



# Planes, Trains and Automobiles: Fuelling the Future Now

Beth Dawson – Major Projects Manager

[www.fuelcellsystems.co.uk](http://www.fuelcellsystems.co.uk)

# The Role of Hydrogen



# Hydrogen Refuelling Stages



- Hydrogen Production
- Hydrogen Compression
- Hydrogen Storage
- Hydrogen Dispensing
- **Safety**

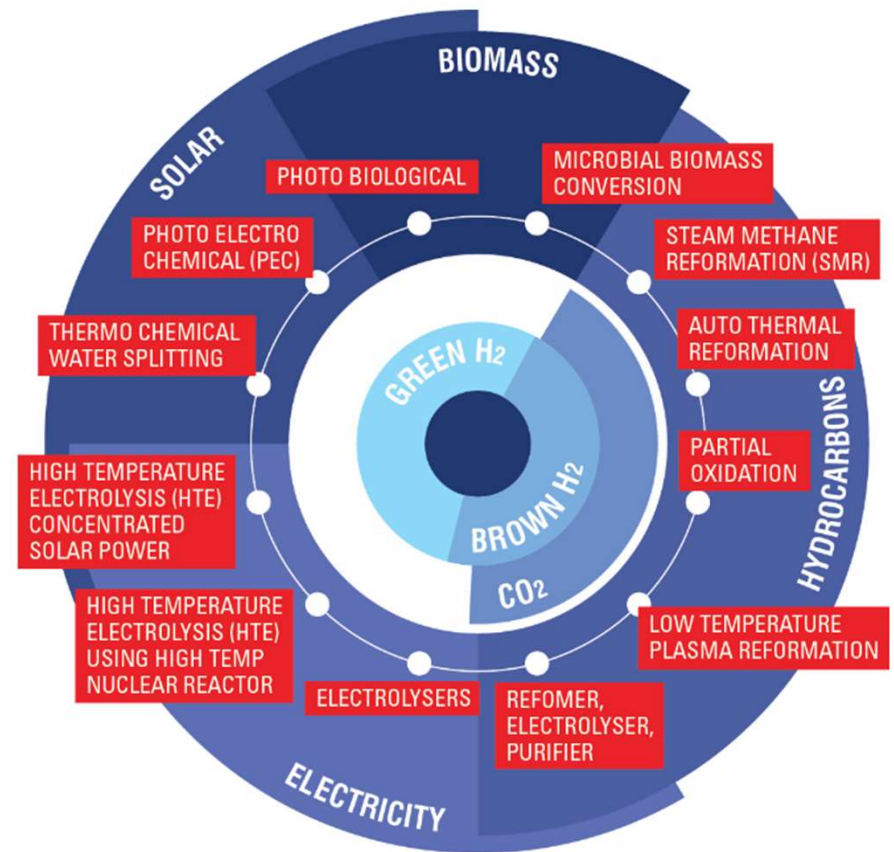


# Hydrogen Production

Hydrogen can be produced from fossil fuels or from renewable energy sources.

The main production processes to produce hydrogen from fossil fuels include **steam methane reforming (SMR)**, catalytic decomposition of natural gas, partial oxidation of heavy oils, and coal gasification.

The predominant production processes to produce hydrogen from renewable energy sources are **water electrolysis**, thermochemical water decomposition, photochemical, photoelectrochemical, and photobiological.

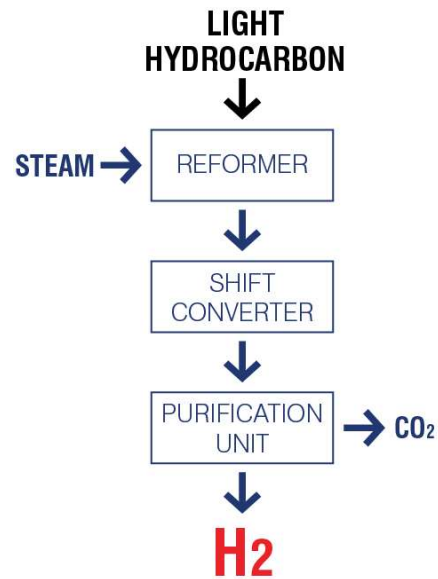


Hydrogen production types

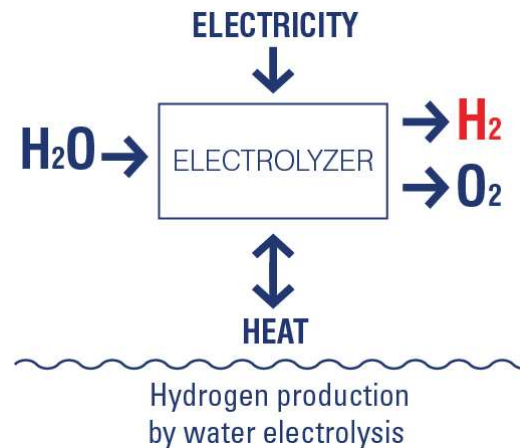


# Hydrogen Purity

“Fuel Cell grade” hydrogen is typically five nines – or 99.999% pure.  
The stages required to get to this purity are dependent upon the production method:



Process diagram for hydrogen production from steam reforming of hydrocarbons

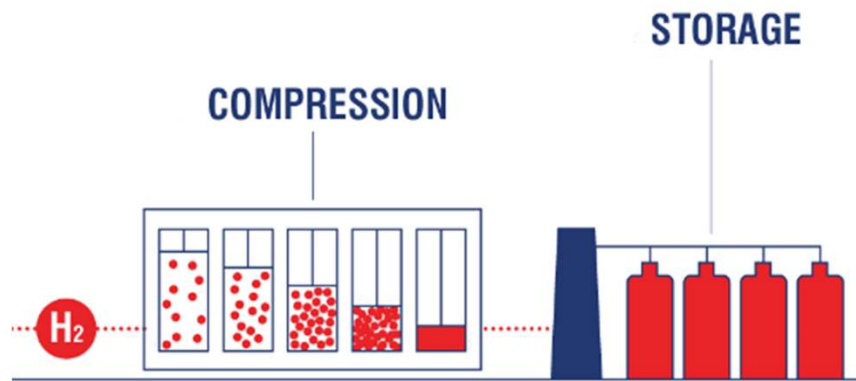


Hydrogen production by water electrolysis



# Hydrogen Compression

Gaseous hydrogen at atmospheric pressure is not much use as a fuel... it needs to be compressed.

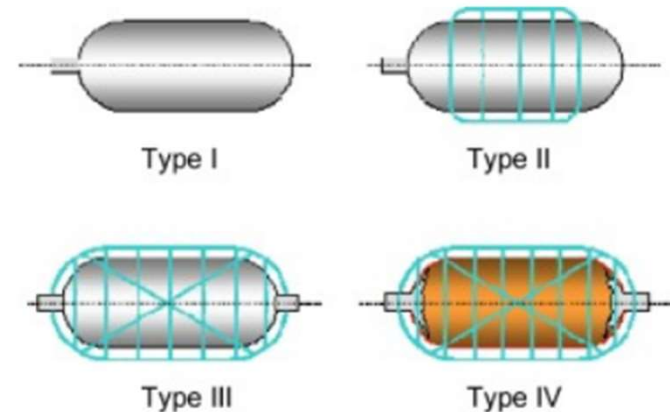


Buses, fork lift trucks, trains and planes tend to use **350 bar** tanks.

Cars and scooters tend to use **700 bar** tanks.

# Hydrogen Storage

- Type I is an all-metal vessel (usually steel) and hence the heaviest, typically employed in industry for stationary use.
- Type II is a metal liner hoop-wrapped composite cylinder, weighing less than Type I cylinder.
- Type III vessels comprise a fully wrapped composite cylinder with a metal liner that serves as the hydrogen permeation barrier.
- Type IV vessels comprise a fully wrapped composite cylinder with a plastic liner (typically high-density polyethylene), which acts solely as the hydrogen permeation barrier.



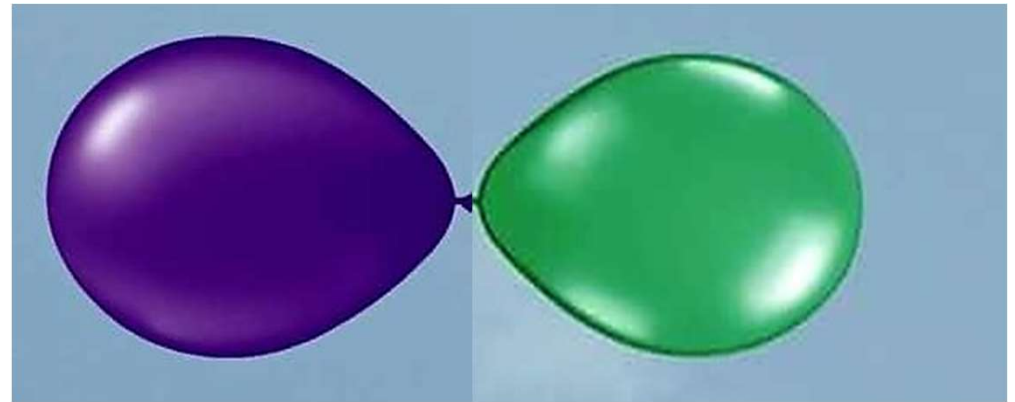
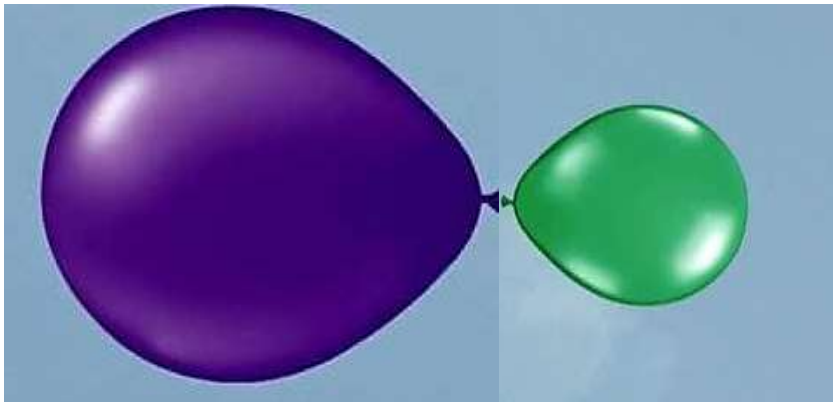
# Hydrogen Storage





# Hydrogen Dispensing

Imagine two balloons joined at the neck. One has plenty of gas in it. One has far less. If we could let the gas passively equilibrate between the two balloons, they would end up the same pressure



The process between a filling station and a car is similar to this. The station is a very large balloon, with plenty of gas, at a good high pressure. The car tank is a much smaller balloon, with less pressure in to start.

# Hydrogen Safety



- Keep the hydrogen where it's meant to be.
- Give it a vent out to open air.
- Use inline monitoring to measure gas pressure/temperature.
- Use external hydrogen sensors.
- Implement an e-stop system.



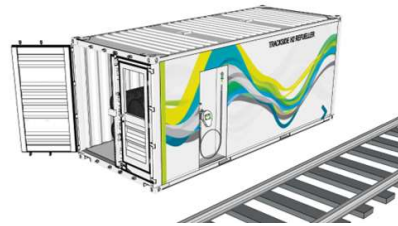
# Hydrogen Refuelling Spectrum



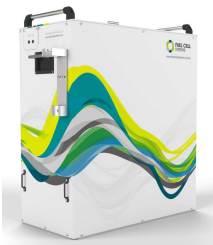
**HySerVE**  
Mini Hydrogen  
Dispenser  
50 miles



**OLEV Truck**  
Mobile HRS  
60kg storage w/  
compression



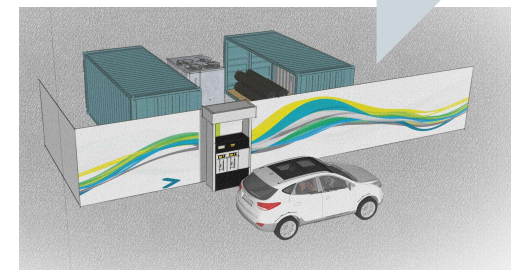
**Full Static Station**  
Hydrogen  
producing fully  
installed station



**HyVan**  
Compact Mobile  
HRS  
22kg storage



**Temporary HRS**  
Containerised  
station with  
external hydrogen



# Hydrogen Refuelling Solutions

## Refuelling Trucks



- H<sub>2</sub> Refueller in 7.5 tonne trucks
- Bulk H<sub>2</sub> Compression & Storage
- Transportable H<sub>2</sub> from low P source to H<sub>2</sub> vehicle
- ADR approval for 500bar H<sub>2</sub> transport
- High P compression at destination for 700bar refuelling



# HyTruck: Telegraph Nexo 1000 Mile Trial



## The Telegraph

Home » Lifestyle » Cars » Features

### Can a hydrogen fuel-cell car master the 1,000-Mile Trial?



Save 74

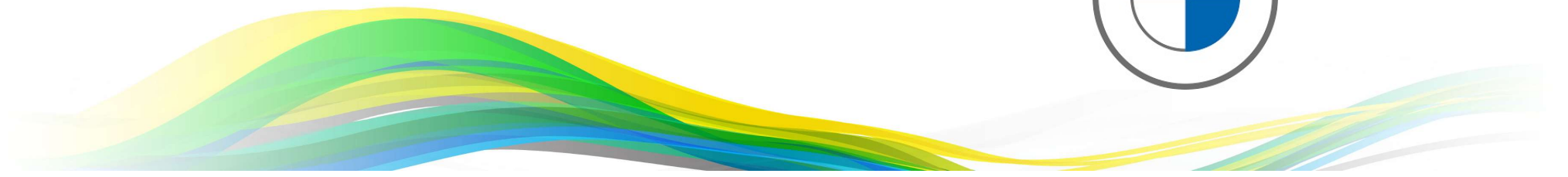


# HyFlyer: Refuelling the World's 1<sup>st</sup> H<sub>2</sub> Plane





# HyTruck: BMW iX5 Cold Weather Testing



# Hydrogen Refuelling Solutions

## Available HyQube Models



	HyQube 350	HyQube 500	HyQube 700
<b>Dimensions</b>	1.8 x 1.8 x 1.8 m	2.2 x 2.2 x 2.2 m	2.2 x 2.2 x 2.2 m
<b>Interface</b>	Automatic fill using touch screen interface		
<b>Hydrogen Compressor</b>	Fully integrated		
<b>Electrical Requirement</b>	32A three-phase	63A three-phase	63A three-phase
<b>Hydrogen Inputs</b>	3	2	2
<b>Storage Connections</b>	0	1	1
<b>Minimum / Maximum Input</b>	90 bar* / 350 bar	35 bar / 500 bar	35 bar / 500 bar
<b>Filling Protocols</b>	FCSL Direct Boost	FCSL Direct boost J2601/2010 CEP/TME	FCSL Direct boost FCSL based on J2601 CEP/TME
<b>Filling Nozzle Options</b>	350 bar	350 bar 700 bar 700 bar with IR	700 bar with IR
<b>Mass Flow Meter</b>	No	Optional	Optional
<b>External Storage</b>	No	Optional 600l 500bar	On Request
<b>Certification</b>	CE, UKCA		





# Hydroflex – The UK's first H<sub>2</sub> Powered Train



BBC Your account News Sport Weather iPlayer Sounds

**NEWS**

Home UK World Business Politics Tech Science Health Family & Education

**Business** Your Money Market Data Companies Economy

## All aboard Britain's first hydrogen train

By Tom Burridge  
Transport correspondent, BBC News

© 20 June 2019

f t e Share



UNIVERSITY OF BIRMINGHAM



Hydrogen trains: Are these the eco-friendly trains of the future?

Hydrogen-powered trains are arguably the greenest trains out there.



# Hy2Gen/HyNova Boat Refuelling



## Hy2gen veut produire de l'hydrogène vert maintenant

Sans attendre que le marché soit là, la société allemande dont la filiale française est basée à Aix, développe deux projets à Signes et Meyreuil

Le projet porte bien son nom : SunHyva. Plutôt qu'un lever de soleil, l'aube d'une première pierre doit bientôt être posée à Signes dans le Var, pour incarner l'émergence d'un nouveau carburant propre, l'hydrogène vert (produit à partir d'électricité et d'énergie renouvelable). Celui qui tout le monde attend, sans vraiment franchir le pas. Hy2gen, le groupe co-fundé en 2017 par Cyril Dufas-Santos, son président et Bernd Hynow, le directeur financier, a fait le pari de se lancer dans la production massive de ce gaz, sans attendre que le marché soit là. L'objectif est d'être au premier temps de livraison des carburants à base d'hydrogène, pour répondre aux clients comme les industriels ou les transporteurs maritimes, ce qui permet de décarboner leurs flottes, pour être prêts le jour où l'hydrogène sera utilisé comme carburant sans les attendre, car il est déjà produit.

Basée en Allemagne, la société a lancé un premier projet de production d'hydrogène en Norvège en 2018 où elle a une filiale ainsi qu'au Canada et en France, dont la filiale est Axi. Au total, nous avons 20 projets mais pour assurer d'abord la production, six sont bien avancés, dont deux en France, ajoute le dirigeant. En l'occurrence, à Signes et à Meyreuil. SunHyva est un produit qui sera produit par électrolyse à partir de l'eau et de l'électricité verte sur site. Cela représente 20 emplois directs et 100 indirects. Nous allons consacrer l'électrolyseur et des piles à combustible à l'écologie verte. Hy2gen espère ainsi bénéficier d'une partie des subventions de l'État.

Adonne qu'Hy2gen pourra transporter dans le cadre d'un appel à projets. « Mais nous avons obtenu des financements et les banques nous ont déjà financés », dit-il. Nous ne demandons que 30% de notre capital de départ qui est de 15 M€, détaille Cyril Dufas-Santos. L'autre, en elle-même, dont le permis a été déposé, représente un investissement de 60 M€ pour une capacité de production d'une tonne par jour dans un premier temps puis de 12 tonnes d'ici 2025. Cela représenterait 20 emplois directs et 100 indirects. Nous allons consacrer l'électrolyseur et des piles à combustible à l'écologie verte. Hy2gen espère ainsi bénéficier d'une partie des subventions de l'État.

Hy2gen a été pré-sélectionnée par la Délégation générale des entreprises pour le 20 projets européens de la région PACA. Hy2gen a été pré-sélectionnée par la Délégation générale des entreprises pour le 20 projets européens de la région PACA. Hy2gen a été pré-sélectionnée par la Délégation générale des entreprises pour le 20 projets européens de la région PACA.

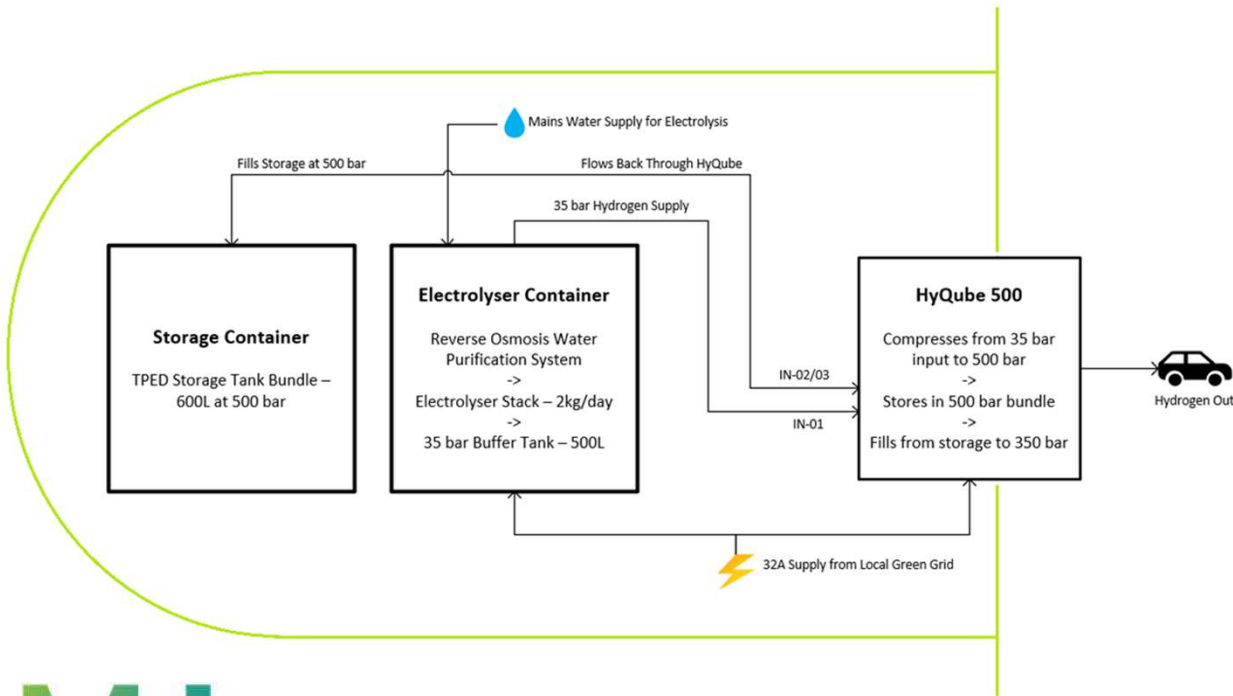
Marie-Cécile BERENGER



# Teesside Car/Van Refuelling (and a bus!)



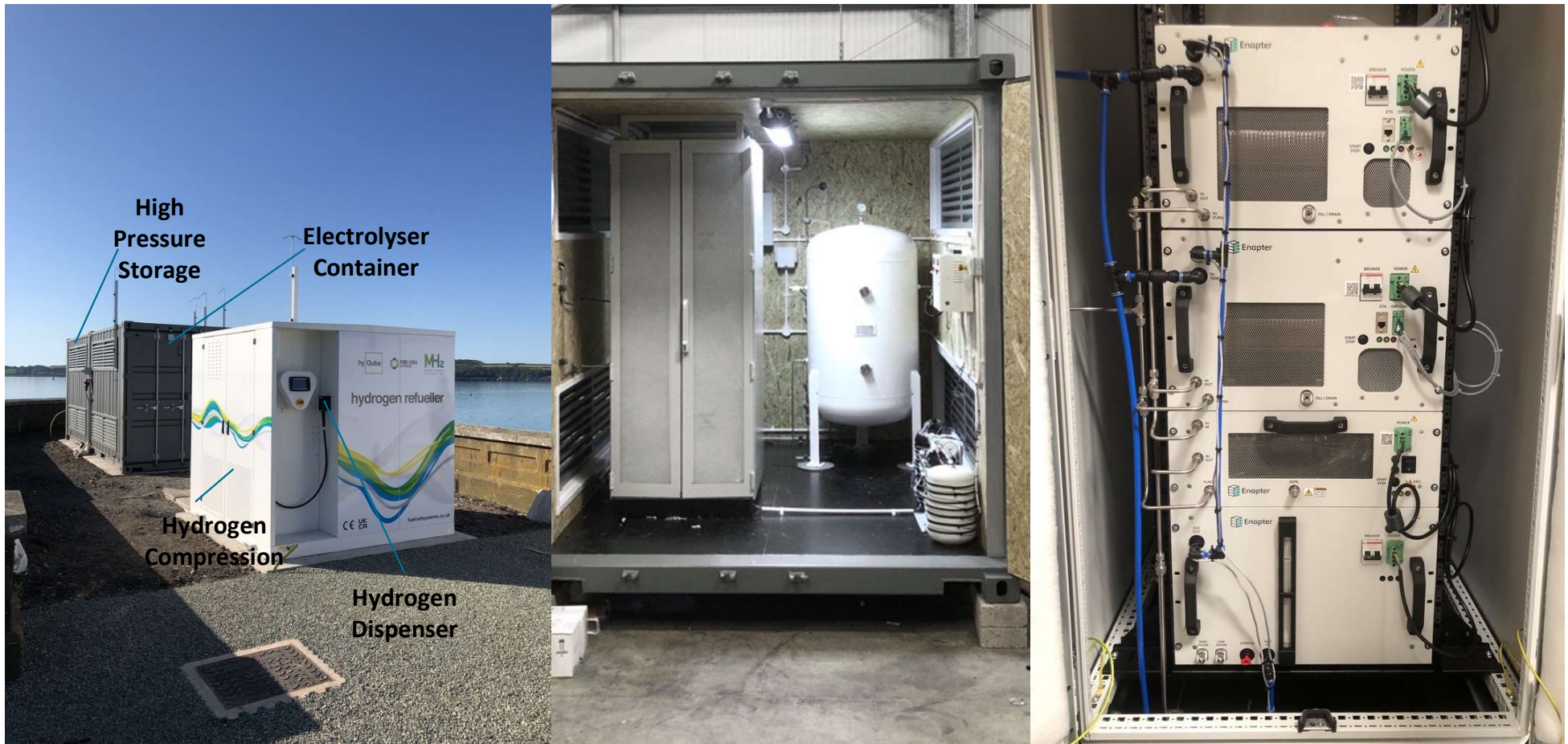
# Milford Haven: Energy Kingdom



**MH<sub>2</sub>**  
ENERGY KINGDOM  
DEYRNAS YNNI



# Milford Haven: Energy Kingdom





**Thank you**

[www.fuelcellsystems.co.uk](http://www.fuelcellsystems.co.uk)