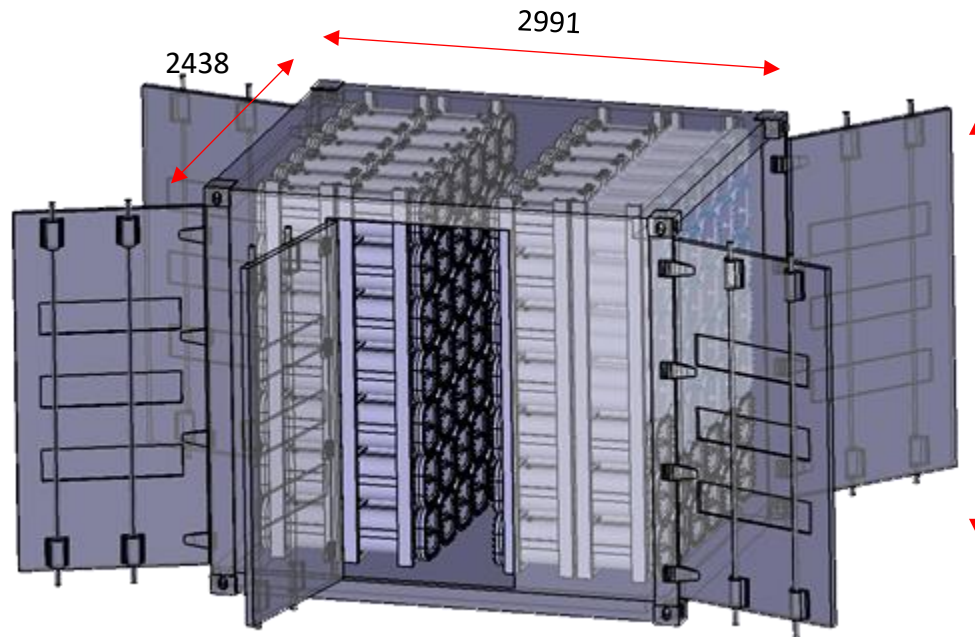
Projet labélisé par :



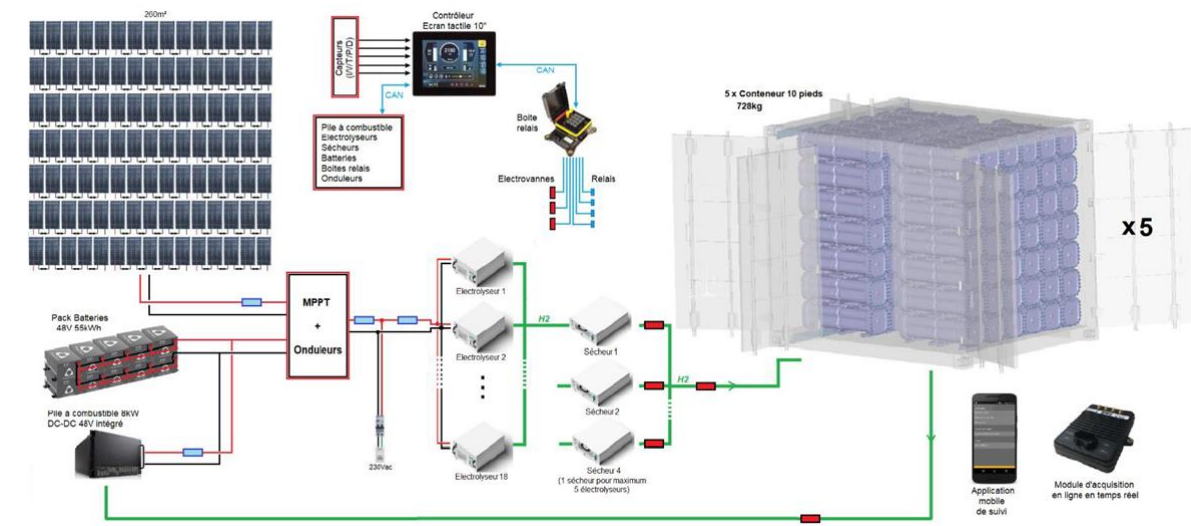
# Notre solution de stockage de l'hydrogène sous forme solide

## Exemple d'application pour le domaine stationnaire

Journées Hydrogène  
DANS LES TERRITOIRES  
10ème édition  
PAU 2023



Pack jusqu'à 168 réservoirs  
2780 kWh



**Merci pour votre attention !**



**Emmanuel BOUTELEUX**  
**Directeur Général**

mobile : +33 6 72 56 99 77

[emmanuel.bouteleux@mincatec.com](mailto:emmanuel.bouteleux@mincatec.com)

**Journées  
Hydrogène**

DANS LES  
**TERRITOIRES**

10<sup>ème</sup> édition

**PAU**

**2023**

Organisées par



# Journées Hydrogène

DANS LES  
TERRITOIRES

10<sup>ème</sup> édition

PAU

2023

## Joignons nos énergies au-delà des frontières

Du 13 au 15 juin 2023 à PAU

## Au Palais Beaumont

### Solutions de transport multimodal HENSOLDT NEXEYA France

Organisées par





# HENSOLDT NEXEYA FRANCE – L'hydrogène dans le groupe

## Une forte empreinte dans les territoires

Nexeya France : 700 employés, 120 M€

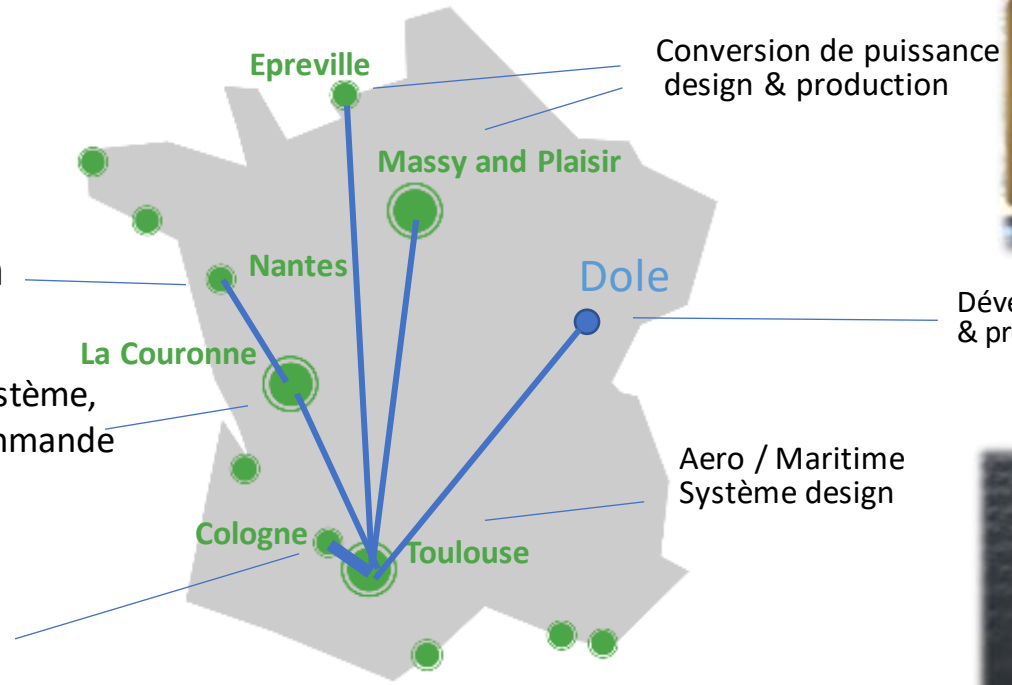
Journées  
Hydrogène  
DANS LES  
TERRITOIRES  
10ème édition  
PAU 2023



Station de test Surhycate



Production de  
conteneurs  
Assemblage de  
réservoirs

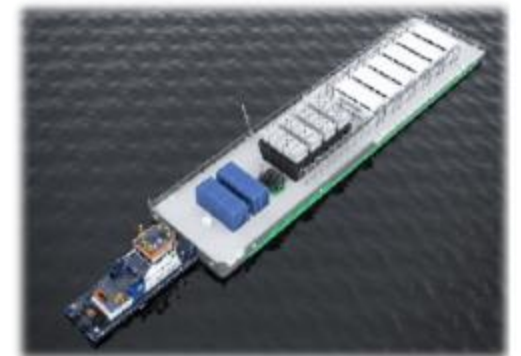


BL H<sub>2</sub> : approx 70 personnes.

Enroulement filamenteire



Développement réservoirs & production



Aero / Maritime  
Système design



Journées  
Hydrogène

DANS LES  
TERRITOIRES  
10ème édition

PAU | 2023

# HENSOLDT Aperçu de notre portfolio dans l'hydrogène

## Orientée forte valeur ajoutée

### SOLUTIONS OFF GRID



Installation autonome et complète pour une production, un stockage et une consommation d'énergie écologiques

### SOLUTIONS MICRO GRID



Station de stockage d'énergie pour compléter le réseau

### H2 LOGISTIQUE & DISTRIBUTION



Stockage à haute pression pour le transport de grands volumes, la distribution et les applications embarquées

# CONTAINER H2DS : Solution logistique

## H2 Transport et distribution

### Caractéristiques techniques

- Hydrogène conditionné à 500 bar dans des conteneurs maritimes de 10 et 20 pieds (MEGC)
- Solution compacte grâce aux réservoirs de type IV
- Le CGEM contient jusqu'à 550 kg d'H2 comprimé
- Dimensions ISO668
- Vidage optimisé et sécurisé de l'H2 :
  - P&ID simple
  - P&ID pour la distribution type cascade
  - Dispositifs de sécurité

### Avantages / Benefices

- Transport multimodal
- Transport de gros volumes
- Poids total < 15 tonnes
- Peut être utilisé avec 1 sortie principale ou 5 sortie indépendantes
- Vanne automatique pour des besoins de sécurité spécifiques
- Raccords rapides pour une connexion simple et sûre
- Contrôle de la pression et de la température
- Détection de gaz (incendie et H2 ambiant)



# CONTAINER H2DS : Cas d'usages

Journées  
Hydrogène

DANS LES  
TERRITOIRES

10<sup>ème</sup> édition

PAU | 2023

1

## Transport H2 MULTIMODALE

- Container de gaz à élément multiples (CGEM) pour le transport: Route (ADR), Rail (RID), Navire (IMDG), Bateau (ADN)



2

## Fourniture d'H2 pour les piles à combustibles stationnaires

- Les sites éloignés peuvent être alimentés en H2
- Groupe électrogène à faible bruit et sans émissions
- Jusqu'à 20 MWh d'énergie stockée



3

## Fourniture d'H2 pour station service

- Grande disponibilité de l'hydrogène pour le remplissage des véhicules à 350 bars, remplissage partiel des véhicules à 700 bars
- Aucun compresseur n'est nécessaire



4

## UTILISATION À BORD DES NAVIRES

- Conçu pour intégrer les navires IGF
- Pas de besoin de station de distribution sur le quai
- Le conteneur peut être directement chargé à bord





**Merci pour votre  
attention !**

**Journées  
Hydrogène**  
DANS LES  
**TERRITOIRES**  
10ème édition  
**PAU | 2023**

Organisées par





Joignons nos énergies  
au-delà des frontières

Du 13 au 15 juin 2023 à PAU

Au Palais Beaumont

**Air Liquide**

**LH2 - Une solution d'avenir pour la mobilité**

Organisées par





# Main Topics

1. LH2 Production
2. Market
3. LH2 Strengthes
4. Q&A

## AGENDA





# *Liquid Hydrogen: all you wanted to know*

**20K**

Liquefaction Temperature

**~400tpd**

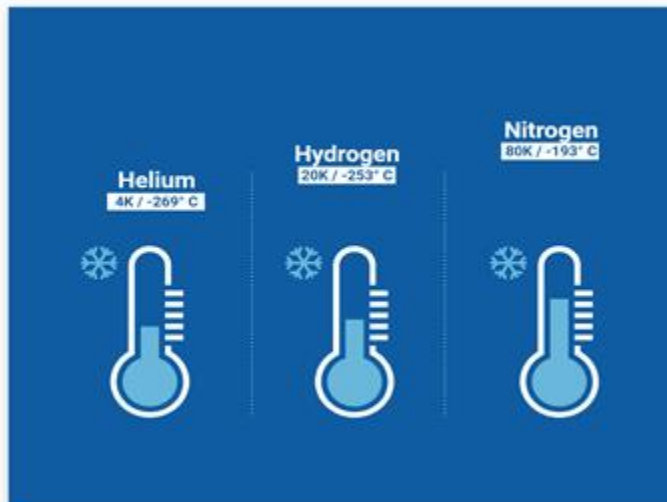
World Wide Production

**0.3%**

Ratio of LH2 versus GH2 produced worldwide

**800**

Ration volume LH2 / GH2



# Air Liquide, a world leader in liquid hydrogen

## Decades of expertise - Sizing up to match the market

30 tonnes  
per day  
Nevada

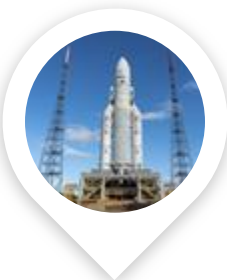
90 tonnes  
per day

South Korea

### First steps in liquid hydrogen

Space industry  
Large Science projects (ITER, CERN...)  
Many liquefier references  
Turbo-Brayton technology for LNG

Air Liquide's largest  
liquid hydrogen  
production facility for the  
mobility market



1960'



2022



2024

**60 years**

experience in hydrogen  
cryogenics

**>700**

liquid H2 tanks for Ariane  
with a 0 failure rate

**800**

ratio volume GH2/LH2

**5**

liquefaction centers

Mastery of the entire  
**LH2 value chain**

Tailored solutions at each  
step (liquefier, storage,  
trailers, station)

# Liquid Hydrogen - A North American Market...

**Project General Information**

Location

Tout

Project Status

Plusieurs sélections

Award Year

Tout

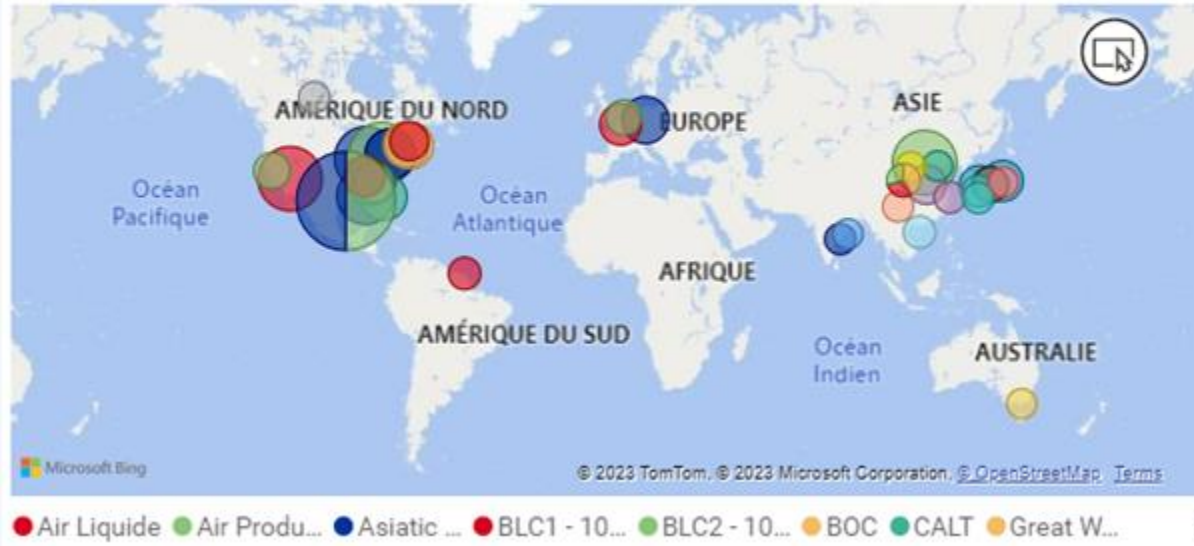
Start Year

1980 2022

Size Range (tpd)

Plusieurs sélections

H2 Liquefier projects by Operator



By Supplier

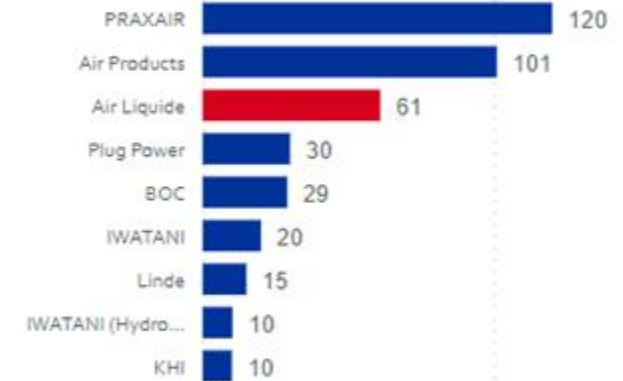
By Operator

432

Total production (tpd)

LH2 production capacity (in tpd)

Liquefier Operator/Owner



LH2total(t/d)

305tpd (70%) in North America

But overall 0.3% of the hydrogen market...



# NEVADA PLANT

LH2  
Market





# Hydrogen is accelerating the decarbonation of heavy- mobility



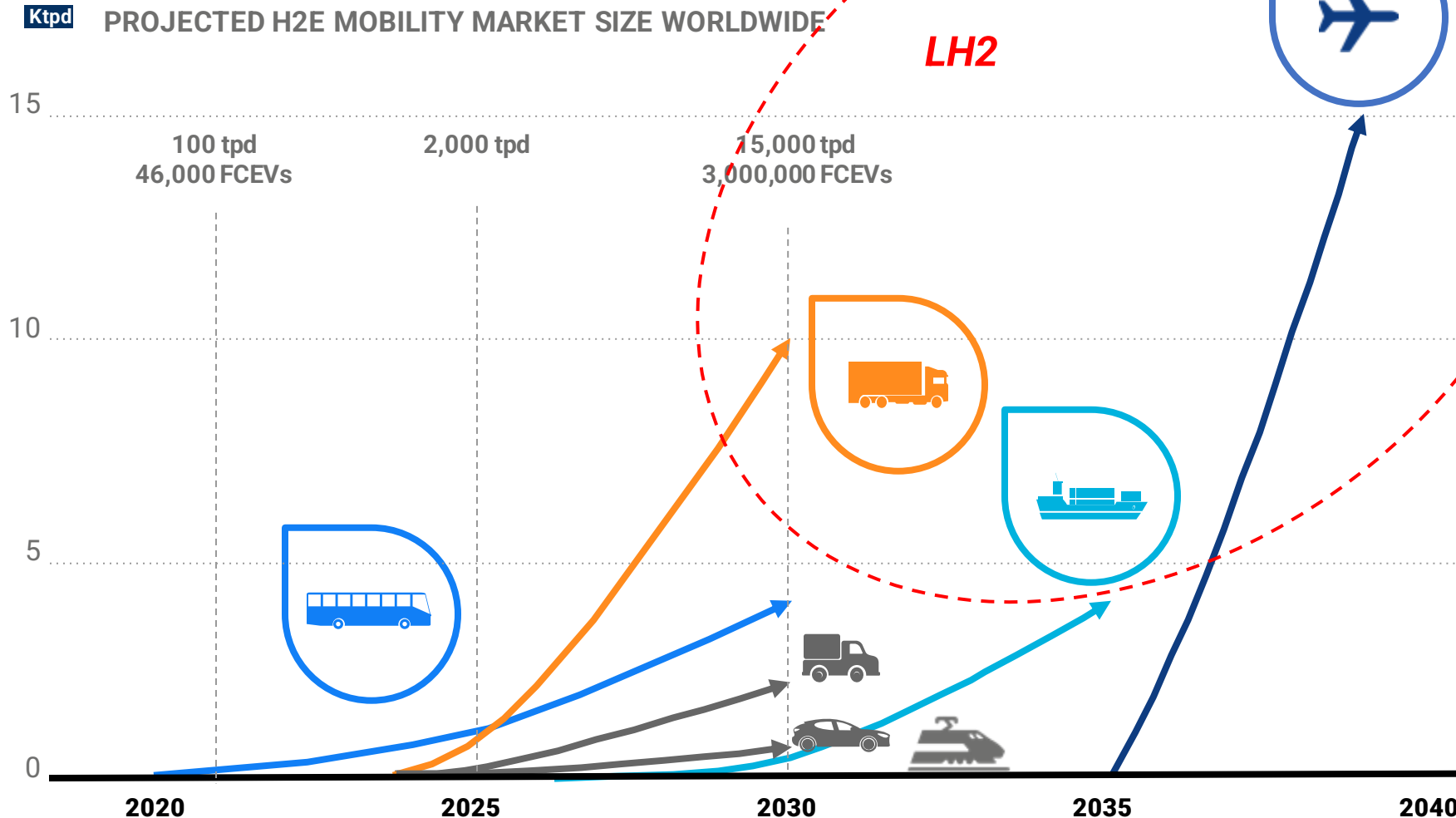
## A tailored solution...

- Long range
- Short refueling time
- High energy density

## ... for specific needs

- High driving power
- Long distances
- Intensive use fleets
- Cargo space

# Ready to accompany the growth of hydrogen mobility



**25%**  
transport CO<sub>2</sub> impact

**80+**  
CO<sub>2</sub> regulations  
worldwide

**3 M**  
hydrogen vehicles  
by 2030

**10**  
min to refuel a bus

**50%**  
of hydrogen demand  
dedicated to transport  
by 2050

# Liquid H2: a key fuel for the future of Zero-Emission transport

>50% of global H2 transport needs by 2050

Already more than **10 000** tpd by 2030 \* 23 (versus 2022)

## Land Mobility



## Maritime



## Aviation



DAIMLER · faurecia FE FUEL



AIRBUS



The background image shows a large industrial facility, likely a liquefied natural gas (LNG) plant, with numerous large cylindrical storage tanks and a complex network of pipes. Two workers in red and black safety suits and white hard hats are standing in the lower right foreground, looking upwards. A large blue circular graphic is centered over the image, containing the text 'LH2 Strengths' and four colored semi-circles below it.

# LH2 Strengths

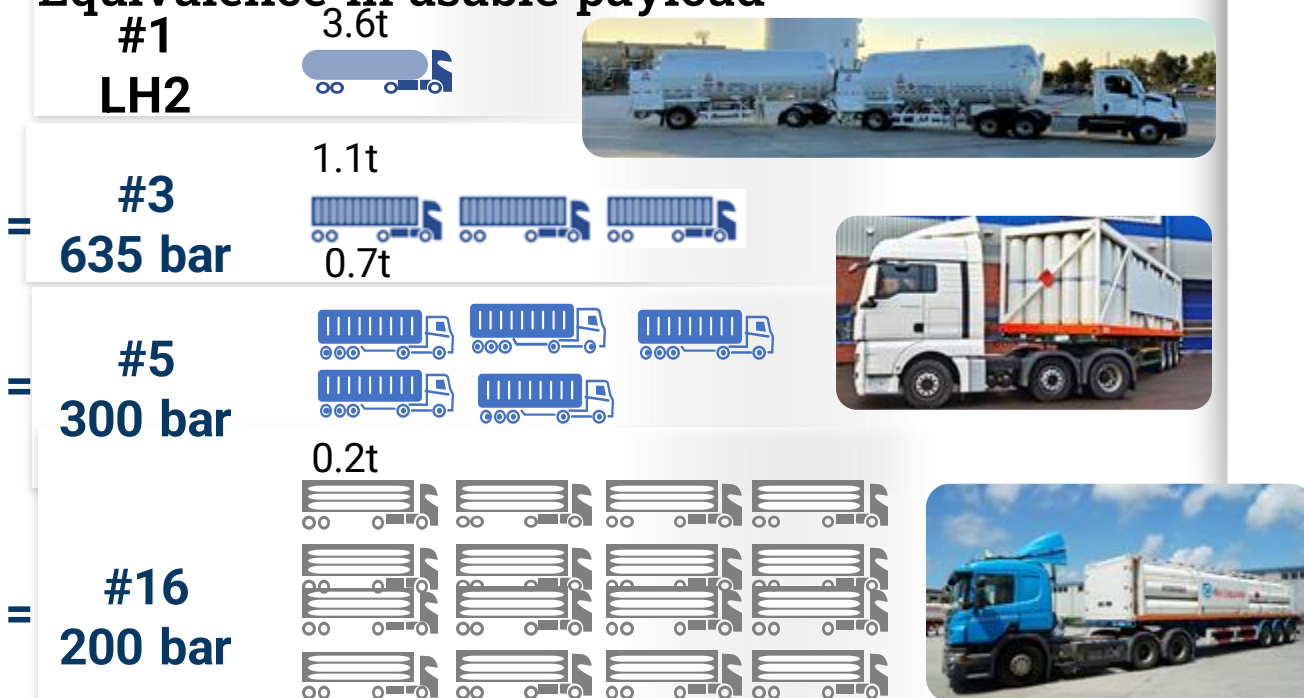


# LH2 vs GH2: the advantages of liquid hydrogen

## Logistic: more viable at scale

LH2: large amount of H2 with minimum volume & mass = minimum storage & transport costs

### Equivalence in usable payload



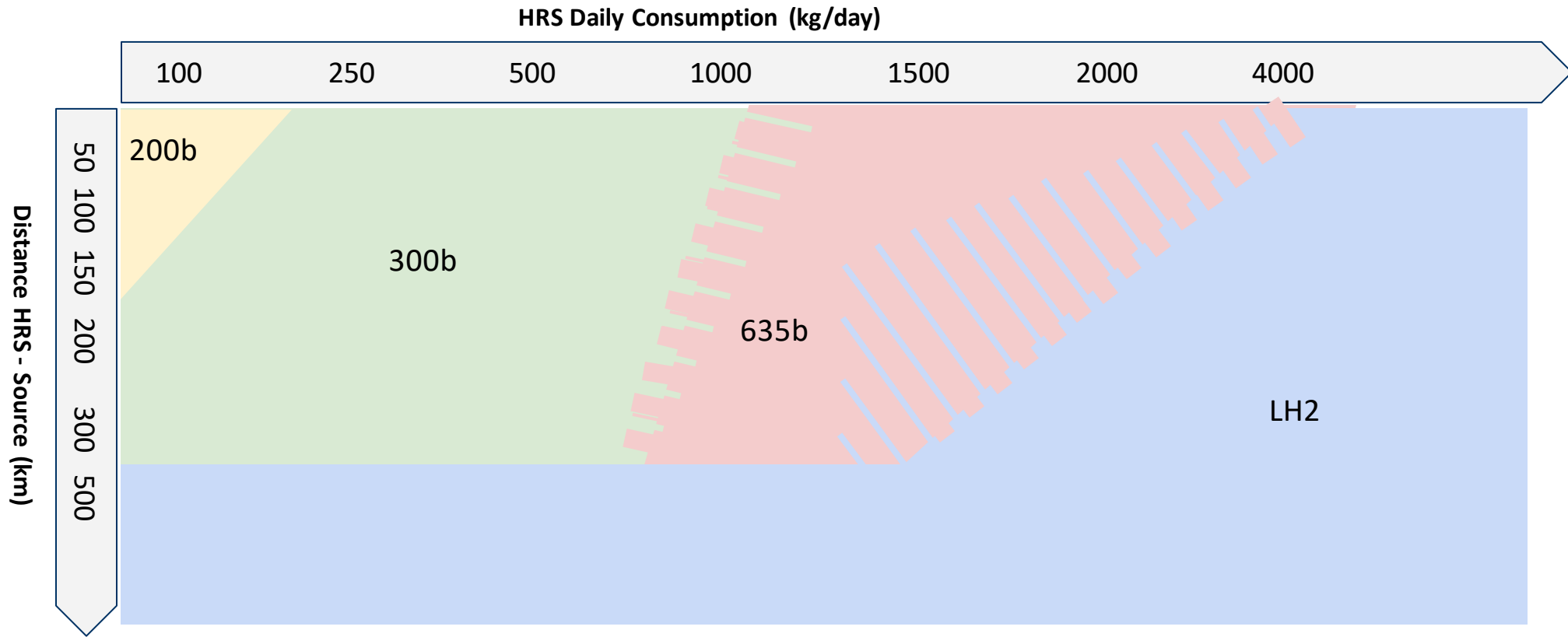
## Onboard: high power density

LH2 has a role to play for energy intensive mobility applications with large quantities of energy onboard

- LH2 has higher density than GH2: **maximum of hydrogen stored in a minimal volume**
  - *LH2 occupies 800 times less volume than GH2 at atmospheric conditions*
- **Allowing short refueling time:**
  - **Plane Liquid to liquid: 15 min to refill a turbofan (3.5 tons) = 15 tons per hour**
  - **Truck LtoG: 60 kg in 10 mns = 360 kg/hour**
  - **Car GtoG: 5 kg in 5 mns = 60 kg/hour**



# LH2 TCO advantage: Distance to Source / Quantities - 2030



# Pump vs Compressor Size Comparison

Liquid hydrogen is 800 times denser than  
Gaseous hydrogen at 1 bar

Pump Nikkiso ACD Model MP-  
100

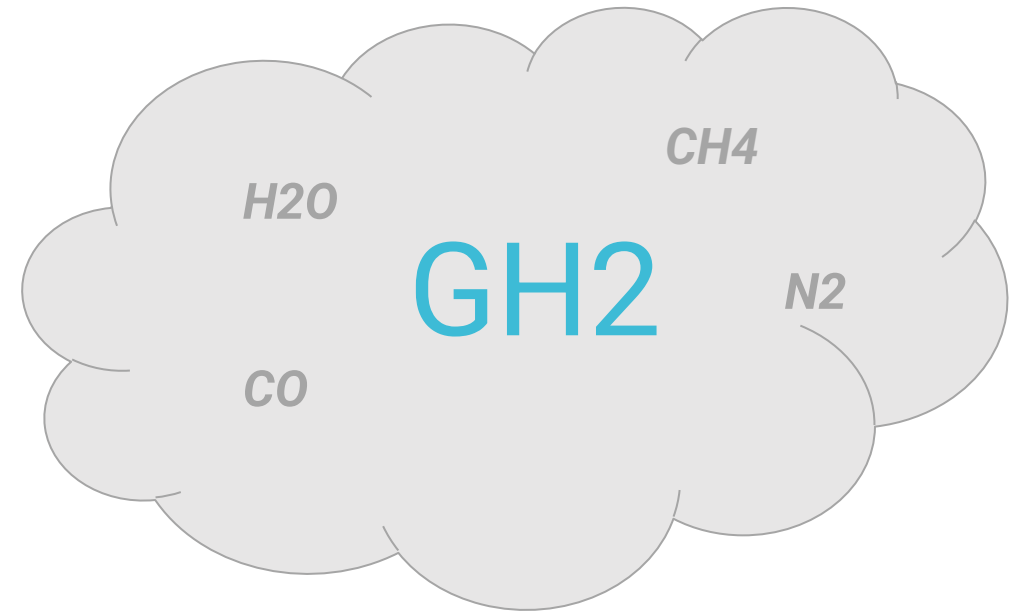
120 kg/hr @450b



Membrane Compressor NEA Hofer  
80 kg/hr from 40b to 450b



# LH2 strengths: Liquid Hydrogen - Symbol of Purity





**Merci pour votre  
attention !**

**Journées  
Hydrogène**  
DANS LES  
**TERRITOIRES**  
10<sup>ème</sup> édition  
**PAU** | **2023**

Organisées par



# Journées Hydrogène

DANS LES  
TERRITOIRES

10<sup>ème</sup> édition

PAU

2023

## Joignons nos énergies au-delà des frontières

Du 13 au 15 juin 2023 à PAU

## Au Palais Beaumont

**Logistique de l'hydrogène : GRTgaz  
des solutions techniques pour le stockage et le transport**

Organisées par





# GRTgaz

Faire émerger les infrastructures et sécuriser les approvisionnements

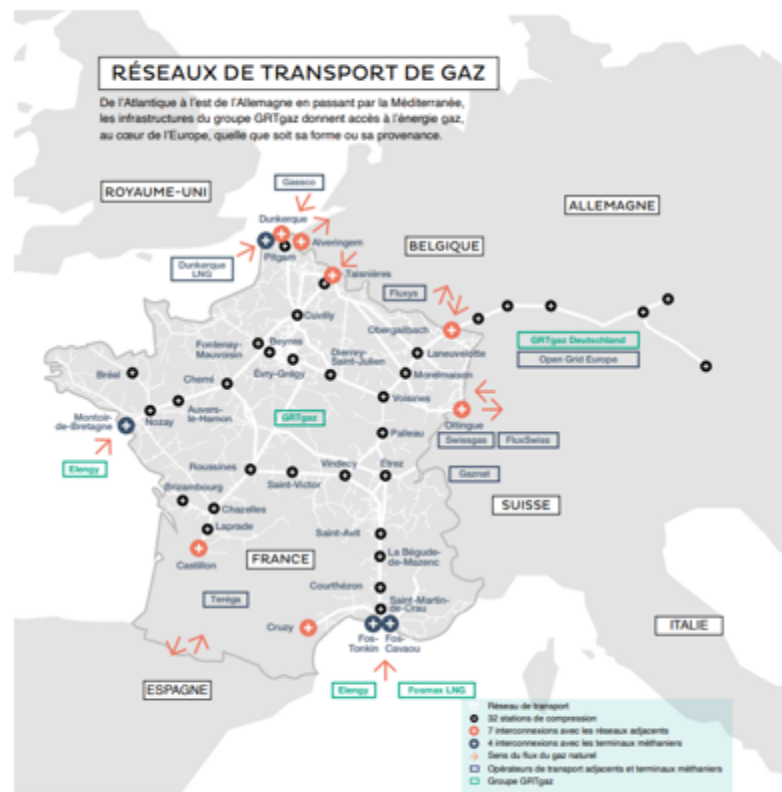
GRTgaz est propriétaire et opérateur du principal réseau de transport de gaz français, compatible avec les gaz renouvelables et bas carbone

L'activité de transport de GRTgaz est régulée (pour le transport de gaz naturel / biométhane)

GRTgaz a une mission de service public

## Les clients GRTgaz à fin 2022

- 157 « fournisseurs » utilisent notre réseau
- 19 opérateurs de réseaux de distribution à l'interface
- 63 producteurs de biométhane connectés
- 703 clients industriels raccordés dont 14 centrales électriques



Crédit : <https://www.grtgaz.com/sites/default/files/2022-01/Essentiel-2021.pdf>



**Ensemble, rendre possible un avenir énergétique sûr, abordable et neutre pour le climat**

## Chiffres clés 2022





# Journées Hydrogène

DANS LES TERRITOIRES

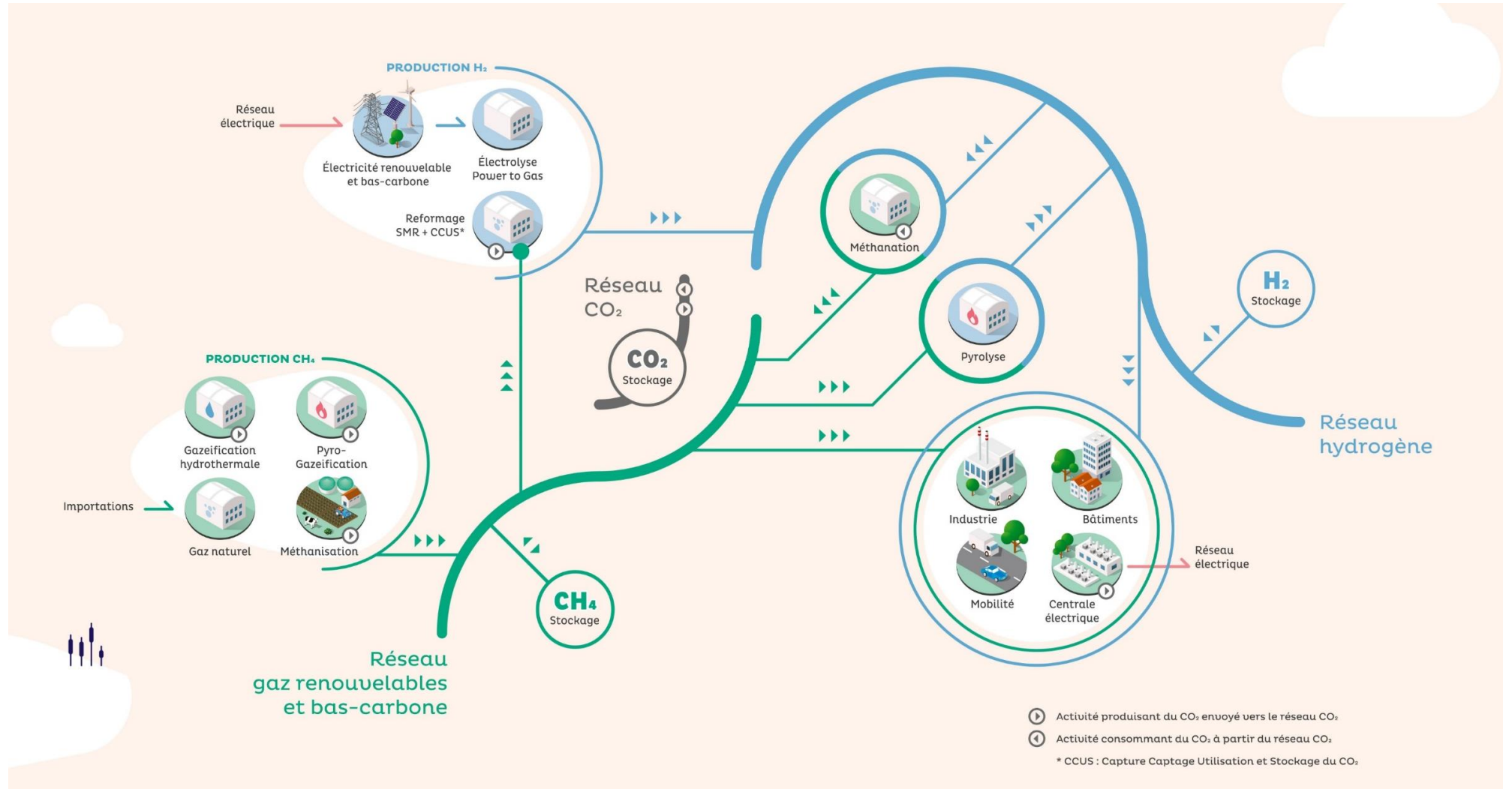
10<sup>ème</sup> édition

PAU 2023

## Notre vision en 2050

Deux réseaux distincts biométhane et hydrogène offrant de multiples choix de solutions de décarbonation.

Des réseaux CO<sub>2</sub> au sein de clusters locaux



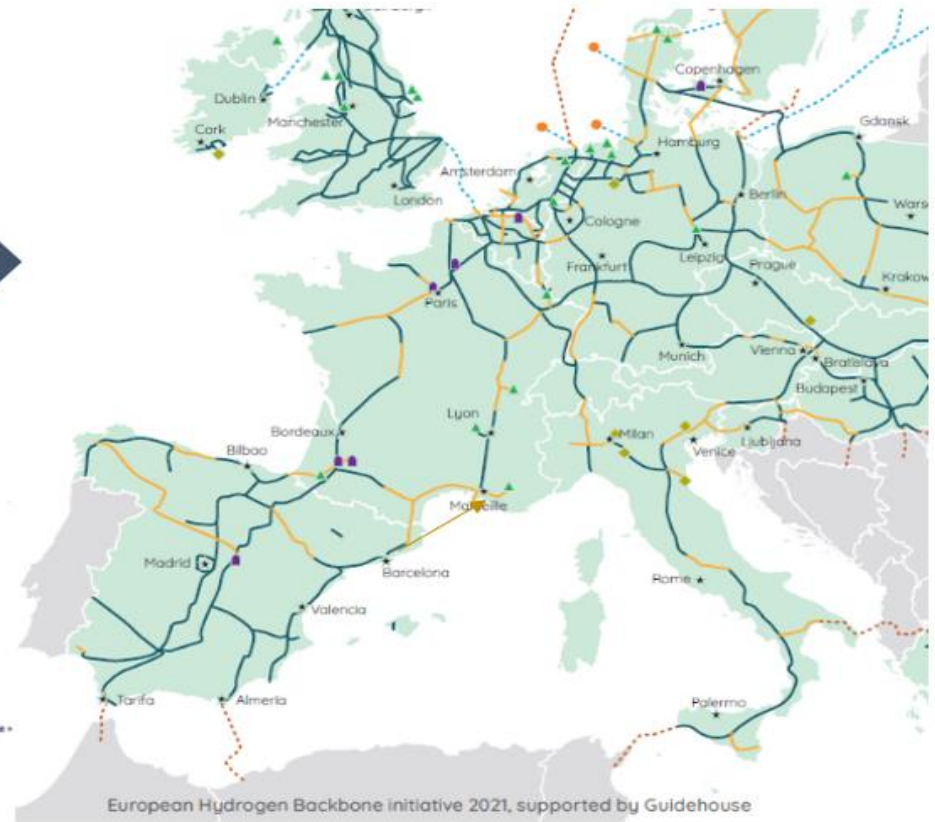
# Notre ambition pour l'Hydrogène

Construire à partir des hubs industriels locaux un marché Européen intégré

La présence de GRTgaz dans les hubs industriels locaux



European Hydrogen Backbone  
 Gas For Climate 2021



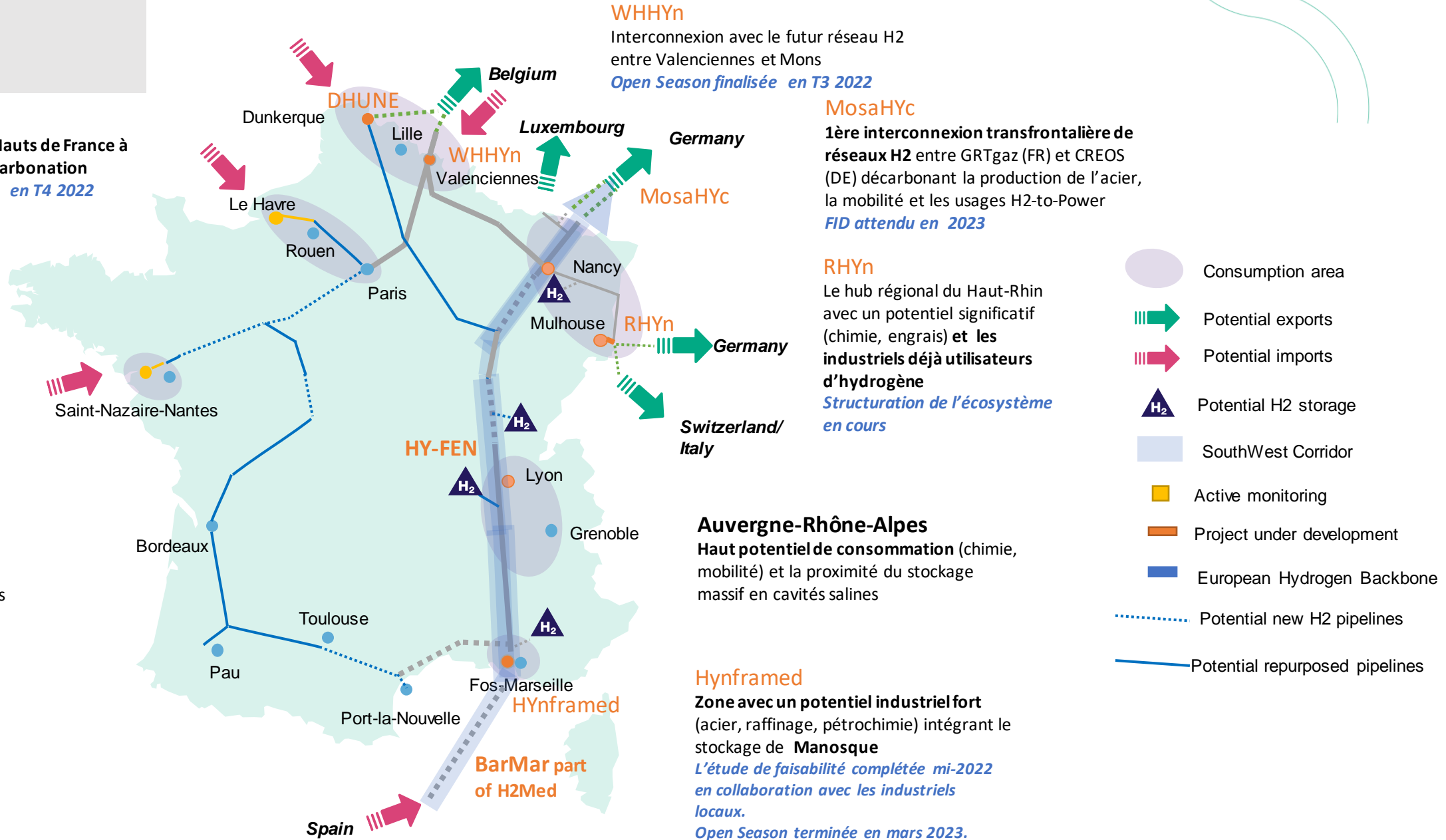
European Hydrogen Backbone initiative 2021, supported by Guidehouse

# Les projets H2 de GRTgaz

**DHUNE**  
Réseau régional des Hauts de France à haut potentiel de décarbonation  
*Open Season finalisée en T4 2022*

**Vallée de la Seine**  
Un hub large s'étendant de la zone industrielle du Havre – Rouen à l'Île de France avec un haut potentiel en mobilité

**Saint Nazaire – Nantes**  
Potentiel de production de l'H2 offshore, lien avec les industries du hub Nantes St-Nazaire





# Une démarche progressive avec des étapes claires et transparentes

Journées  
Hydrogène

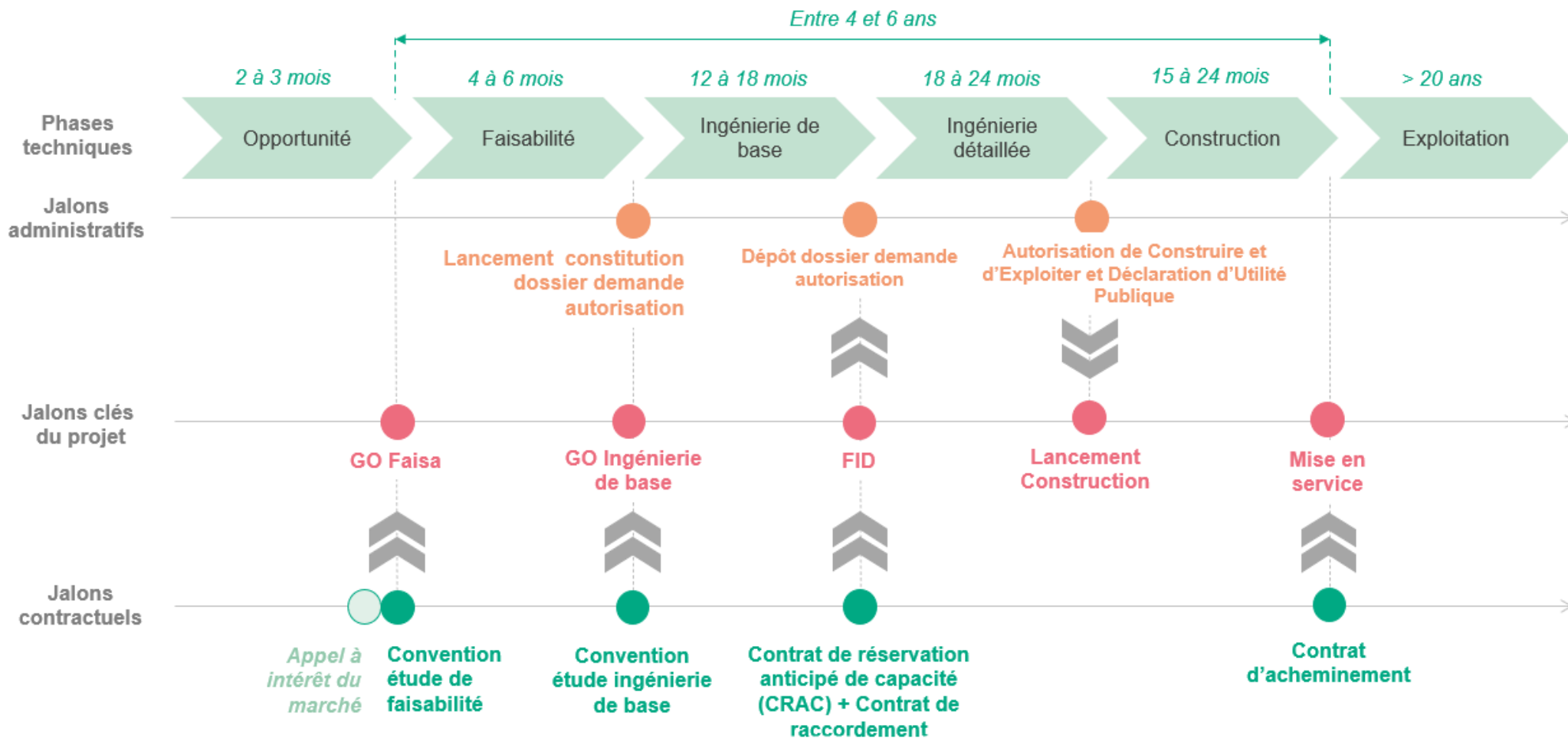
DANS LES  
TERRITOIRES

10<sup>ème</sup> édition

PAU | 2023

## Projet d'infrastructure de transport d'hydrogène

Calendrier type et jalons techniques et contractuels clés



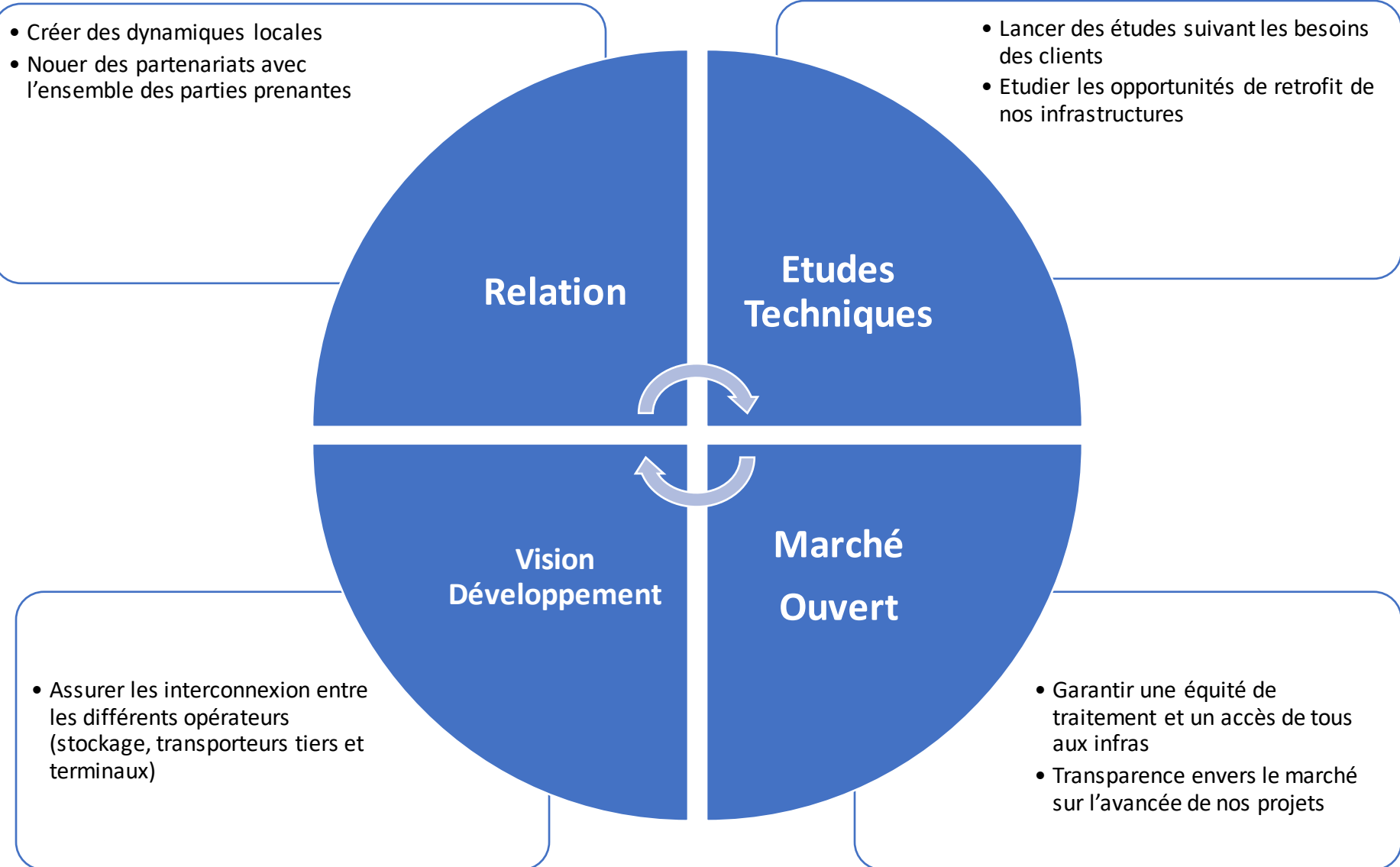
## Journées Hydrogène

DANS LES  
TERRITOIRES

10<sup>ème</sup> édition

PAU | 2023

# Accompagner le développement des bassins Hydrogène



**Merci pour votre  
attention !**

**Journées  
Hydrogène**  
DANS LES  
**TERRITOIRES**  
10ème édition  
**PAU | 2023**

Organisées par





Joignons nos énergies  
au-delà des frontières

Du 13 au 15 juin 2023 à PAU

Au Palais Beaumont

**Logistique de l'hydrogène : HYSILABS**  
des solutions techniques pour le stockage et le transport

Organisées par







# HYSILABS

HYDROGEN STORED AS LIQUID



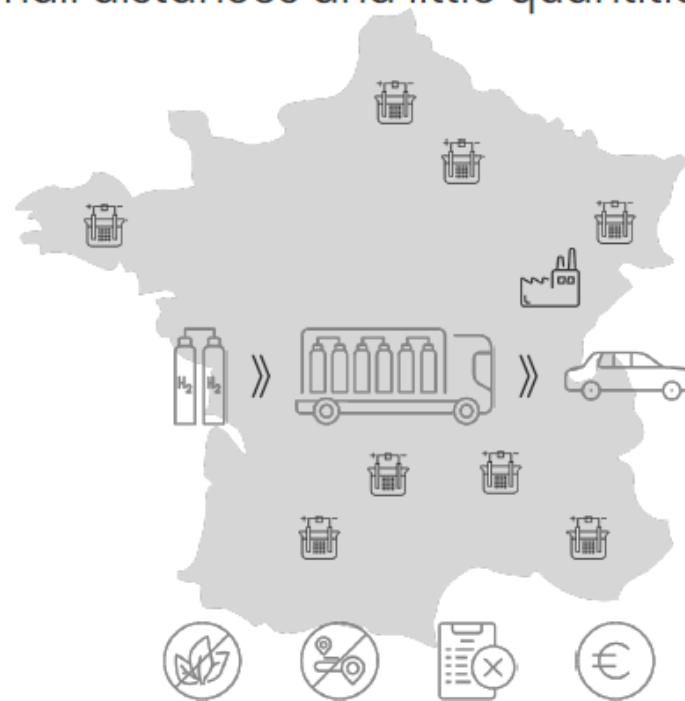
**Hydrogen (H<sub>2</sub>)  
is a key element in the  
energy transition...**

**« H<sub>2</sub> could meet up to 24% of the world's  
energy needs by 2050 »**

(Bloomberg NEF 28.5.2020)

**... but its logistics remain  
complex and expensive**

H<sub>2</sub> transportation is limited to  
small distances and little quantities





# Current transportation and storage methods



Compressed gas

- Sector deployed for decades
- Very competitive for small volumes
- Very competitive for short distances
- New perspectives of optimisation may include new usages

- Difficult to handle (200-700 bars pressure)
- Not a good volume-H<sub>2</sub> transported ratio
- Difficult for big volumes
- Difficult for long distances



Pipeline

- A very well deployed NG network
- Easy to handle
- Very competitive for downtown usages

- H<sub>2</sub>'s lightness → greater leakage rate
- Possibility of H<sub>2</sub> embrittlement
- Not adapted for long distances

# Considered transportation and storage methods



Liquefied H<sub>2</sub>

- Good H<sub>2</sub> density
- Mature technology
- Competitive at large scale

- Infrastructures not deployed
- Need of keeping a constant temperature (-253°C)
- Energy intensive for liquefaction
- Boil-off (H<sub>2</sub> losses over time)



Ammonia (NH<sub>3</sub>)

- Existing infrastructures and production
- High H<sub>2</sub> density
- Known substance
- Very competitive at large scale

- Not linked to H<sub>2</sub> transport yet
- Toxic
- Unconceivable for downtown usages
- Need of specialised staff
- H<sub>2</sub> losses when unloading



# New transportation and storage methods



Liquid Organic Hydrogen Carriers  
(LOHC)



- Stable liquid at ambient conditions
- Adapted to existing infrastructures
- No need of energy input for loading H<sub>2</sub> into it.



- Organic: carbon-based
- Aged carrier with time
- Need of energy input for releasing H<sub>2</sub> from it
- Need of H<sub>2</sub> purification after release
- Costly raw material



Liquid Inorganic Hydrogen Carriers  
(HydroSil)

- Stable liquid at ambient conditions
- Non-organic → green
- Adapted to existing infrastructures
- Unaged carrier with time
- No purification of H<sub>2</sub> needed
- Cheap raw material (silica)

- Need of energy input for loading H<sub>2</sub> into it
- Not competitive for very short distances

## Vision

A H<sub>2</sub> economy for a zero-carbon future.

## Mission

Enabling massive H<sub>2</sub> logistics with a safe and cost-competitive solution.

**60+**

patents

**19**

M€ total funding

**22**

employees

**2015**

foundation of the company

**12**

co-dev projects

**2022**

1<sup>st</sup> system delivered

This project has received funding from the **European Union's Horizon 2020** research and innovation programme under grant agreement No 101009244



**UNION EUROPÉENNE**  
Fonds Européen de Développement Régional

**RÉGION SUD**  
PROVENCE ALPES CÔTE D'AZUR

Projet cofinancé par React-EU - Dispositif de relance de l'Union européenne en réponse à la pandémie de COVID-19



7 AFFORDABLE AND CLEAN ENERGY

9 INDUSTRY, INNOVATION AND INFRASTRUCTURE

12 RESPONSIBLE CONSUMPTION AND PRODUCTION

SOLARIMPULSE EFFICIENT SOLUTION 2019

THE ARCH 100 SOLUTIONS FOR THE PLANET

LES DEEP TECH

GREENTECH INNOVATION

**Financial**



edp | pld | equinor | RÉGION SUD / INVEST | European Commission | kreaixi

**Ecosystem**



France Hydrogène | Capenergies | Hydrogen Europe

# HSL solutions™ to easily store & transport H<sub>2</sub>

HySiLabs has developed two innovative chemical processes to charge and release H<sub>2</sub> in and out of the carrier.



Industrial processes to load the carrier with H<sub>2</sub> and energy

Same logistics as conventional liquid fuels

H<sub>2</sub> is released from HydroSil on demand without energy

60  
owned  
patents



Charging process  
HydroSil molecule  
Release process

The only one in the world in liquid state with a non-organic basis

# A cost competitive solution for any use case

Savings up to\*  
**40%**  
GHG emissions

Saving up to\*  
**30%**  
costs

No  
**H<sub>2</sub>**  
losses

## Chile - France



### By sea\*\* A

- 📉 **12%** vs LOHC
- 📉 **13%** vs LH<sub>2</sub>
- 📉 **21%** vs NH<sub>3</sub>

## Portugal - France



### By sea\*\* B

- 📉 **5%** vs LOHC
- 📉 **5%** vs LH<sub>2</sub>
- 📉 **16%** vs NH<sub>3</sub>

## Portugal - France



### By road\*\* C

- 📉 **4%** vs LOHC
- 📉 **9%** vs LH<sub>2</sub>
- 📉 **30%** vs CGH<sub>2</sub>\*\*\*

The data shown are made on the assumption that LH<sub>2</sub> and CGH<sub>2</sub> have a deployed infrastructure.

\* Compared to other carriers

\*\* Real business cases based on ongoing discussions (other cases available)

\*\*\* 350 bars, Type IV



# The most competitive solution



## HYSILABS

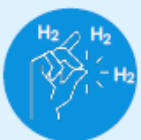
HYDROGEN STORED AS LIQUIDS



Earth  
friendly



Liquid,  
Stable, Safe



On demand  
release without  
energy input

- ✓ Liquid, stable, safe
- ✓ Earth friendly
- ✓ No energy needed to release H<sub>2</sub>
- ✓ Non-organic molecule
- ✓ Use of conventional infrastructures

### Liquid Organic Hydrogen Carriers



- ✓ Liquid, stable, safe
- ✗ Earth friendly
- ✗ No energy needed to release H<sub>2</sub>
- ✗ Non-organic molecule
- ✓ Use of conventional infrastructures

### Ammonia



- ✗ Liquid, stable, safe
- ✗ Earth friendly
- ✗ No energy needed to release H<sub>2</sub>
- ✓ Non-organic molecule
- ✓ Use of conventional infrastructures

### Pressurized/ Liquefied H<sub>2</sub>



- ✗ Liquid, stable, safe
- ✓ Earth friendly
- ✓ No energy needed to release H<sub>2</sub>
- ✓ Non-organic molecule
- ✗ Use of conventional infrastructures

# Purpose and applications

Among all the H<sub>2</sub> usages, HSL Solutions are unbeatable on these three



## Green H<sub>2</sub> transportation and H<sub>2</sub> hubs

- Building a pilot near a H<sub>2</sub> hub
- Total addressable market: **26%** of the total H<sub>2</sub> market in 2030  
(IEA green H<sub>2</sub> project database; end-use sectors of non-captive H<sub>2</sub>)



Ports



H<sub>2</sub> valleys



## Heavy duty on-board applications

- Building a pilot to feed the demand
- Total addressable market: **32%** of the total H<sub>2</sub> market in 2030  
(IEA green H<sub>2</sub> project database; end-use sectors of non-captive H<sub>2</sub>)



Ship-owners



Dockyards



## Strategic storage

- Building a pilot with key partners from the sector
- Total addressable market: **1%** of the total H<sub>2</sub> market in 2030  
(IEA green H<sub>2</sub> project database; end-use sectors of non-captive H<sub>2</sub>)

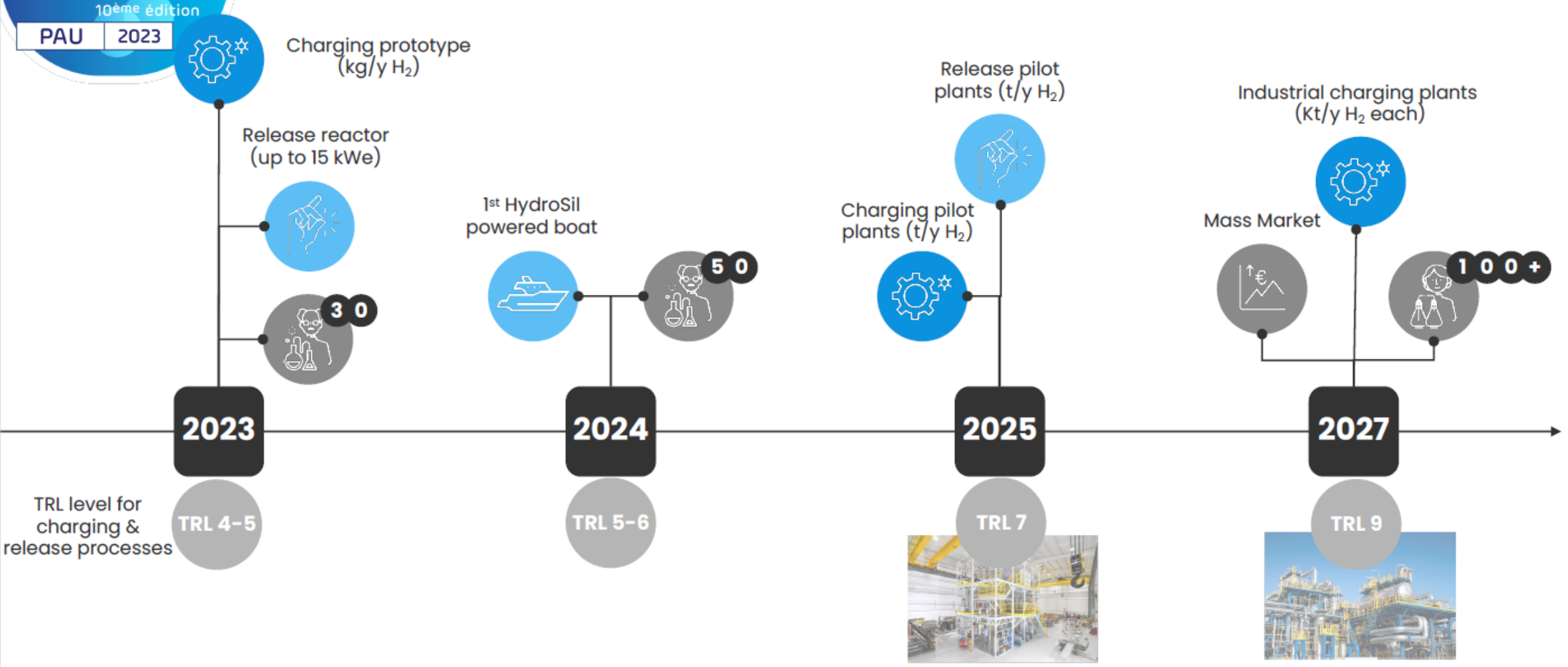


Cavern storage



Stockists

# Timeline | Next steps



**From the kg to the ton of H<sub>2</sub> - industrialisation / full-scale**



The company

Focus on core team

### Our values:

We **look** for the **simplest** and **fastest** way to get things done with the **maximum** impact.

We **think** big and strive for **excellence**.

We **challenge** the norms and **push** boundaries.



Pierre-Emmanuel Casanova

CBO



Vincent Lôme

CTO



Corine Dubruel

CEO



Tristan Robino

Industrial director

Awarded by



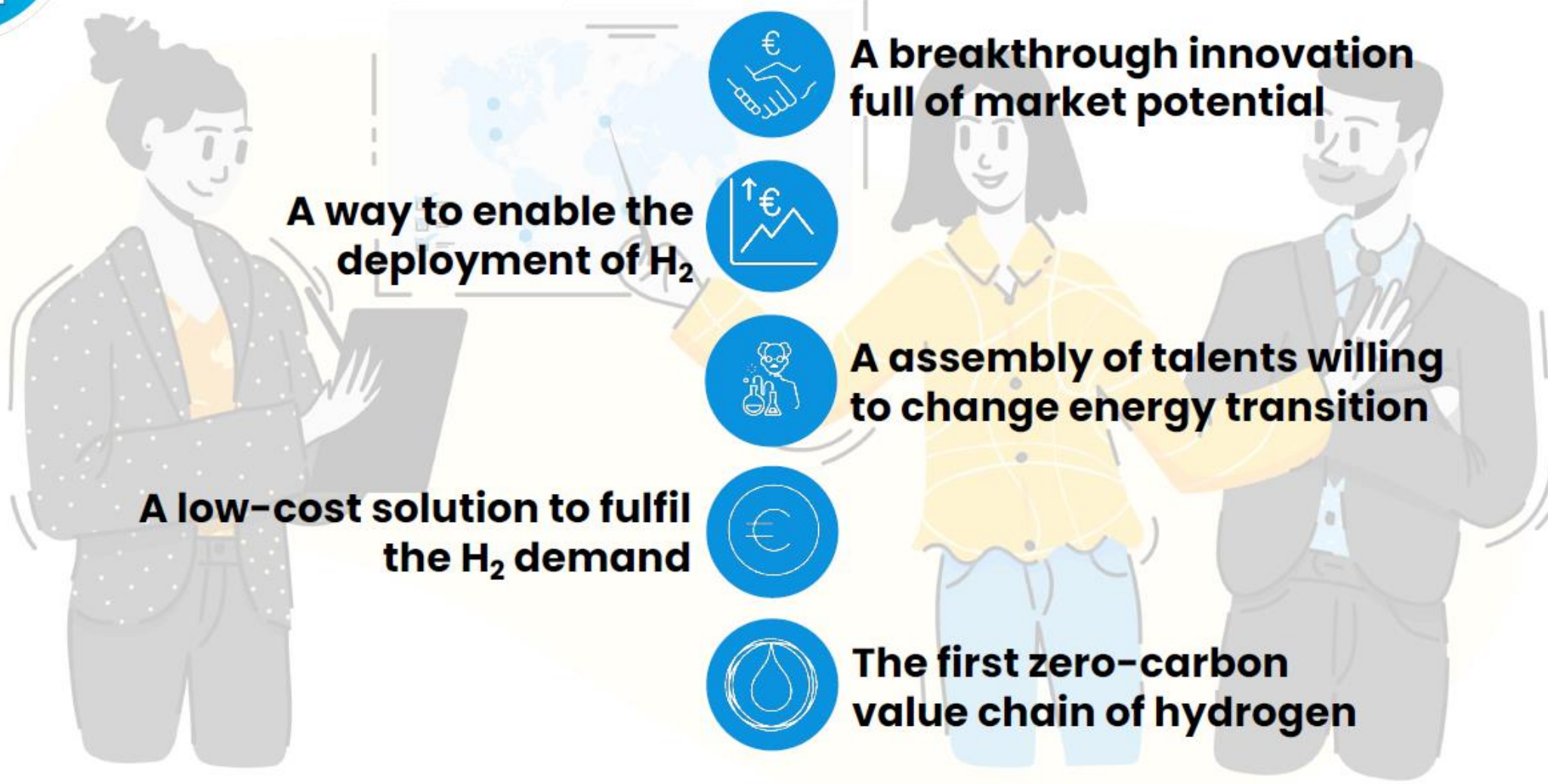
Labelled by



Ecosystem







**A way to enable the deployment of H<sub>2</sub>**

**A low-cost solution to fulfil the H<sub>2</sub> demand**



**A breakthrough innovation full of market potential**



**A assembly of talents willing to change energy transition**



**The first zero-carbon value chain of hydrogen**

# Enabling massive hydrogen logistics for all kind of applications



[hysilabs.com](https://hysilabs.com)

Bâtiment Lavoisier, Avenue Louis Philibert, 13100 Aix-en-Provence (France)



7 AFFORDABLE AND  
CLEAN ENERGY



9 INDUSTRY, INNOVATION  
AND INFRASTRUCTURE



12 RESPONSIBLE  
CONSUMPTION  
AND PRODUCTION





**Merci pour votre  
attention !**

# Journées Hydrogène

DANS LES  
TERRITOIRES

10ème édition

PAU | 2023

Organisées par



# Journées Hydrogène

DANS LES  
TERRITOIRES

10<sup>ème</sup> édition

PAU

2023

Joignons nos énergies  
au-delà des frontières

Du 13 au 15 juin 2023 à PAU

Au Palais Beaumont

## Vers le stockage massif d'hydrogène

Organisées par





Journées  
Hydrogène

DANS LES  
TERRITOIRES  
10ème édition

PAU 2023

## STORENGY // Chiffres clés

1<sup>er</sup>



opérateur  
de stockage  
souterrain en Europe

21



sites de stockage  
en Europe

2<sup>e</sup>



producteur  
de biométhane  
en France

plus de

1 000

collaborateurs



100



TWh de capacités de  
stockage de gaz naturel  
en France

70



ans d'expertise dans  
le développement de  
solutions énergétiques

# Les stockages souterrains assurent la sécurité d'approvisionnement en gaz depuis 70 ans

16 sites de stockage souterrain en France



Un volume stocké de **130 TWh**

➤ Ils contribuent à la sécurité énergétique du pays à hauteur de 25% de la consommation de gaz en France

A des débits de soutirage pouvant atteindre une puissance instantanée équivalente à **75 GW pour le parc de Storengy**

➤ Ils participent à l'optimisation du système gazier français en délivrant plus de 50% du besoin de pointe



# Un développement attendu de la filière H2 très fort dès 2030, avec un besoin de flexibilité confirmé

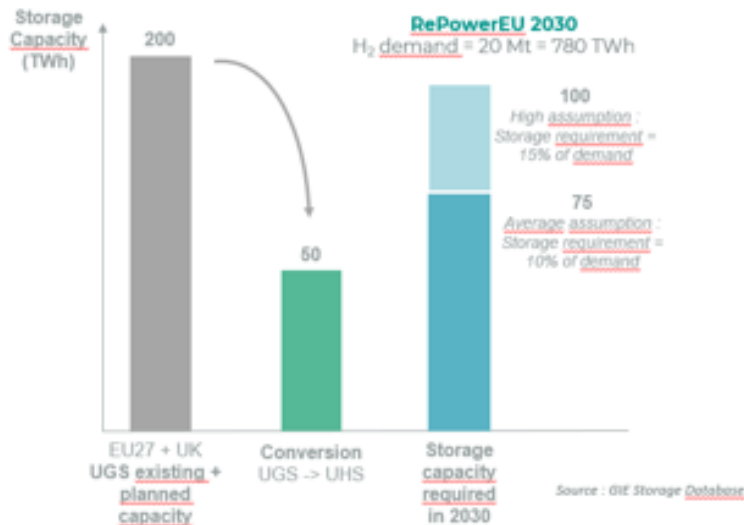
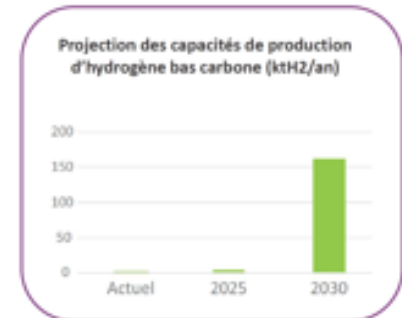


En 2030, l'étude de France Hydrogène indique une consommation H2 nationale > 1 Mto/an (env. 40TWh<sub>H2</sub>)

➤ La consommation H2 en AuRA est estimée à 161 kto/an

## Auvergne-Rhône-Alpes – Chiffres clés

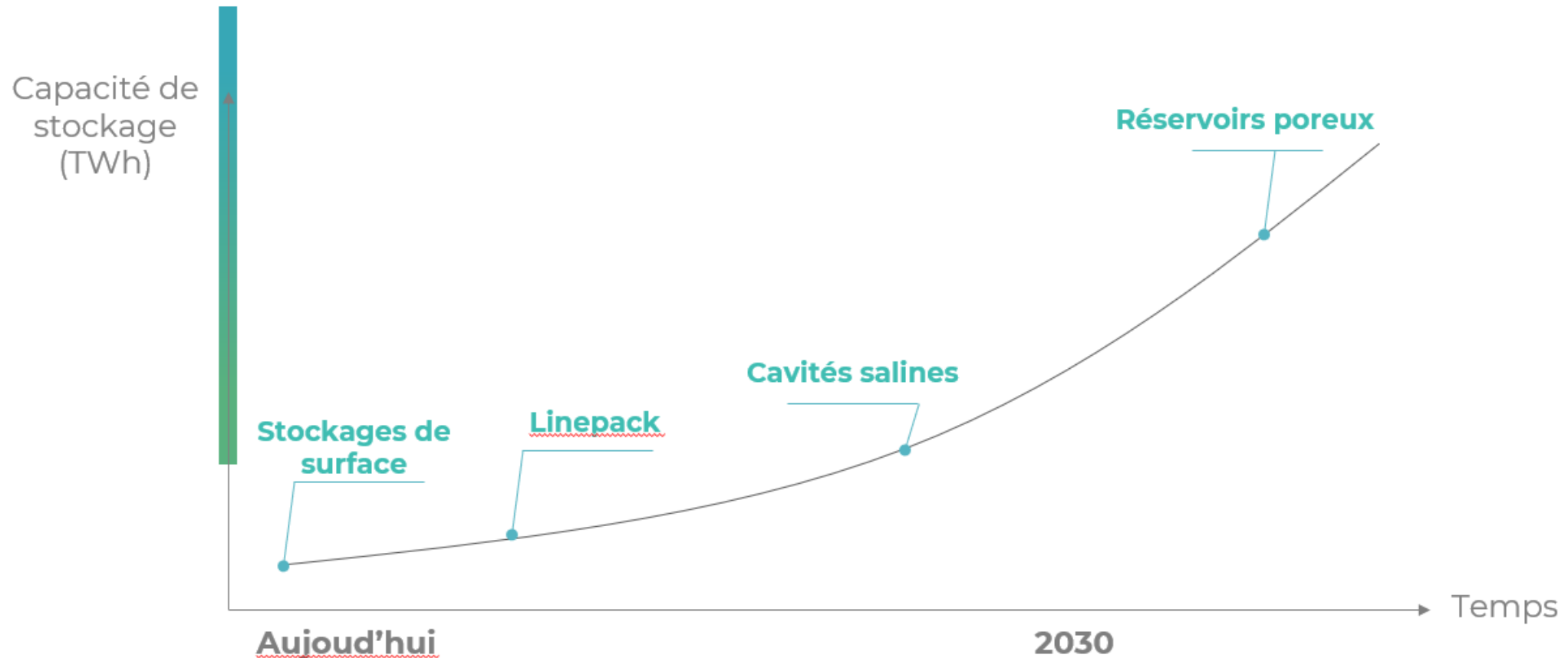
- 23 projets de production et utilisation d'hydrogène
- 161 000 t/an d'hydrogène à horizon 2030
- 34 stations de distribution d'hydrogène d'ici 2025
- +21,2 TWh de production d'énergie renouvelable d'ici 2030



Un nouveau plan Européen – RePowerEU - en soutient à la production d'hydrogène qui prévoit le triplement de la consommation

➤ Un 'accélérateur hydrogène' pour atteindre une demande de 20 Mto / an à l'horizon 2030

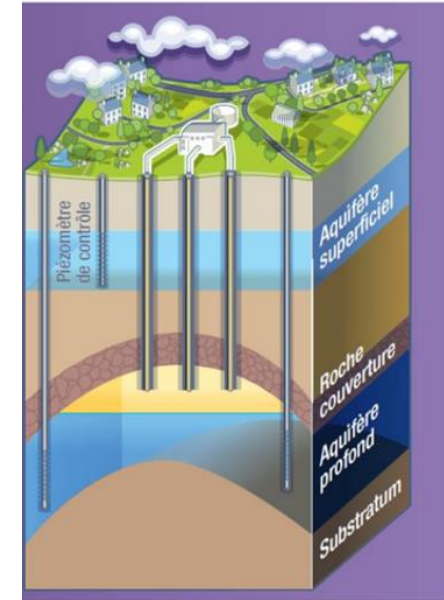
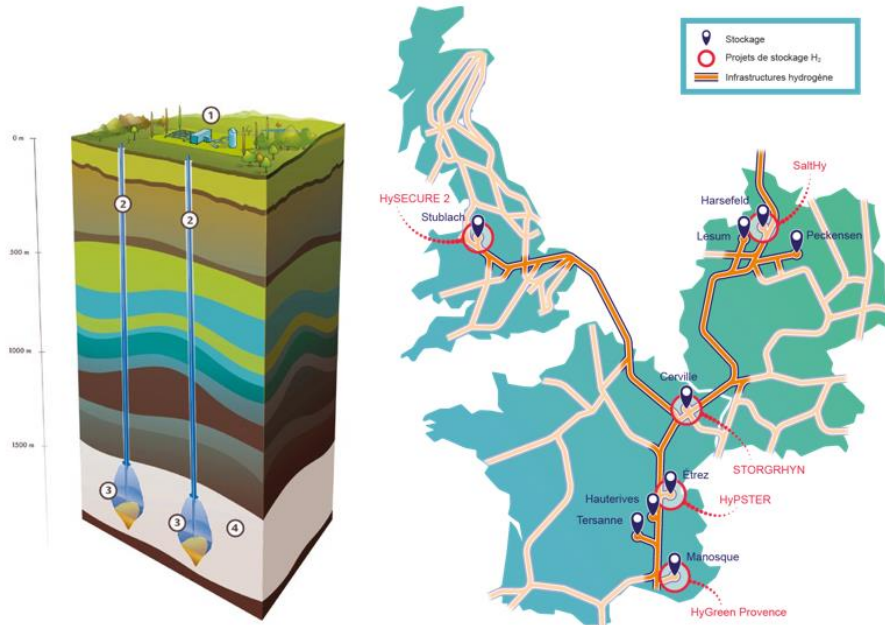
## Quelles seront les solutions de stockage d'H2 à disposition ?



(Pour illustration seulement)



# Perspectives pour le stockage massif d'H<sub>2</sub>

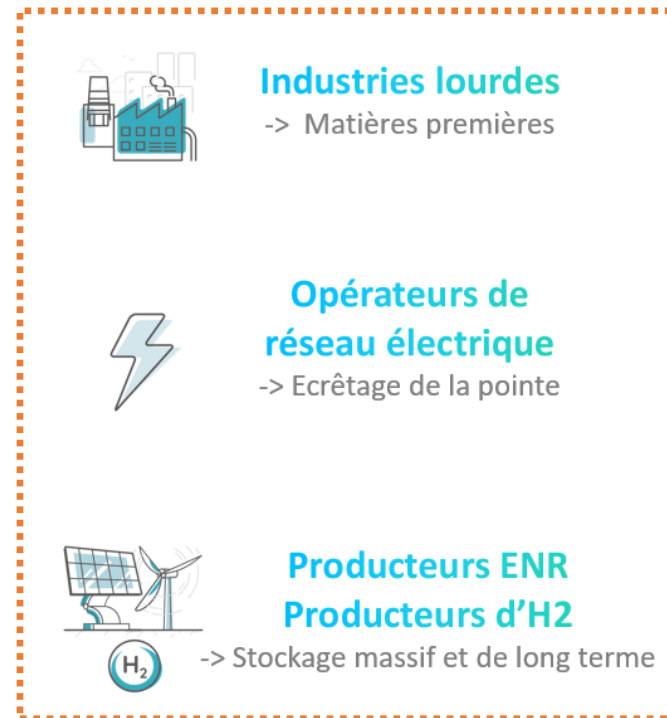


- 4 sites salins en France
- Capacité totale utile en France :
  - 13,5 TWh CH<sub>4</sub>
  - soit 4 TWh H<sub>2</sub> (>100 000 T H<sub>2</sub>)
- Extension possible (dont cavités déjà en saumure) :
  - Jusqu'à 9 TWh H<sub>2</sub>

Des travaux européens en R&D sont en cours pour développer le stockage d'H<sub>2</sub> en milieu poreux

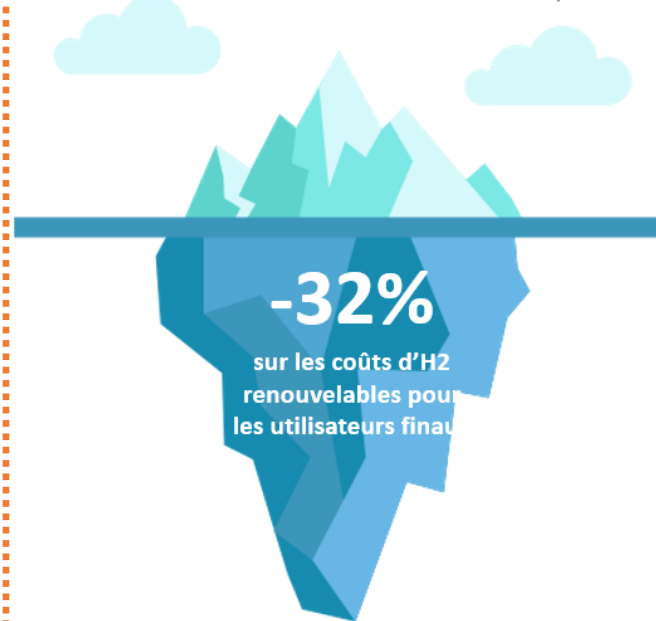
- En France : 12 sites en poreux (déplété + aquifère)
  - Capacité totale utile en France ≈ 115 TWh CH<sub>4</sub>

# Les grandes infrastructures sont indispensables pour supporter le développement de la filière et du marché H2



## Valeur système

Reduction des coûts d'investissements pour la construction d'actifs H2 et pour le renforcement des réseau électrique



## Valeur assurantielle

Couverture des défaillances de production et sécurité d'approvisionnement malgré la variabilité de la production

## Valeur marché & Arbitrages

Couverture des prix marché & challenge de la production H2

## Valeur environnementale

Evite les réductions des production ENR

## Valeur de support au développement

Augmente les facteurs de charge

# Nécessité de concrétiser dès maintenant

Journal  
Hy  
DAN  
TE  
P

## HYPSTER : HYDROGEN PILOT STORAGE FOR LARGE ECOSYSTEM REPLICATION



### Production :

**1MW** électrolyseur

**400 kg/j** de production d'hydrogène

### Stockage :

**Phase pilote (2023) : 2 à 3 tonnes** d'hydrogène renouvelable stocké

**Phase commerciale (2026) : 44 tonnes** de capacité totale de stockage

### Budget :

**13 M€** budget total dont

**5 M€** de subventions européennes

#### Cavité HyPSTER

- Volume géométrique : 7 000 m<sup>3</sup>

- Capacité H<sub>2</sub> : 44 tons

1,7 GWh



#### Autres cavités usuelles

Volume géométrique : 570 000 m<sup>3</sup>

Capacité H<sub>2</sub> : 6300 tons

252 GWh

Consortium Partners	
H2 & Subsurface expertise	
storengy	ARMINES
ESK	BROLIARD CONSULTING
Regulation & Safety	
INERIS	
Storage replication potential	
inovyn	storengy

Technical and economic assessments	
elementenergy	Bacteriology Purification
equinor	Communication
axelera	Coordination
storengy	elementenergy



Hypster is a project funded by the European Commission - Project Number : 101006751



# Où en sommes-nous sur le terrain ?

Journées  
Hydrogène

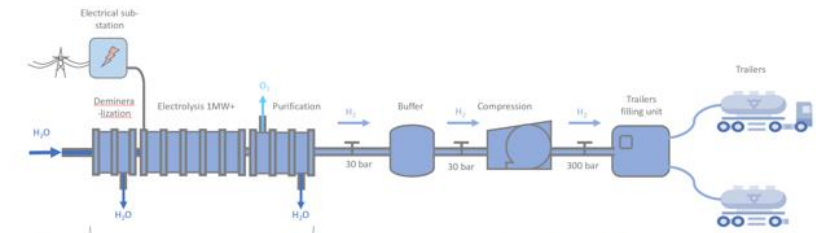
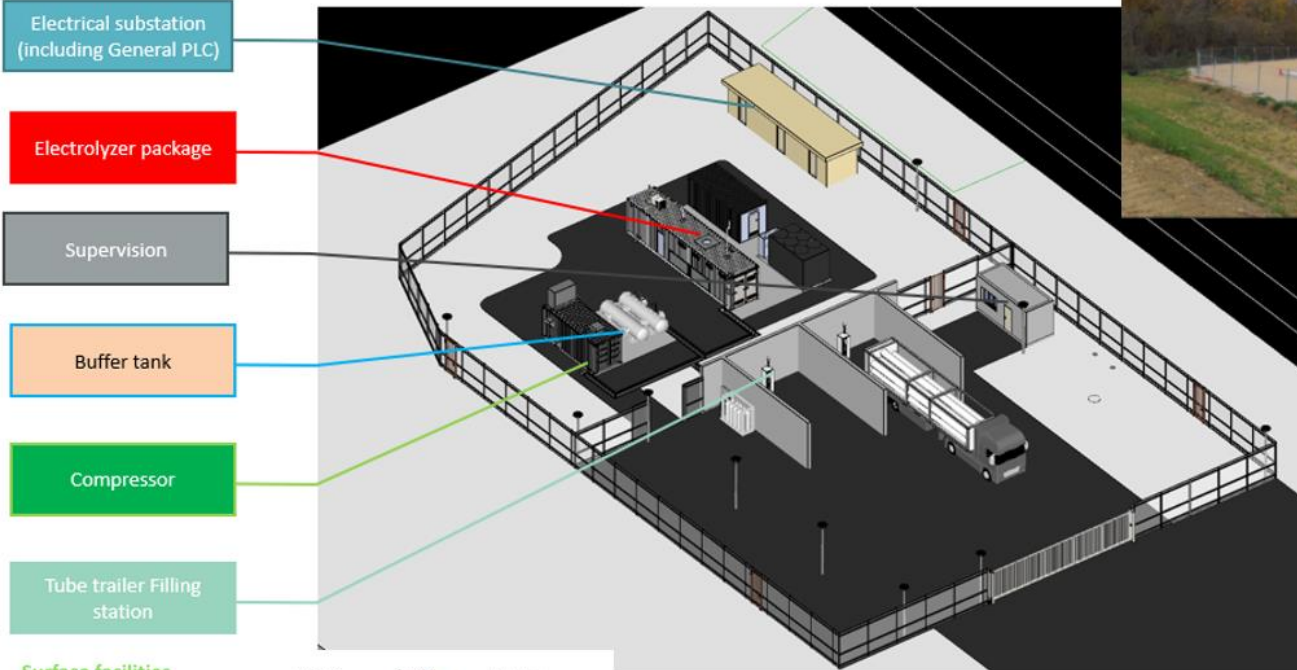
DANS LES  
TERRITOIRES

10ème édition

PAU 2023

## HYPSTER : Plateformes de production et de stockage H2 en construction

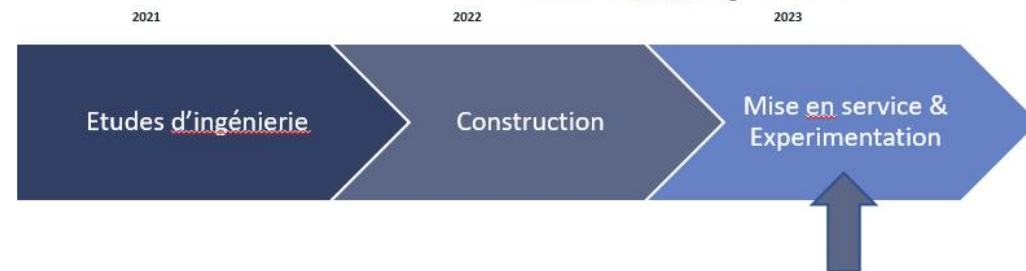
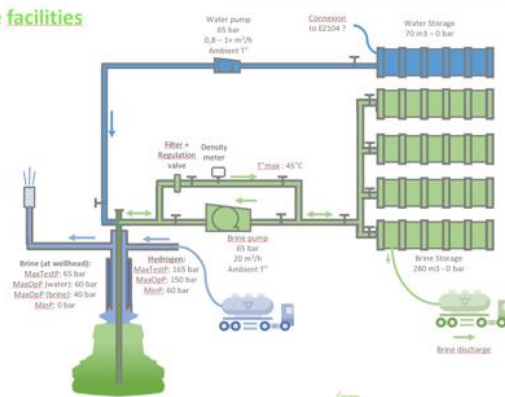
### HYPSTER H2 production platform



➤ Reprise du puits en s1/2023

➤ Fin de la construction et démarrage des tests en s2/2023

### Surface facilities





# Où en sommes-nous sur le terrain ?

Journées



Installation passerelle accès Tdp



Nouvelle armoire MSP



Installation caniveaux techniques (réseaux MSP et électriques)



Levage compresseur



# Où en sommes-nous sur le terrain ?

Journ  
Hydro  
DANS LES  
TERR  
PAU



Local supervision en place



Cellules poste électrique



Installation nouveau poste électrique

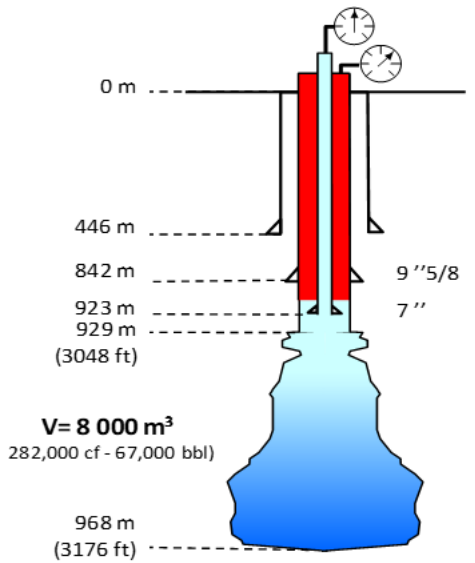


Transformateur poste électrique

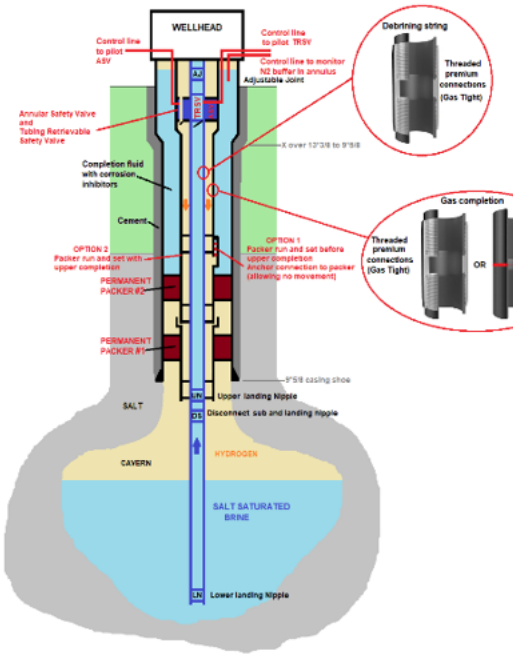


Levage skid saumure

# Adaptation de la cavité EZ53 et tests d'étanchéité

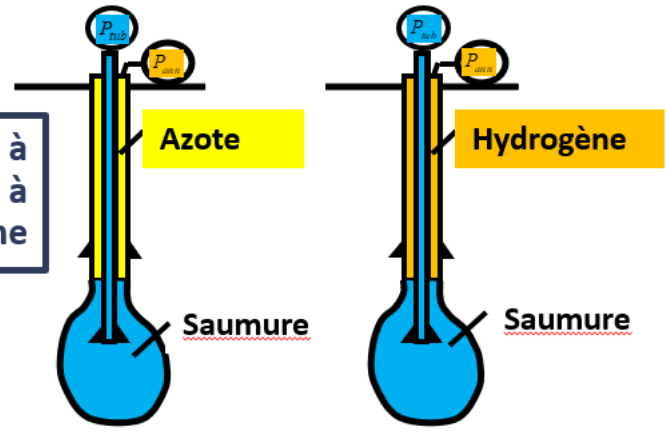


Les installations précédemment dans la cavité

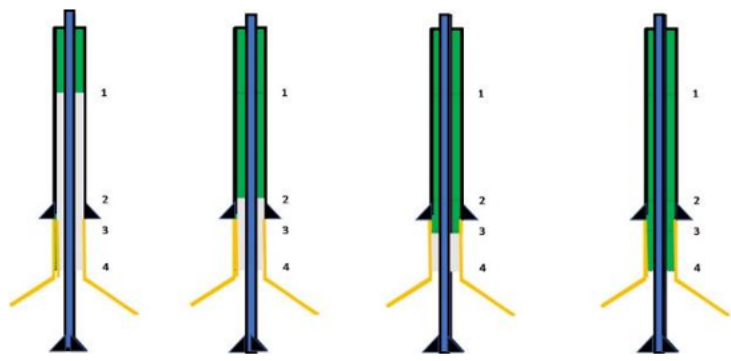


Equipements de la cavité pour le stockage d'hydrogène

Tests d'étanchéité à l'azote puis à l'hydrogène



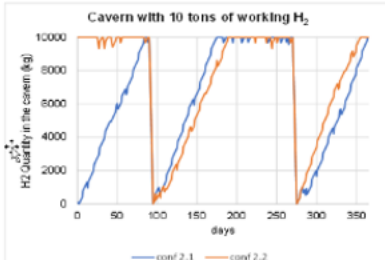
Les tests vont être réalisés en 4 étapes



Objectif: Valider si les méthodes 'standards' pour du gaz naturel conviennent pour l'hydrogène

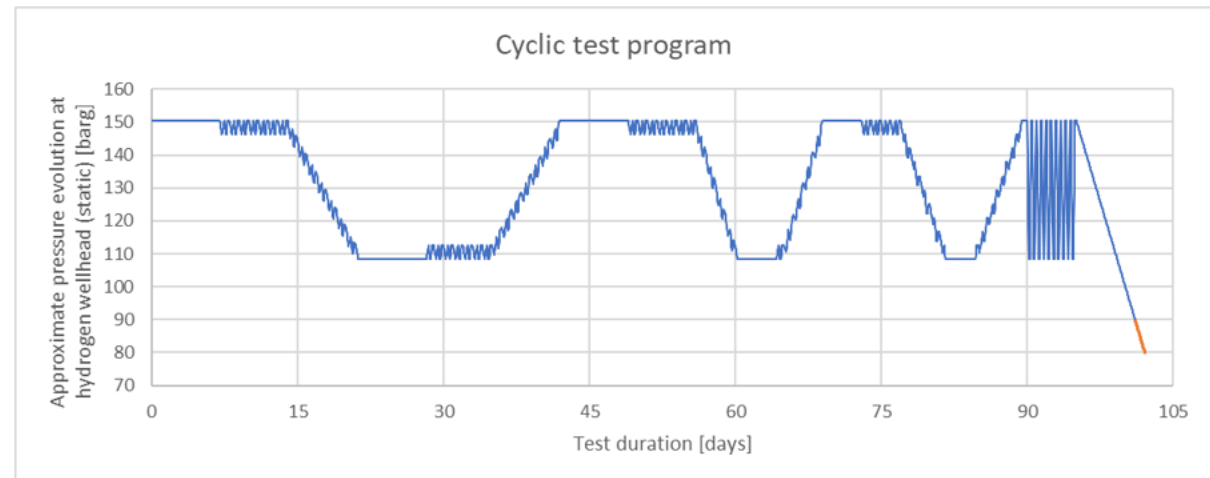
## HypSTER – Les tests de cyclage

*Modélisation de potentiel cycle injection / soutirage  
d'hydrogène produit par des énergies renouvelables*

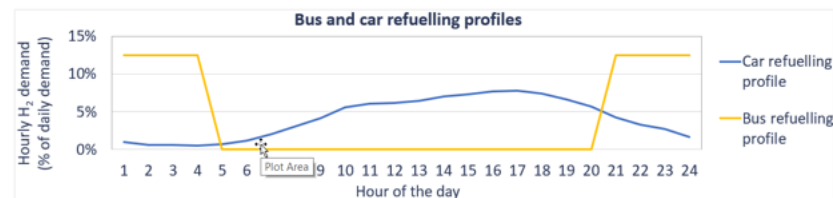


### Les scénarios investigués:

- Electrolyseur alimenté par énergie éolienne, solaire ou hydroélectrique
- Utilisation : le transport ou le chauffage
- Stockage de secours inclus

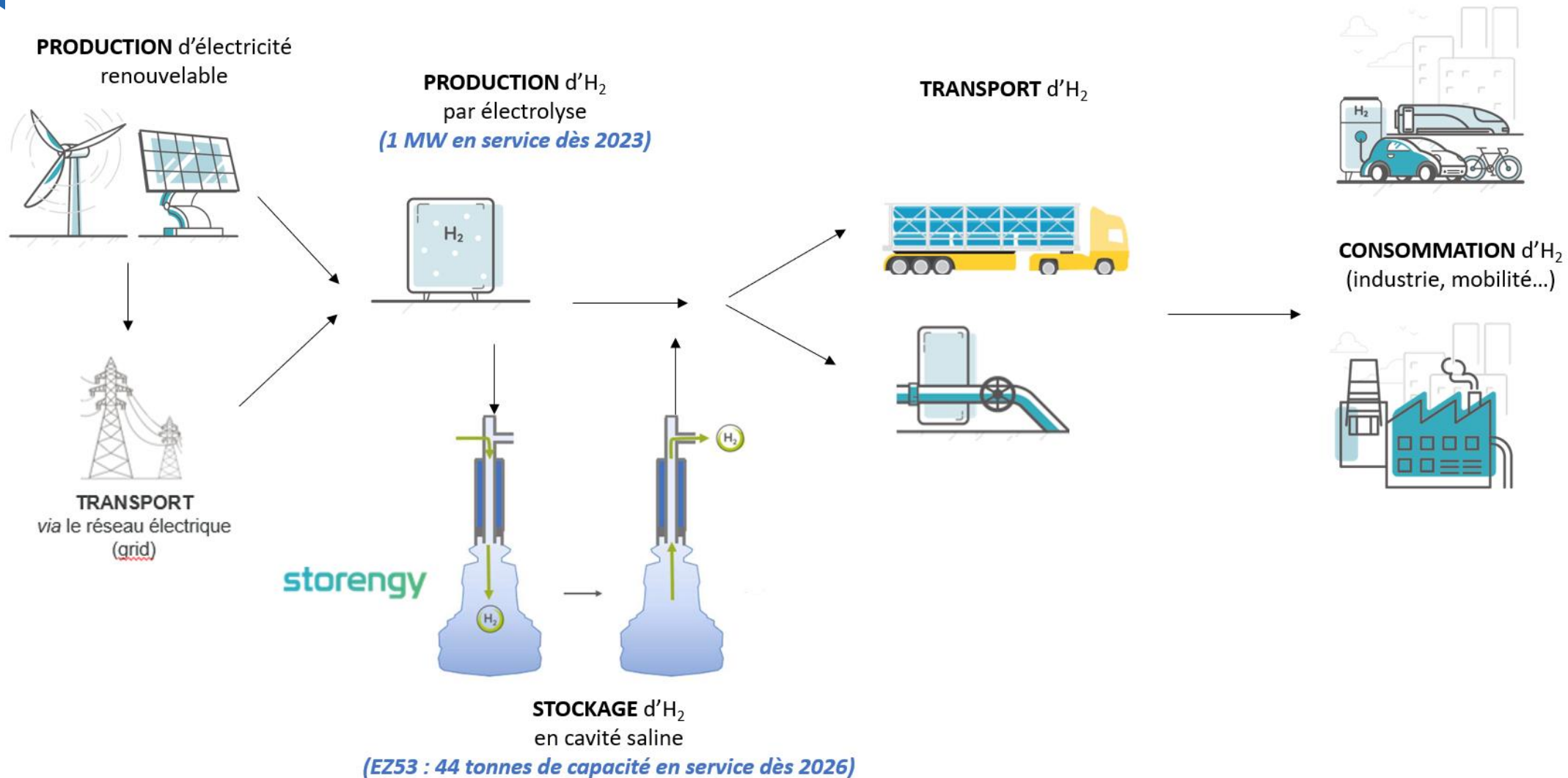


Réalisation de plus de 100 cycles avec des périodes en statique, différentes rampes de pression.... Et un soutirage de l'Hydrogène à la fin des tests et son analyse.





# La suite : HyPSTER en soutien des écosystèmes territoriaux hydrogène



**Journées  
Hydrogène**

DANS LES  
**TERRITOIRES**  
10<sup>ème</sup> édition

**PAU | 2023**

## Ce dont la filière H2 a besoin pour réussir

- Investissements sur des projets pilotes et dans la R&D
- Une approche holistique du système gaz
- Des objectifs de stockages souterrains H2 via une planification territoriale des infrastructures
- De la visibilité sur la disponibilité du stockage massif pour faciliter l'émergence des projets de production d'H2 renouvelable



**Merci pour votre attention !**

Pour en savoir plus  
[www.storengy.fr](http://www.storengy.fr)

**Damien RAVAUD**  
Directeur Nouveaux Gaz  
Storengy France



[damien.ravaud@storengy.com](mailto:damien.ravaud@storengy.com)



Organisées par

