

# L' HYDROGÈNE PRODUCTION - STOCKAGE ET APPLICATIONS

**Studiedagen koolstofarme productiesystemen**

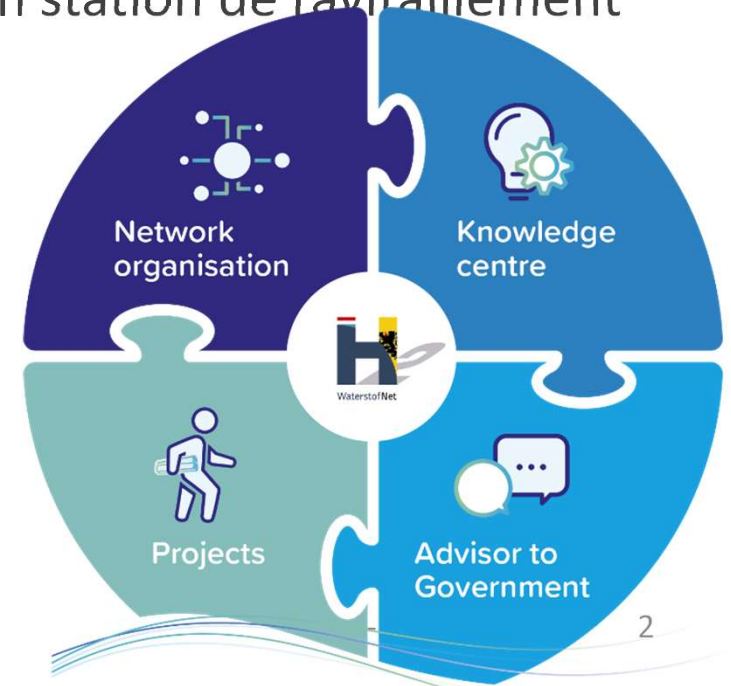
20 april 2023

*Isabel François*

*Project Manager WaterstofNet*

# WaterstofNet

- Depuis 2009
- Turnhout (BE) et Helmond (NL)
- Collaboration avec l'industrie, les instituts de recherche et les gouvernements
- Expérience pratique:
  - 5 ans d'exploitation et de maintenance d' une station de ravitaillement en H2 à Helmond
  - Faciliter plusieurs projets de démonstration (axés sur la mobilité)
  - Station H2 mobile



# “Waterstof Industrie Cluster”



# Production H2

- La méthode de production définit la "couleur" de l'hydrogène :
  - gris, bleu, vert, rose, turquoise
- Dans le monde -Belgique : hydrogène essentiellement gris produit par reformage du méthane à la vapeur (principalement à partir de gaz naturel).
- H2 durable:
  - électrolyse,
  - byproduct H2,
  - source fossile + capture du CO2,
  - Pyrolyse du gaz naturel
  - nucléaire



H2 productie in de wereld



# Production H<sub>2</sub> 'vert'



Conversion directe de la lumière du soleil en H<sub>2</sub>



Électrolyse H<sub>2</sub> à partir d'électricité verte

# Caracteristiques – densité d'énergie



## ENERGY DENSITY OF FUELS

50 Volumetric energy density MJ/l

**Densité d'énergie:**

**Élevé par unité de masse**

⇒ **Avantage (pour les applications mobiles) par rapport aux batteries**

**Faible par unité de volume**

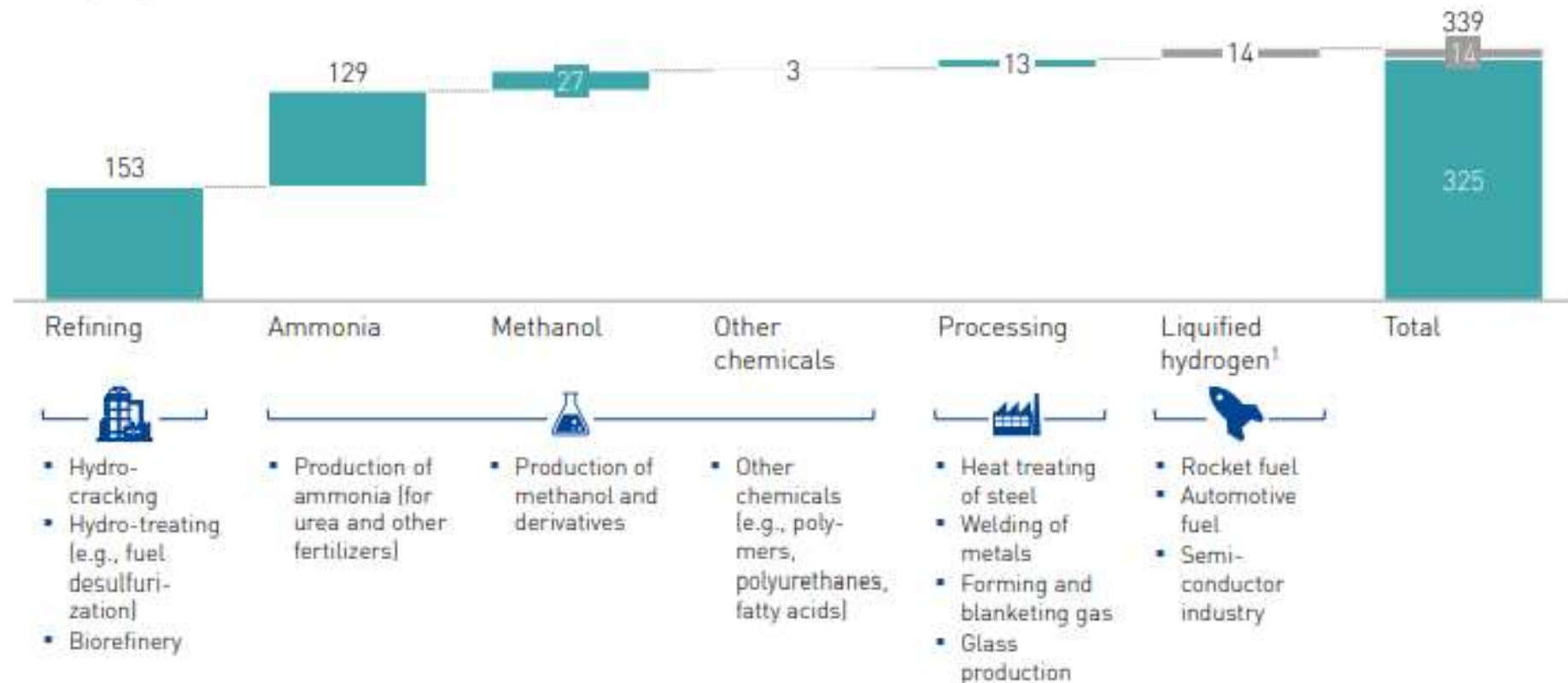
⇒ **Stockage sous haute pression (80-350-700bar) ou sous forme liquide (-253°C)**



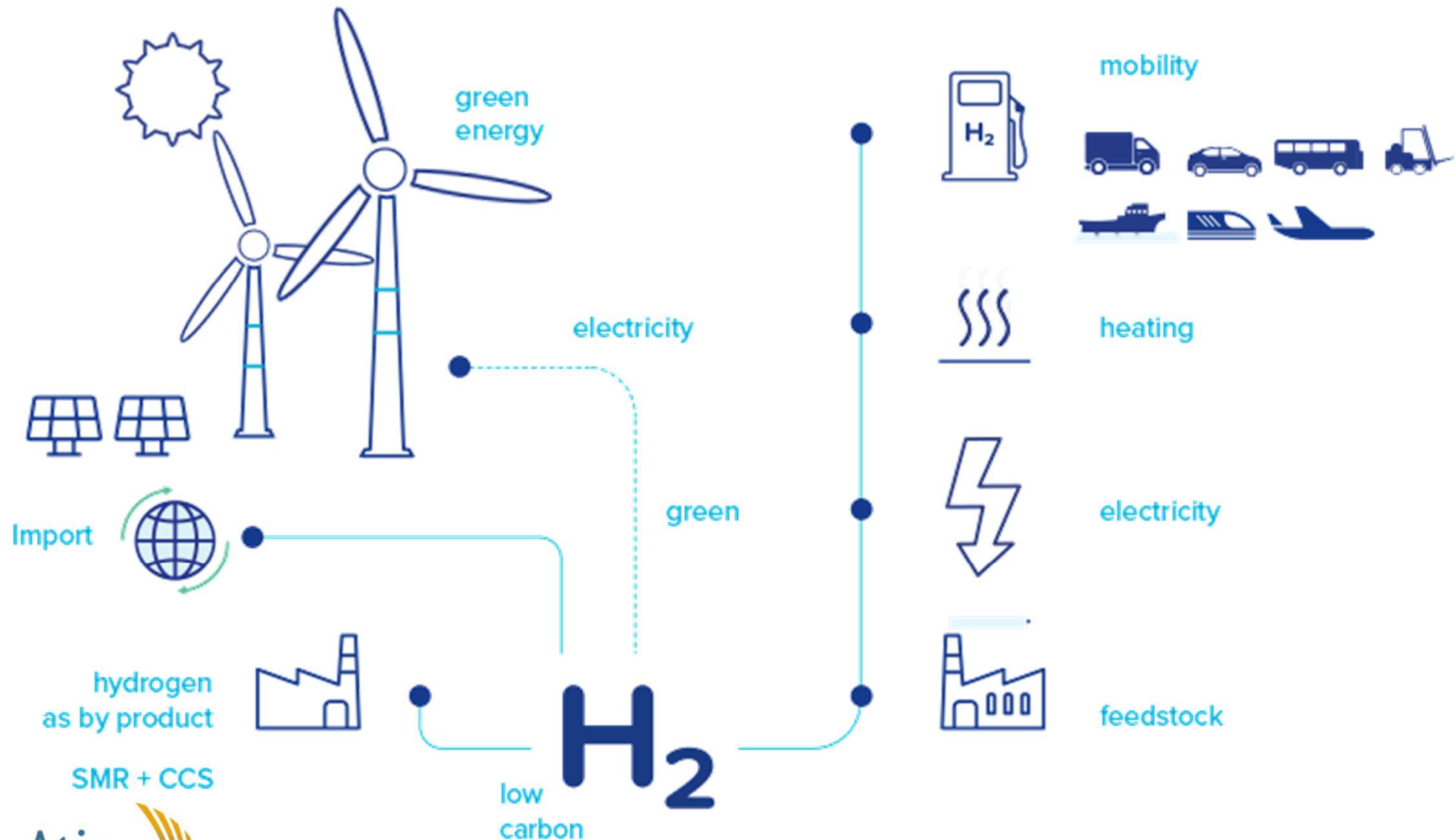
# H2 Utilisation aujourd'hui

## EXHIBIT 17: USE OF HYDROGEN TODAY

Total hydrogen use in the EU, in TWh



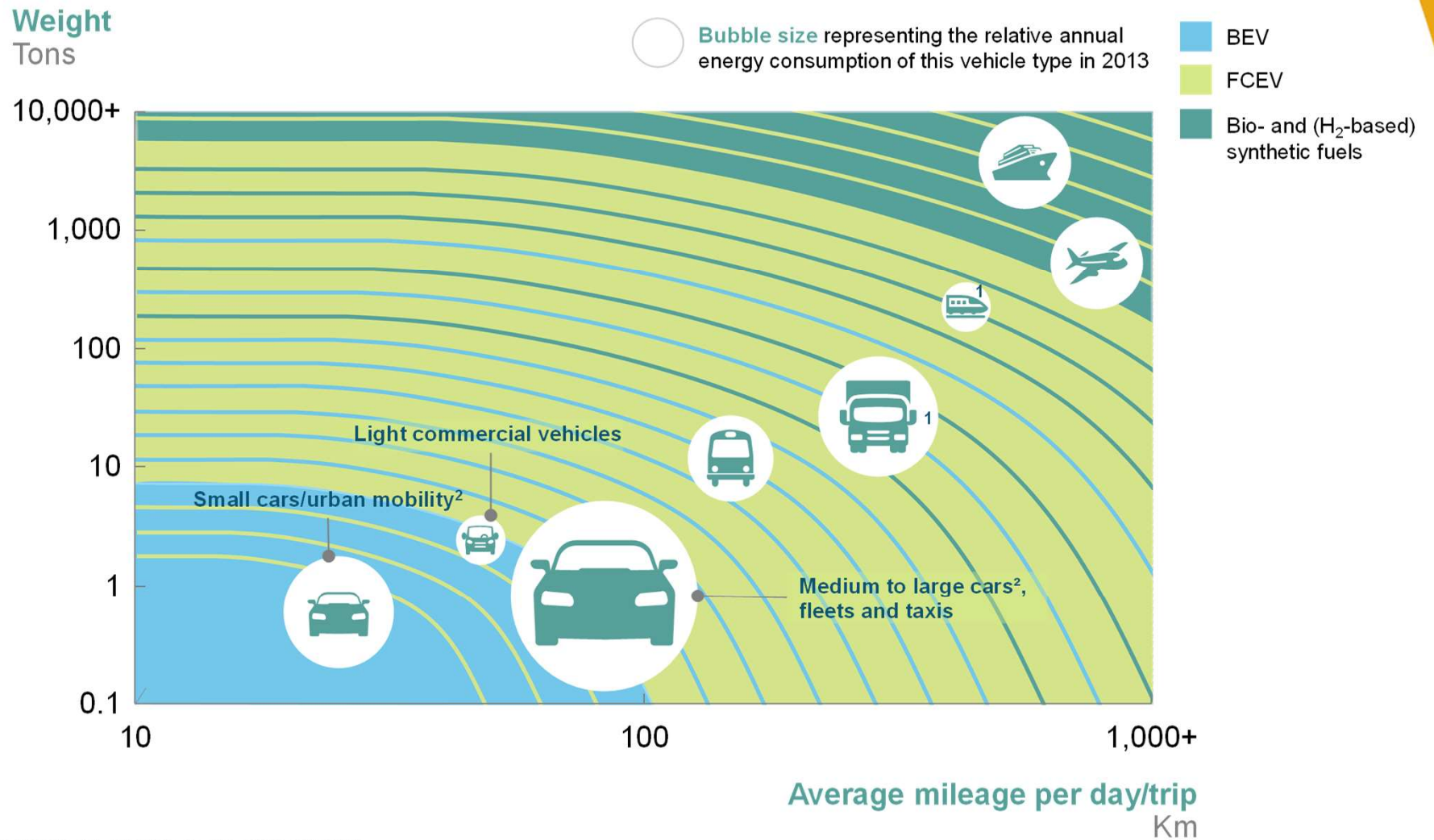
# H2 dans le futur





# Example: mobilité

Reference: HYDROGEN-COUNCIL-Vision-document



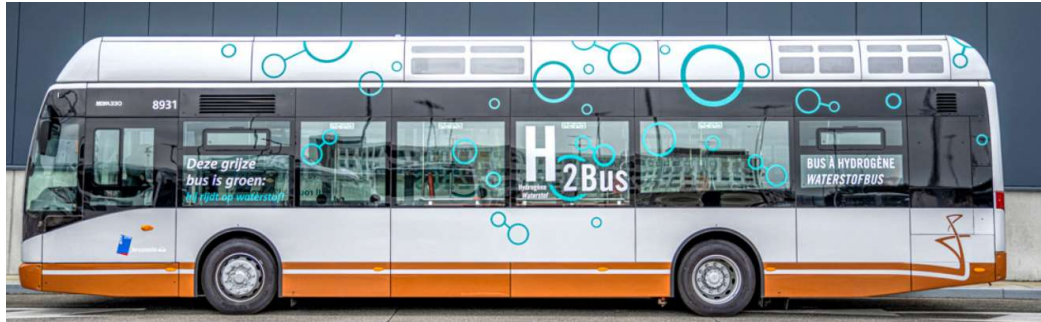
<sup>1</sup> Battery-hydrogen hybrid to ensure sufficient power

<sup>2</sup> Split in A- and B-segment LDVs (small cars) and C+-segment LDVs (medium to large cars) based on a 30% market share of A/B-segment cars and a 50% less energy demand

Source: Toyota, Hyundai, Daimler

# Example: H<sub>2</sub> pour la mobilité verte

Van Hool delivers first hydrogen bus for STIB-MIVB in Brussels.



Hydroville Antwerp (CMB)



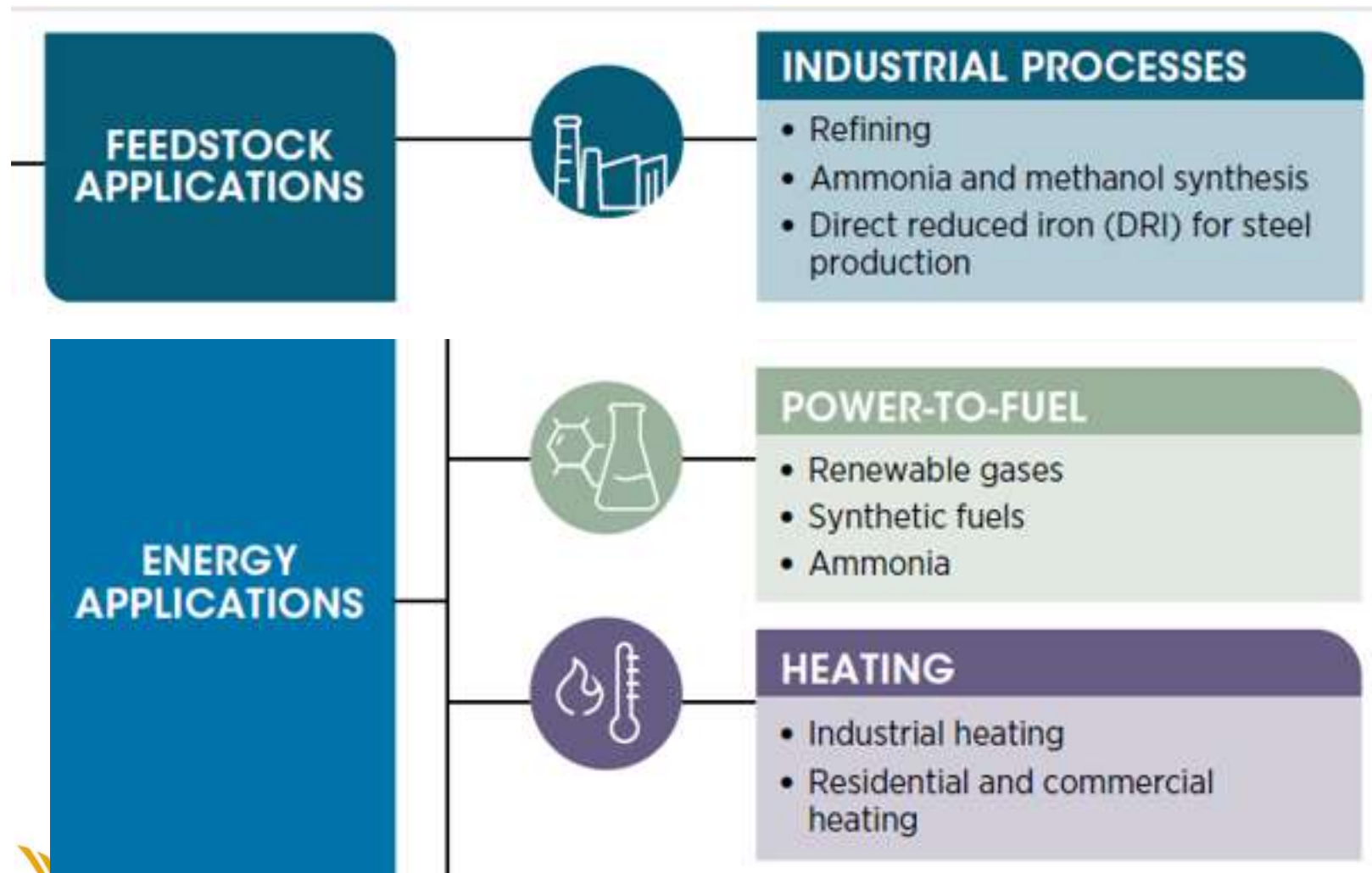
Germany



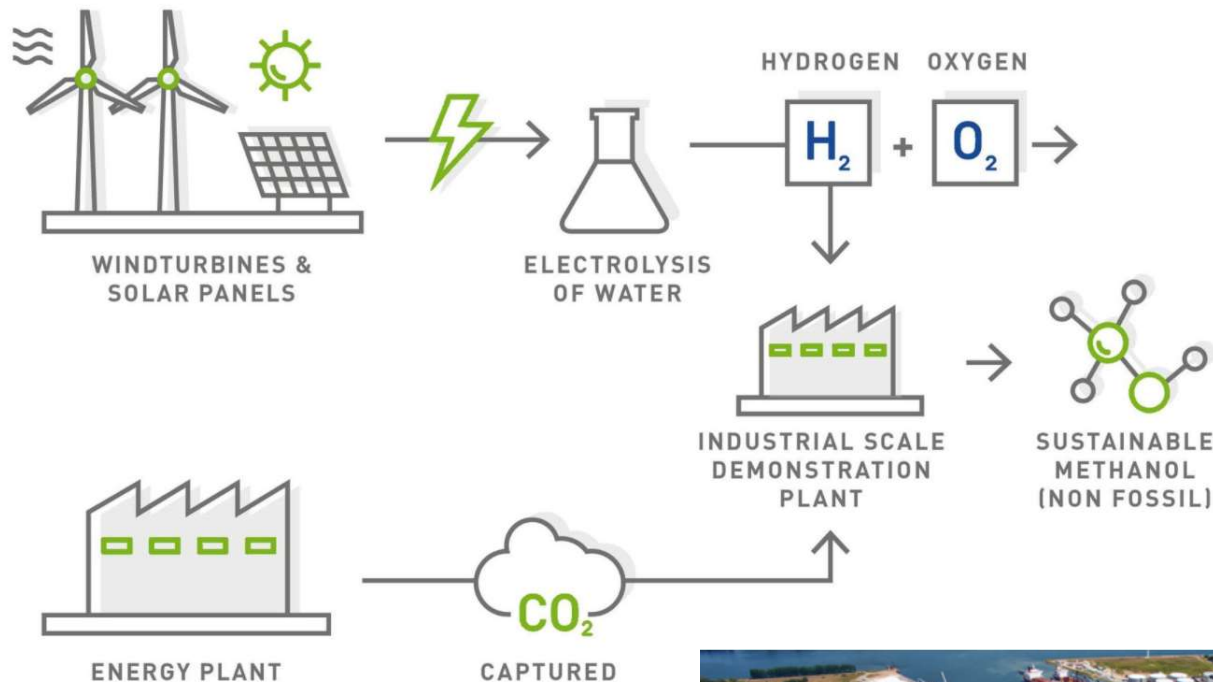
# Infrastructure pour la mobilité H2



# Example: Utilisation dans l'industrie



# Example: production de méthanol vert



THE SITE

INOVYN Lillo

The former Fuel Cell demo area on the INOVYN site in Lillo proved to be the plug & play site we needed.



# Example Production d'acier

Hauts fourneaux : remplacer **une partie** des coques par H<sub>2</sub>

Processus DRI : remplacer le gaz naturel par **100% H<sub>2</sub>**

## Hydrogen-based steelmaking to begin in Hamburg

Today, in a Direct Reduced Iron (DRI) furnace fed with natural gas (CH<sub>4</sub>), approximately 50% of the reaction comes from hydrogen (H<sub>2</sub>), and the remainder from carbon monoxide.

Manufacturing News

## ArcelorMittal to build DRI and electric furnaces in Gent

By **Stainless Steel World Publisher** - October 7, 2021

ArcelorMittal announced that it has signed a letter of intent with the Governments of Belgium and Flanders, supporting a €1.1bn project to build a 2.5 million-tonne direct reduced iron (DRI) plant at its site in Gent, as well as two new electric furnaces.

# Example: puissance et chaleur

- Décarbonisation du réseau gazier
  - H<sub>2</sub> pur dans la grille convertie
  - Mélange de H<sub>2</sub> dans le réseau de gaz existant (mélange avec du GN)
  - Synthétique ou e-méthane
- Centrales électriques - Turbines à gaz
  - pour fonctionner à l'H<sub>2</sub>
  - ou dérivés  
(ammoniac, méthanol, e-méthane)
- Cogénération pour convertir le H<sub>2</sub> en chaleur et en électricité
  - Combustion / Pile à combustible ( $\text{H}_2 + \text{O}_2 \Rightarrow \text{Electricité} + \text{H}_2\text{O}$ )



# H2 pour chauffage et électricité dans les bâtiments?

## Production centrale

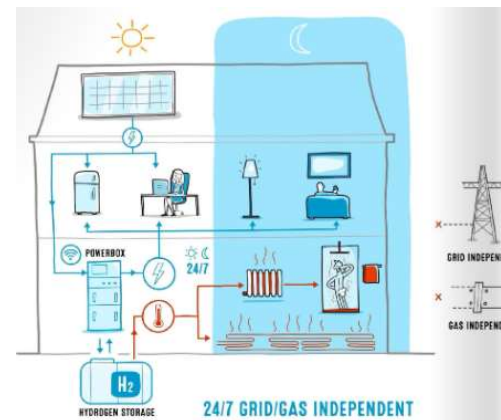
Hydrogène importé par le réseau gazier à partir **d'une source centrale** ; transport et distribution par le réseau gazier



H21 project in Leeds

## Production locale

L'hydrogène produit à l'intérieur ou à proximité du bâtiment à partir de **l'énergie produite sur place** (panneaux solaire).



# H2 pour chauffage et électricité dans les bâtiments?

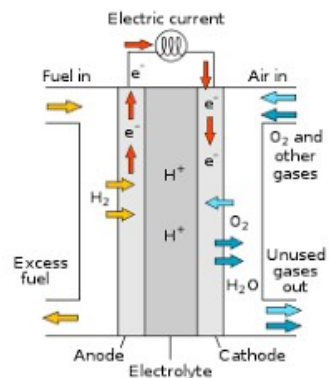
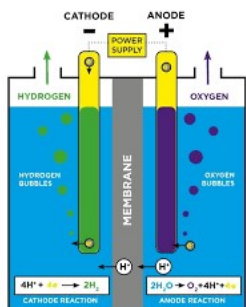
## Cas Bruxelles

- Etude Sweco & Deloitte pour Sibelga
  - Renovation ('Ronolution') :
    - Objectif C+ d'ici 2050
  - 92% construits avant 1970
- 
- Utilisation du réseau de distribution existant pour le H2
  - 3000km de gazoducs actuels presque tous adaptés à l'H2
  - Différents scénarios de prix de l'H2 et de taux de rénovation  
=> 18 à 75 % de maisons fonctionnant à l'H2 en 2050
  - Electrification totale pas réaliste





# Technologies



Electrolyseurs

Piles à combustibe

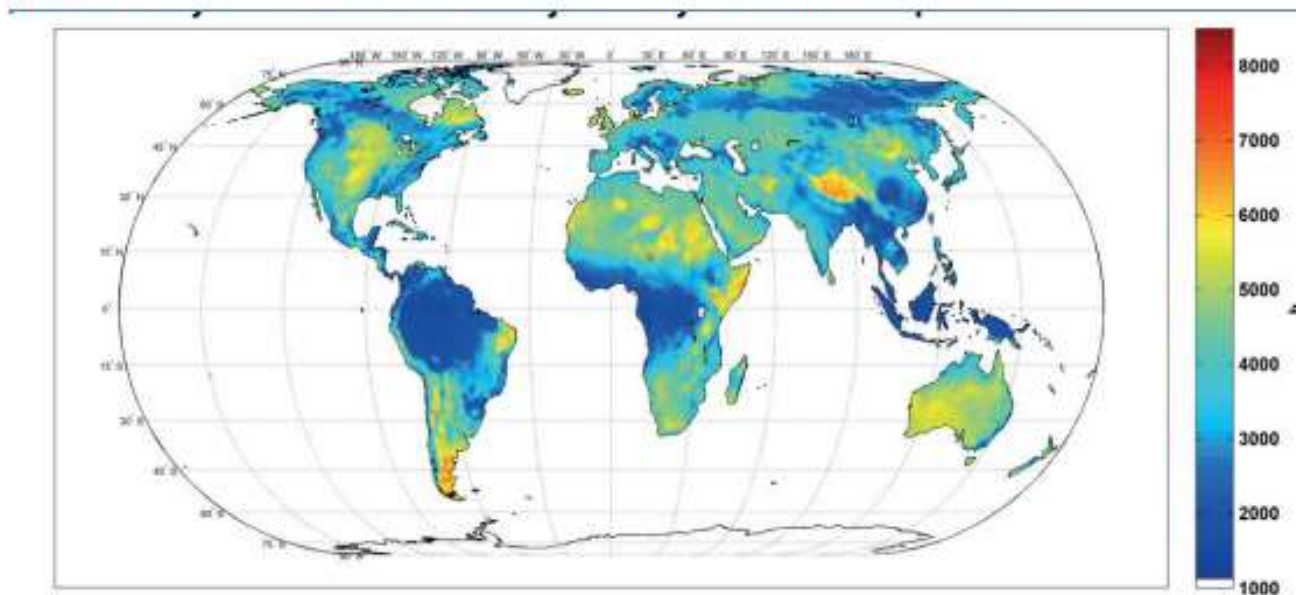
Moteurs

Chaudières



# H2 pour le transport de l'énergie renouvelable depuis des régions aux conditions idéales

Figure 8. Hybrid solar and wind full load hours adjusted by critical overlap in 2005



Transport of energy:  
Pipelines/shipping

Energy carriers:  
(Liquid) hydrogen,  
Ammonia, Methanol, e-CH<sub>4</sub>

Disclaimer: The boundaries and names shown and the designations used on maps included in this publication do not imply official endorsement or acceptance by the IEA.

Source: Adapted and based on Fasihi, Bogdanov and Breyer (2016), "Techno-Economic Assessment of Power-to-Liquids (PtL) Fuels Production and Global Trading Based on Hybrid PV-Wind Power Plants".

Hydrogen Import Coalition

Source: [Renewable Energy for](#)



<https://www.waterstofnet.eu/en/knowledge-centre/roadmaps-and-studies/h2-importcoalition>

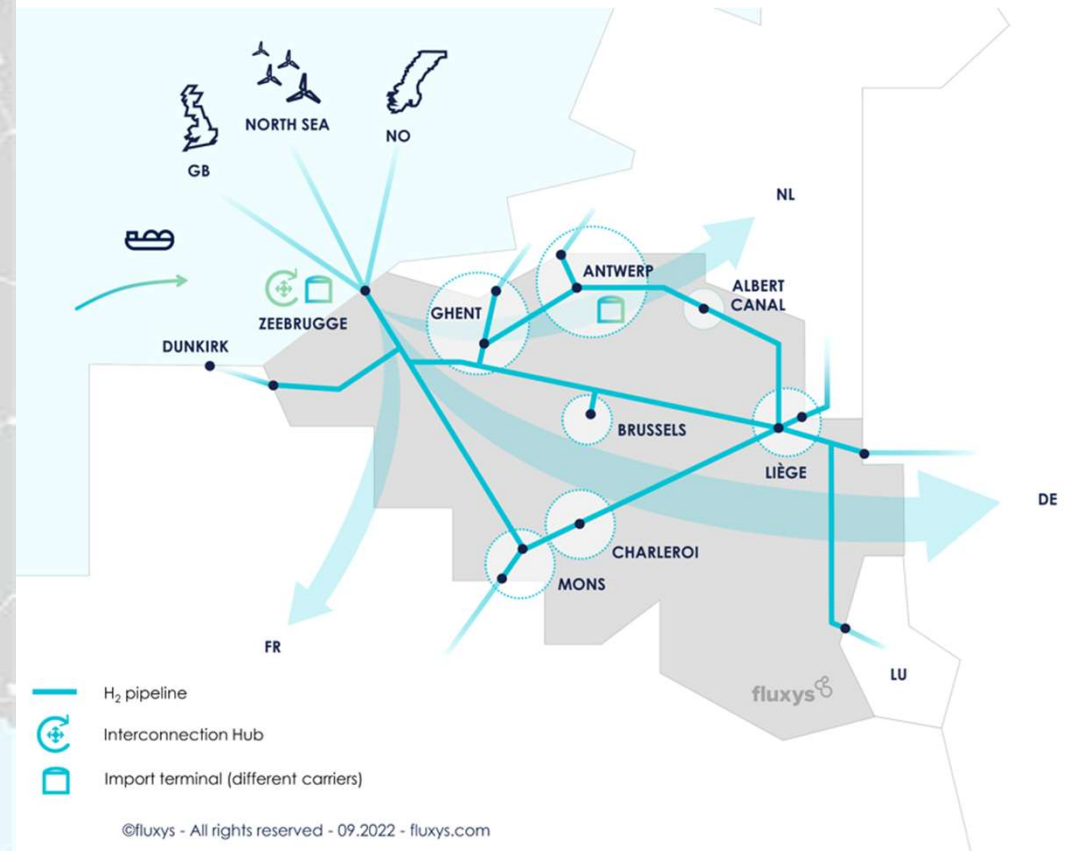
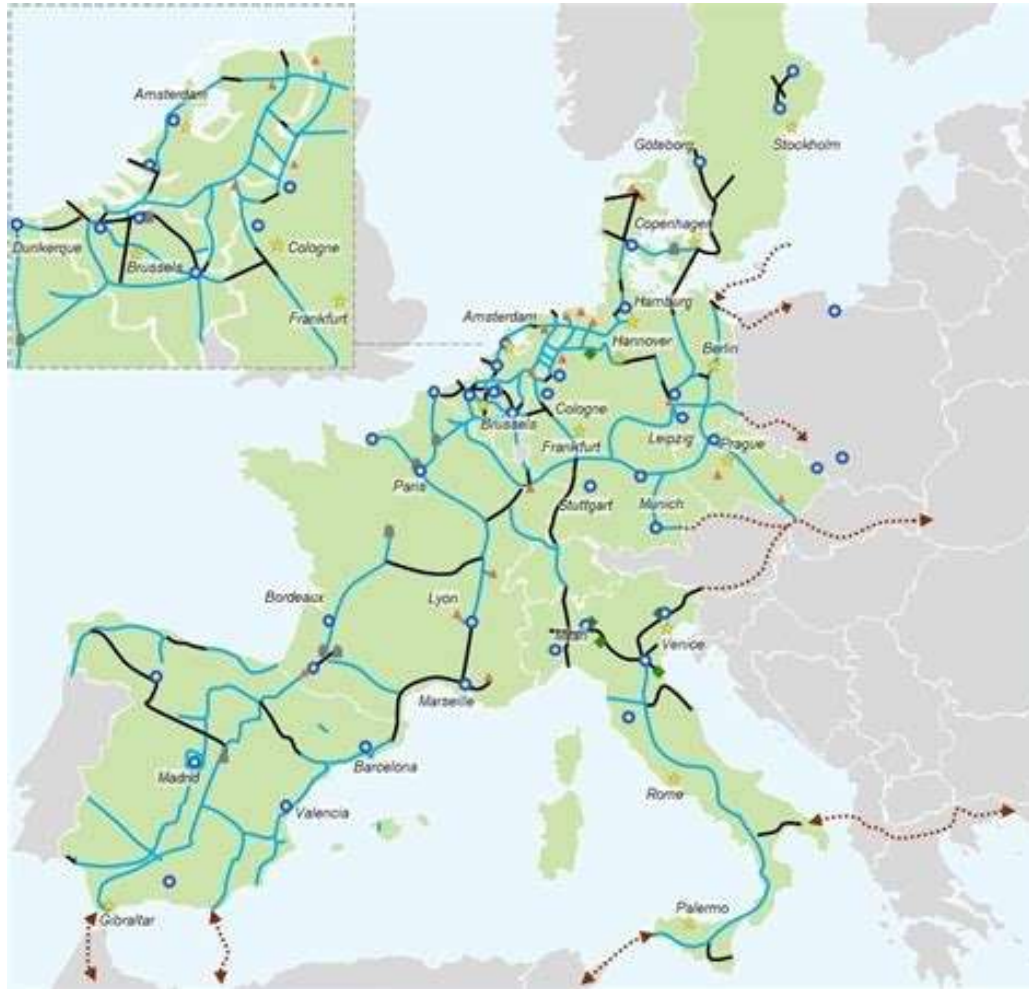
# Transport & distribution de l'H<sub>2</sub>

Depuis les années '60



# Transport & distribution de l'H<sub>2</sub>

Un vaste réseau Européen dans le futur





# Stockage de l'hydrogène

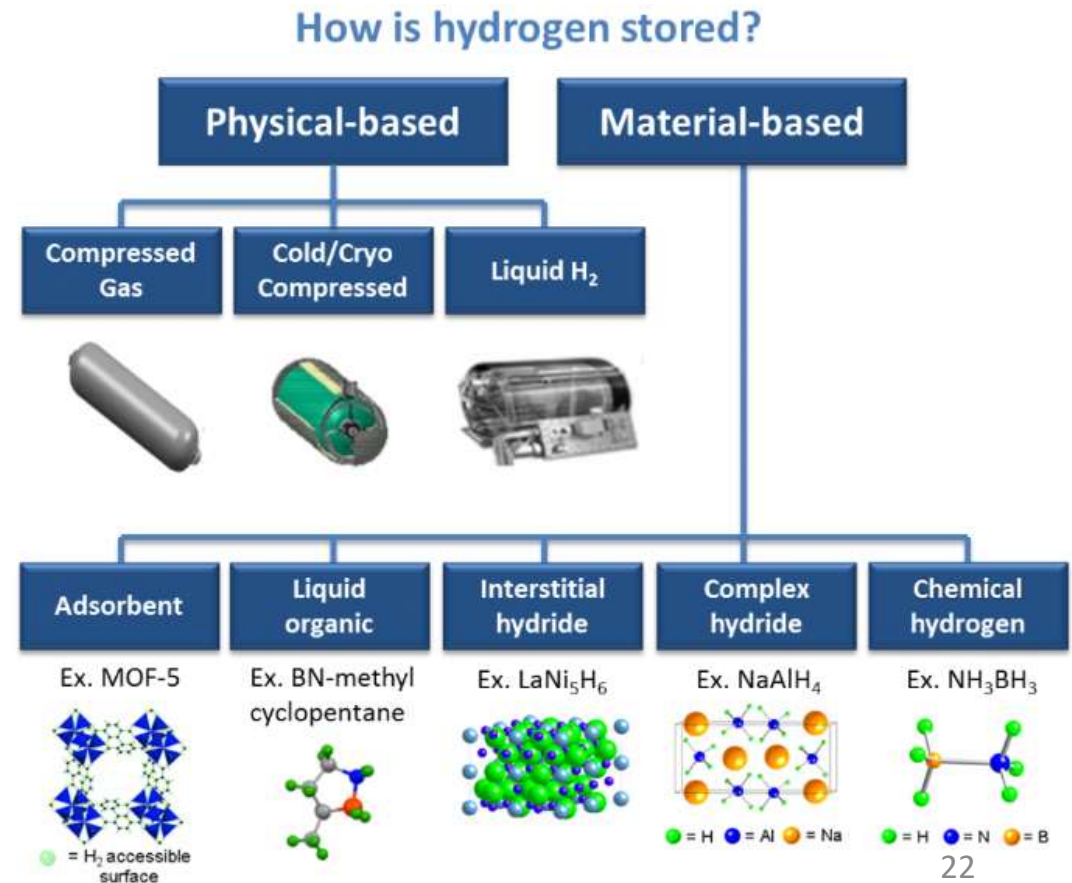
L'hydrogène peut être stocké sous sa forme pure comme:

Gaz comprimé  
Comprimé à froid  
Hydrogène liquide

Ou il peut être stocké dans des matériaux composés, tels que:

Ammoniac  
Méthanol

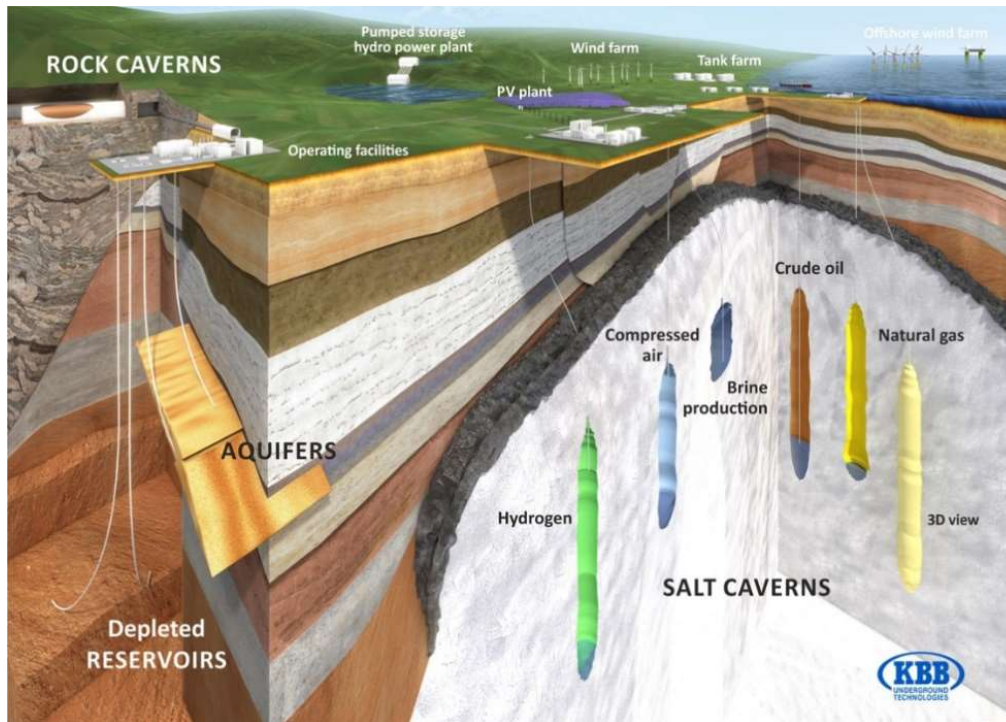
.....



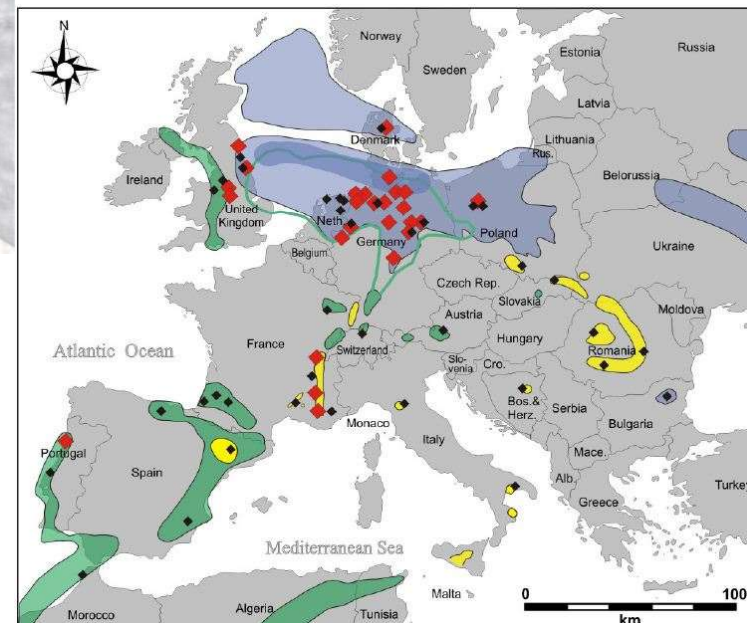
# Stockage de l'hydrogène

(grand échelle)

## Hydrogen storage in Salt Caverns



1 salt cavern can contain 6,000 ton hydrogen;  
Equivalence of 17 million Tesla Power walls



**Salt formations and caverns in Europa**



# Questions?