Organitza:

amb la col·laboració de:

amb el suport de:

Cicle de conferències

Bioenergia i Biomaterials

26/05/2026

Hidrogen, metanació i combustibles sintètics

Jordi Llorca
Departament d'Enginyeria Química
Universitat Politècnica de Catalunya

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH

- 2 minuts d'història
- Què volem fer amb l'hidrogen
- Què no farem amb l'hidrogen

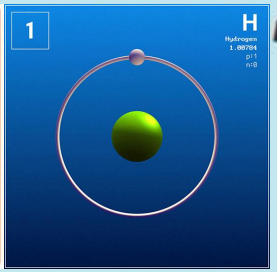
- **2 minuts d'història**
- Què volem fer amb l'hidrogen
- Què no farem amb l'hidrogen

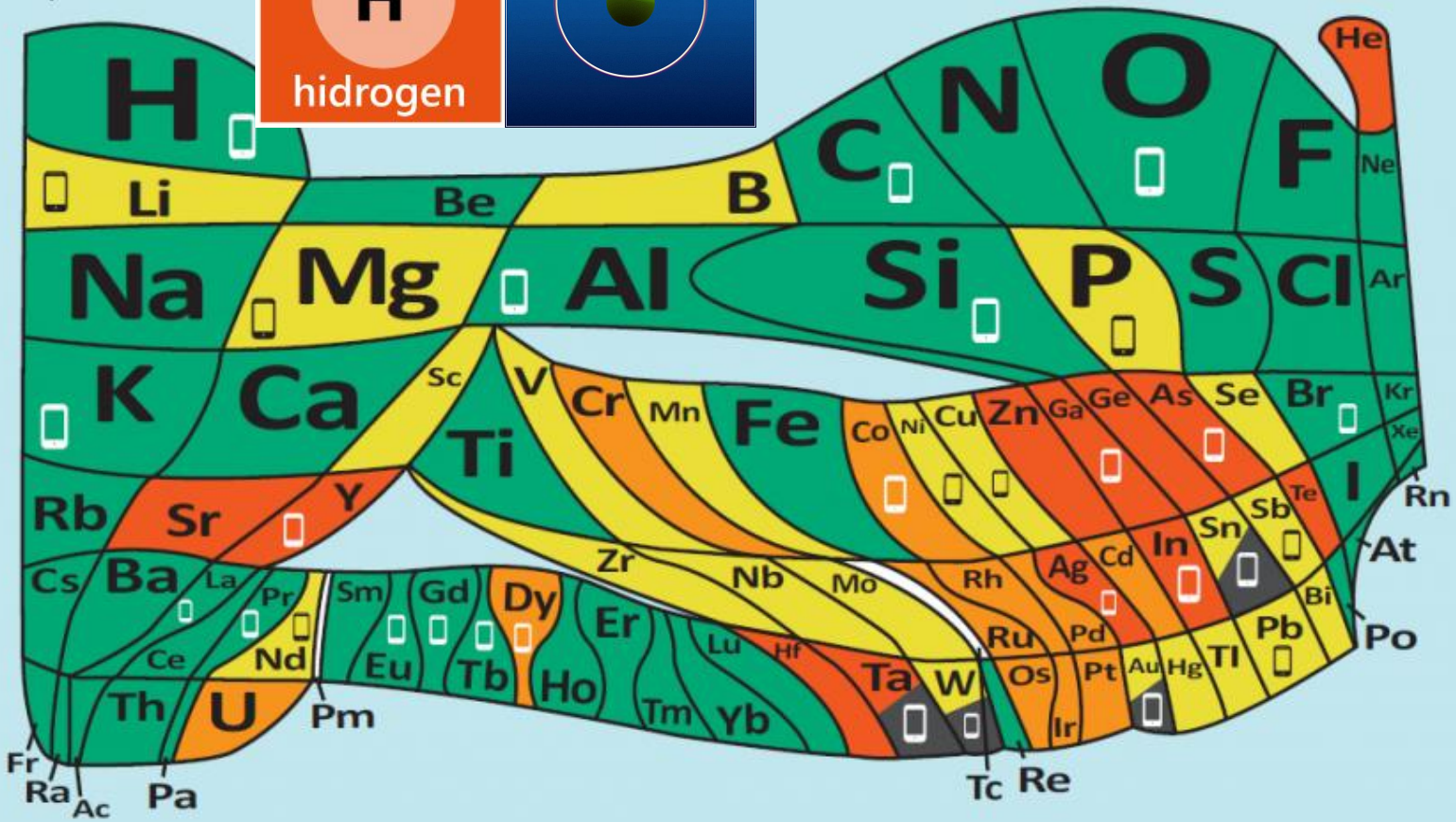
United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization

2019 IYPT International Year of the Periodic Table of Chemical Elements

The 90 natural elements that make up everything

much is there? Is that enough?





Serious threat in the next 100 years

Rising threat from increased use

Limited availability, future risk to supply

Plentiful Supply

Synthetic

From conflict minerals

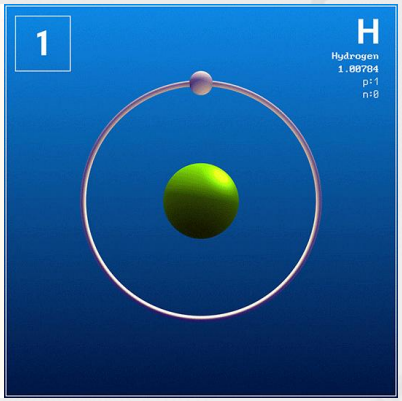
Elements used in a smart phone

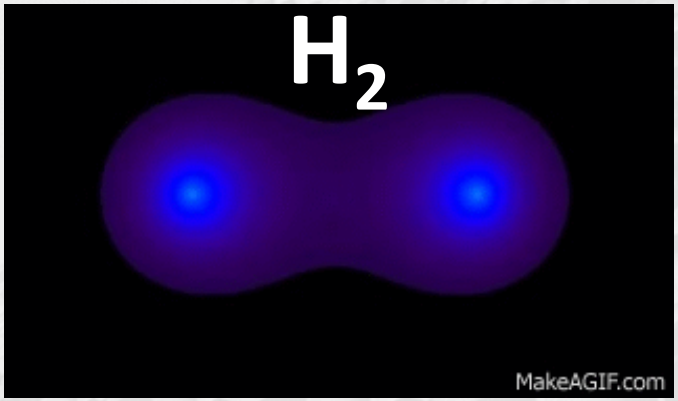
Inspired by WF Sheehan's 'A Periodic Table with Emphasis' published in Chemistry, 1976, 49, 17-18'

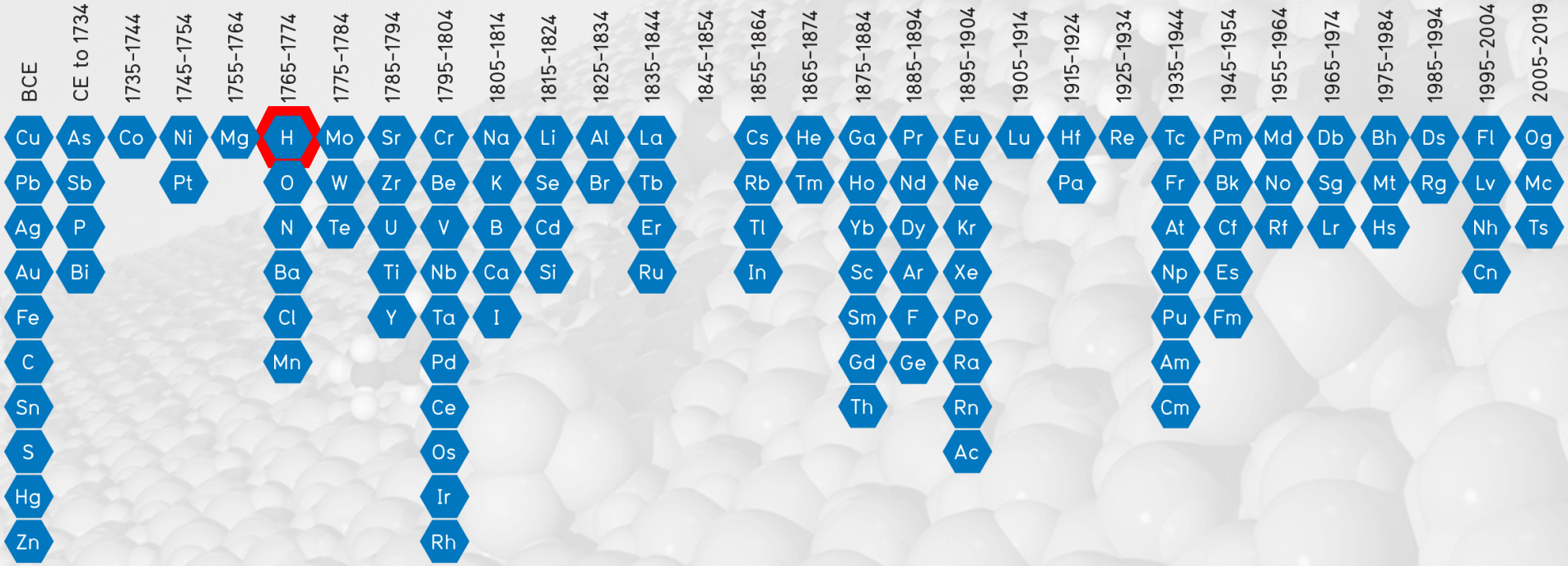
Read more and play the video game **http://bit.ly/euchems-pt**

EuChemS
European Chemical Society

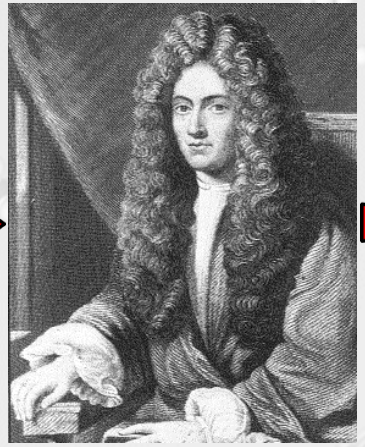

1
1,008
H
hidrogen


1
H
Hydrogen
1.00784
p:1
n:0


H2
MakeAGIF.com


BCE
CE to 1734
1735-1744
1745-1754
1755-1764
1765-1774
1775-1784
1785-1794
1795-1804
1805-1814
1815-1824
1825-1834
1835-1844
1845-1854
1855-1864
1865-1874
1875-1884
1885-1894
1895-1904
1905-1914
1915-1924
1925-1934
1935-1944
1945-1954
1955-1964
1965-1974
1975-1984
1985-1994
1995-2004
2005-2019
Cu Pb Ag Au Fe C Sn S Hg Zn
As Sb P Bi
Co
Ni Pt
Mg
H O N Ba Cl Mn
Mo W Te
Sr Zr U Ti Y
Cr Be V Nb Ta Pd Ce Os Ir Rh
Na K B Ca I
Li Se Cd Si
Al Br
La Tb Er Ru
Cs Rb Tl In
He Tm
Ga Ho Yb Sc Sm Gd Th
Pr Nd Dy Ar F Ge
Eu Ne Kr Xe Po Ra Rn Ac
Lu
Hf Pa
Re
Tc Fr At Np Pu Am Cm
Pm Bk Cf Es Fm
Md No Rf
Db Sg Lr
Bh Mt Hs
Ds Rg
Fl Lv Nh Cn
Og Mc Ts

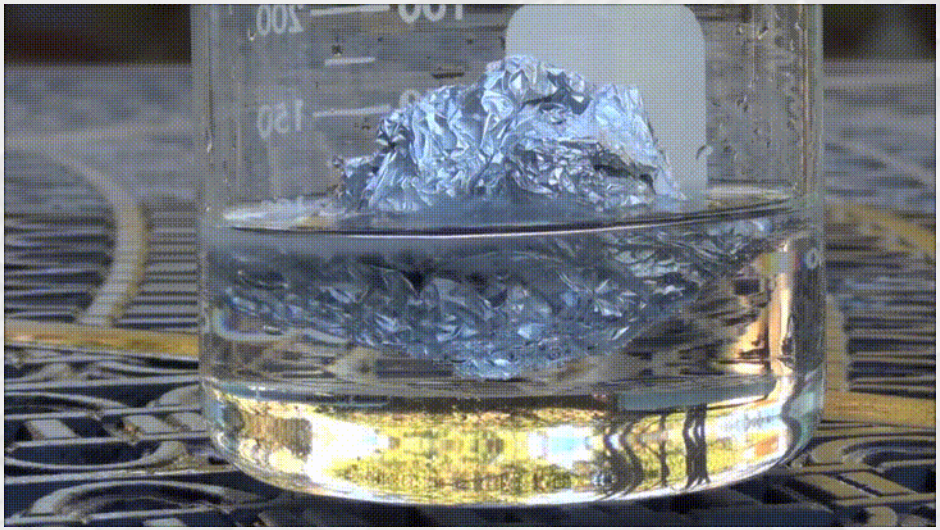
Paracels
(1493-1541)



R. Boyle
(1627-1691)

H. Cavendish
(1731-1810)

A.L. Lavoisier
(1743-1794)

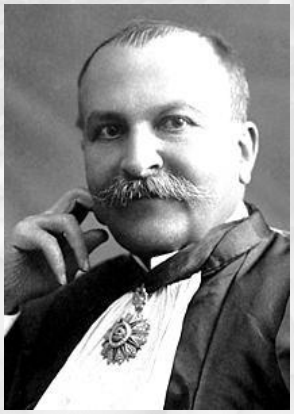


Què hem fet amb l'H_2 fins ara?

J.W. Döbereiner
1823

$$H_2 + \tfrac{1}{2} O_2 \xrightleftharpoons{Pt} H_2O$$

1912



P. Sabatier
1897

$$CO + 3H_2 \xrightleftharpoons{Ni} CH_4 + H_2O$$

Os,Fe,...

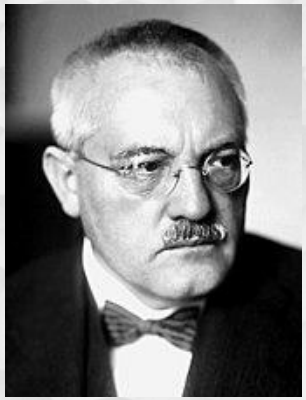
$$\frac{3}{2}\,H_2 + \frac{1}{2}\,N_2 \rightleftarrows NH_3$$

1918

F. Haber

1909

1931



C. Bosch

1910

Gemini
1960

Lenoir
1860

Per a què volem l'H_2 ara?

Per la transició energètica!

La transició energètica és un procés de canvi progressiu per substituir l'energia d'origen fòssil per energia renovable i local, però també de canvi en les maneres de produir, distribuir, gestionar i consumir l'energia.

- 2 minuts d'història
- **Què volem fer amb l'hidrogen**
- Què no farem amb l'hidrogen

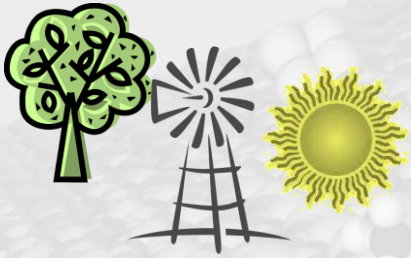
1. Emmagatzemar energia

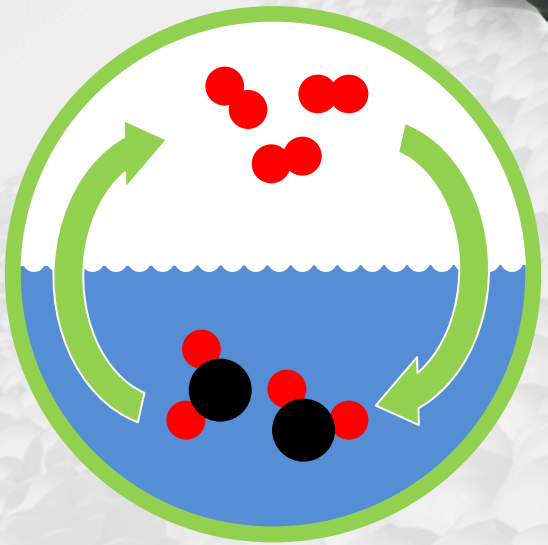
“dipòsit bancari”

“salari”

Hidrogen

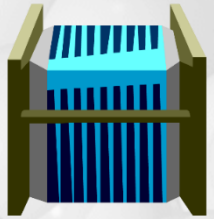
Energia

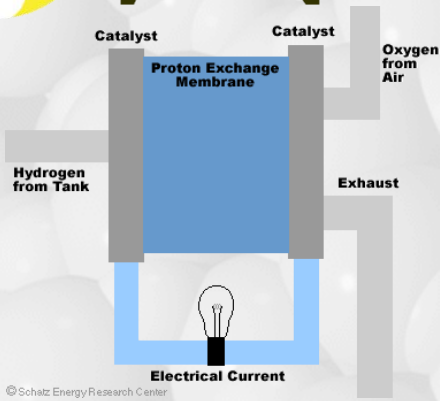


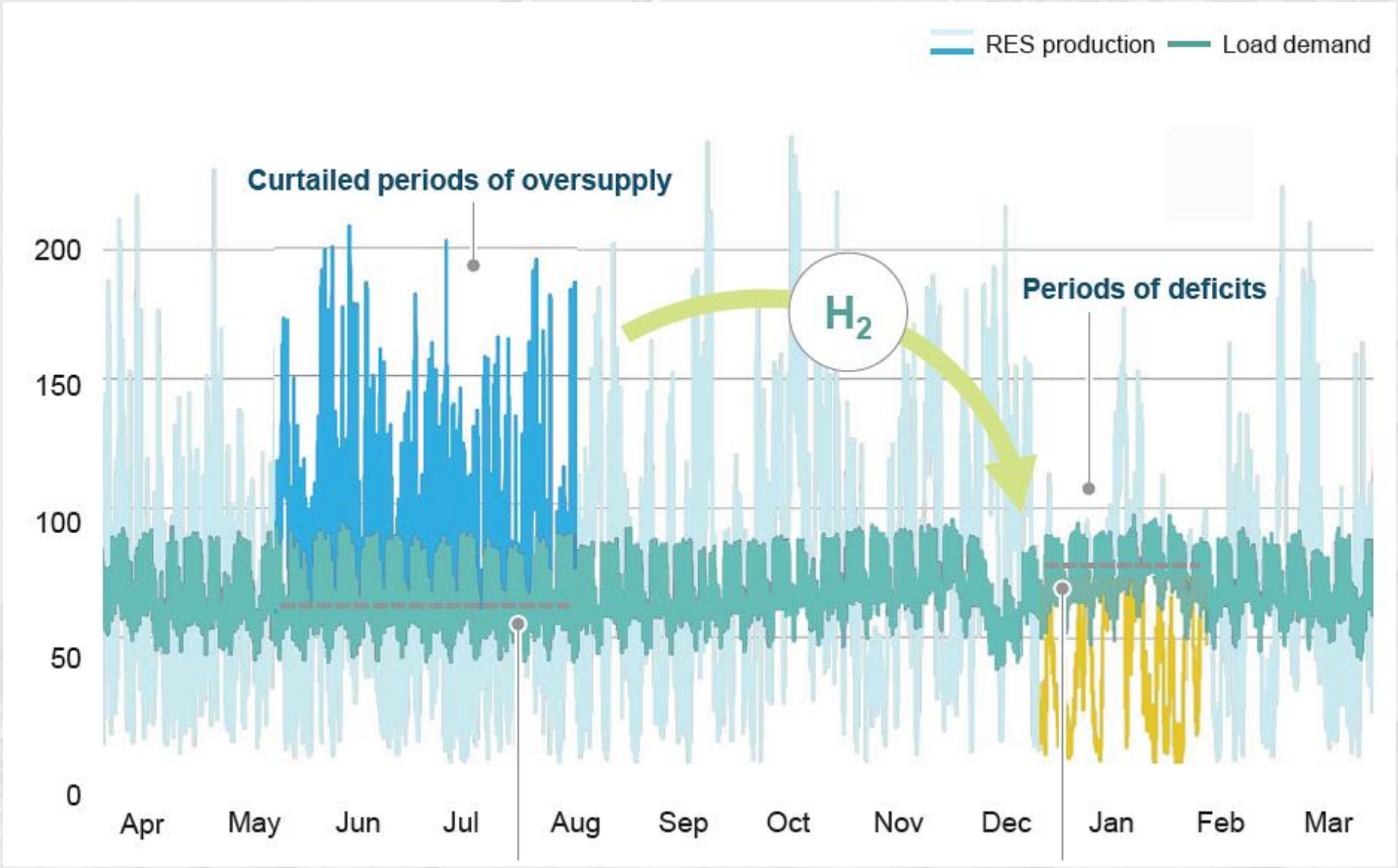


Aigua

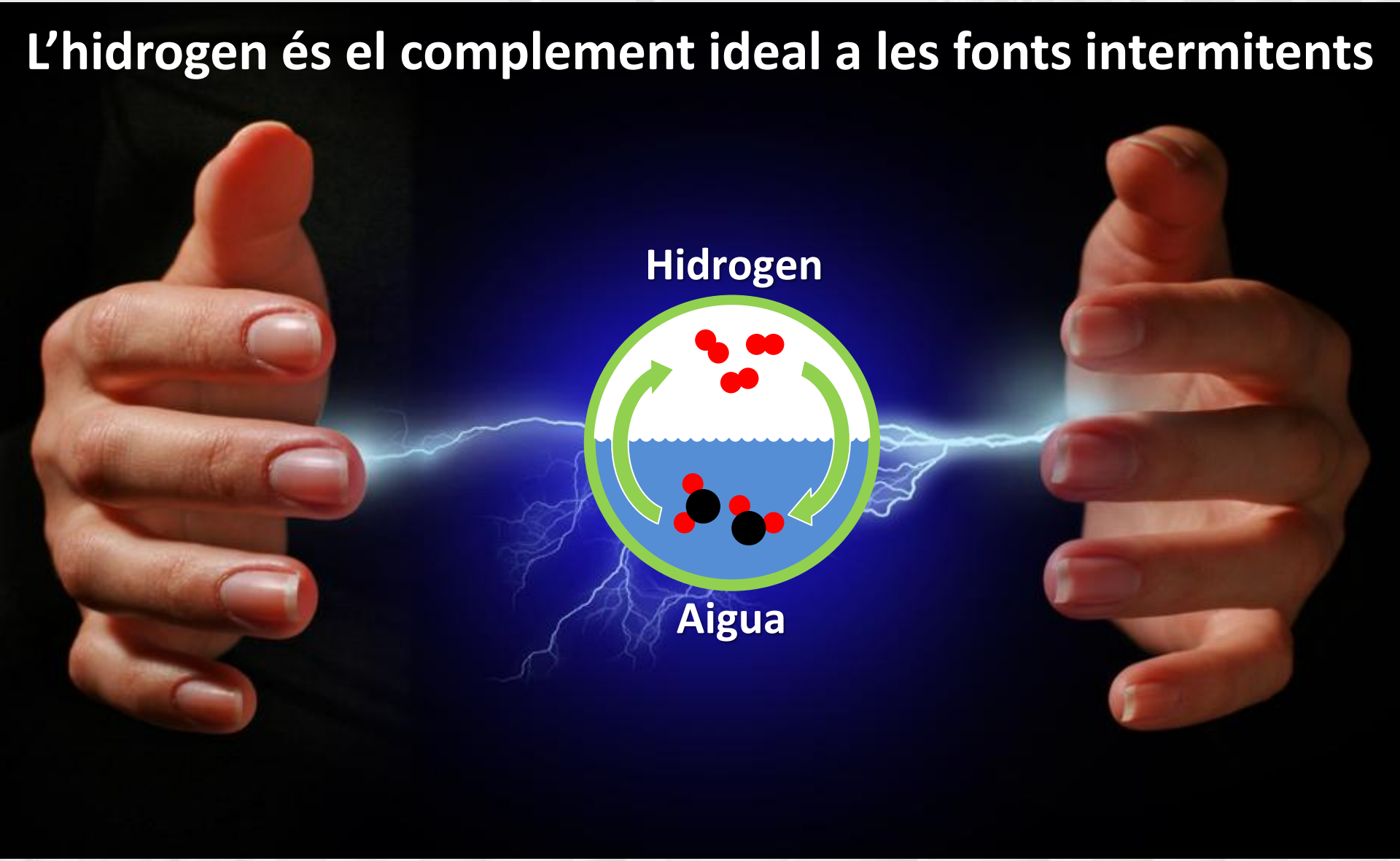
Energia






RES production
Load demand
Curtailed periods of oversupply
H_2
Periods of deficits
200
150
100
50
0
Apr
May
Jun
Jul
Aug
Sep
Oct
Nov
Dec
Jan
Feb
Mar

L’hidrogen és el complement ideal a les fonts intermitents




3003

2. Descarbonitzar

How can we stay below a **2°C** rise in global temperatures?

Reduce carbon emissions to **0** by **2050**

font primària d'energia

vector d'energia

$CH_4 + 2O_2 \longrightarrow 2H_2O + CO_2$

Hydrogen Economy

Nonfossil Hydrogen

Methane Economy

Methane H/C = 4.0

Oil H/C = 2.0

Coal H/C = 1.0

Wood H/C = 0.1

$H_2 + \frac{1}{2}O_2 \longrightarrow H_2O$

descarbonització

Hydrogen / Carbon Ratio

1800 1850 1900 1950 2000 2050 2200

Year

H_2

Fuel for

Transport

Synthetic fuels

Heat for

Industry

Steel Cement
Paper Food
Aluminum

Feedstock for

Chemicals

Fertilizers
Fuel refining
Plastics

Toyota

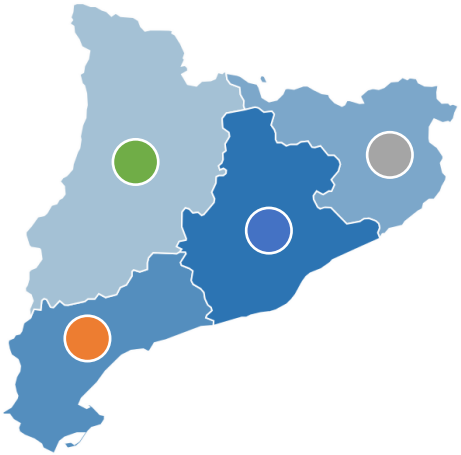
Alstom

Dalmau

Emissions GEH 2021

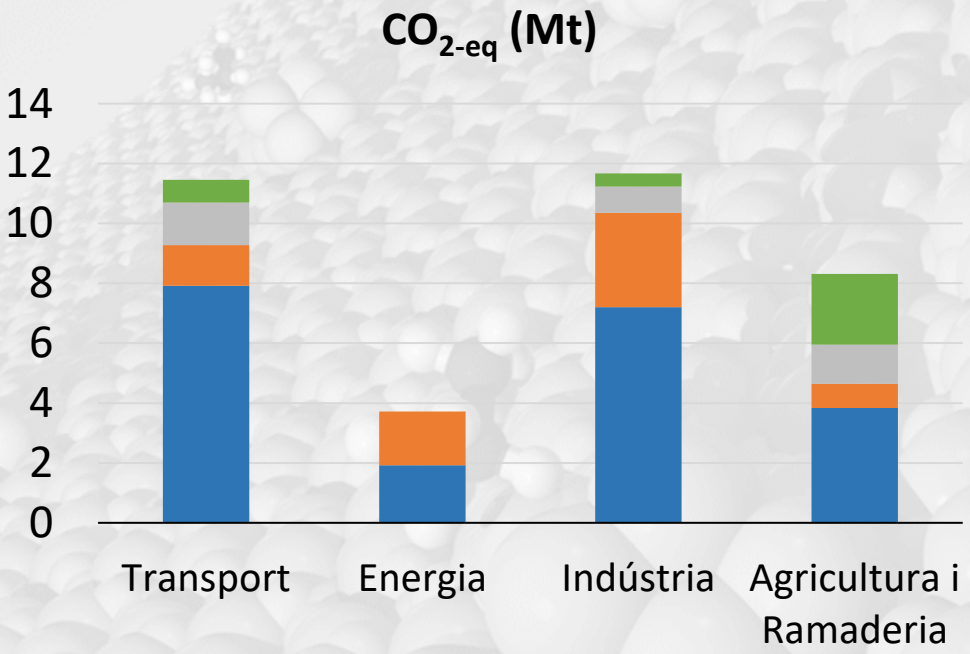
Emissions de GEH per províncies. Any 2021

Juny 2023



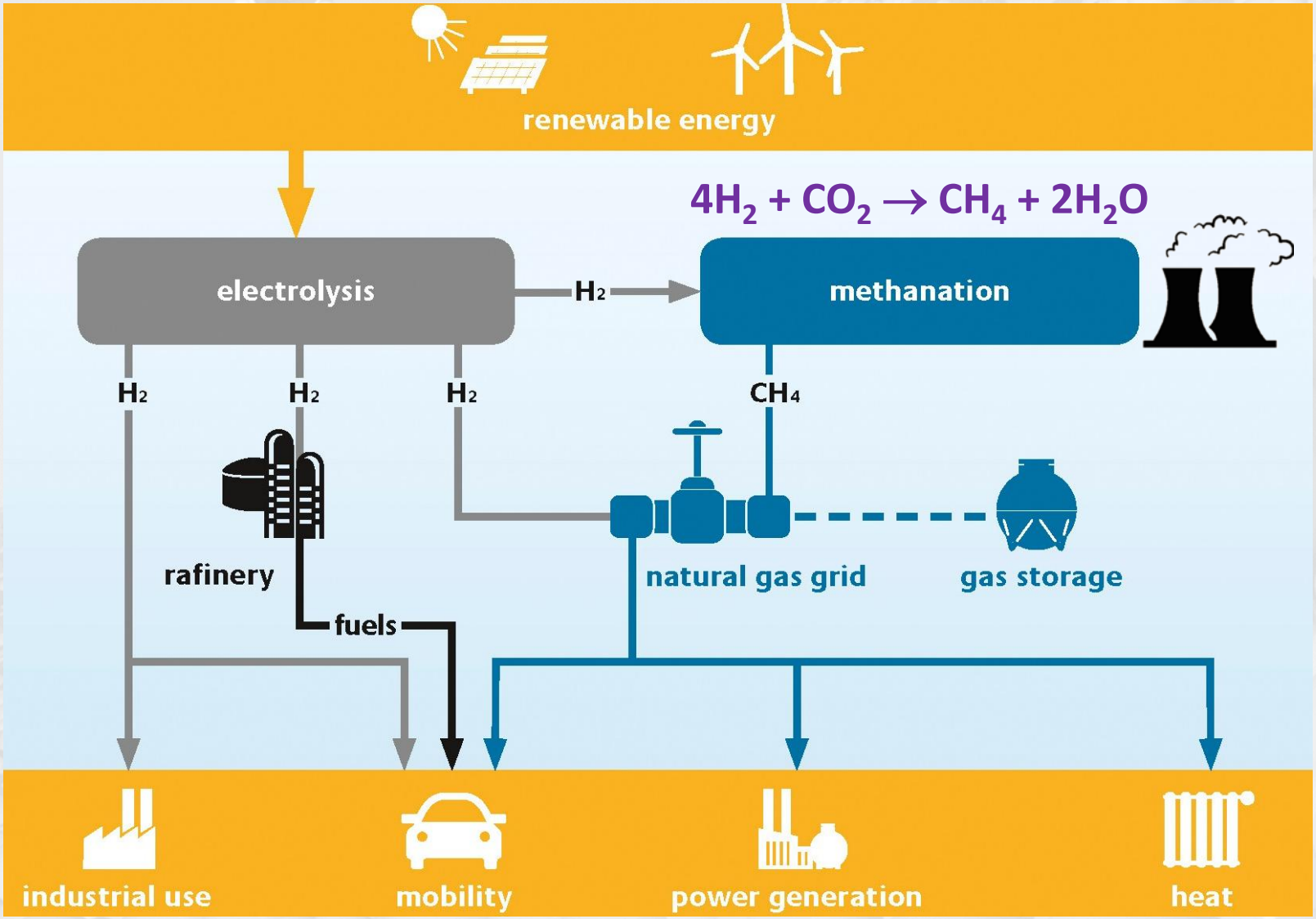
Emissions GEH (Mt CO2eq)

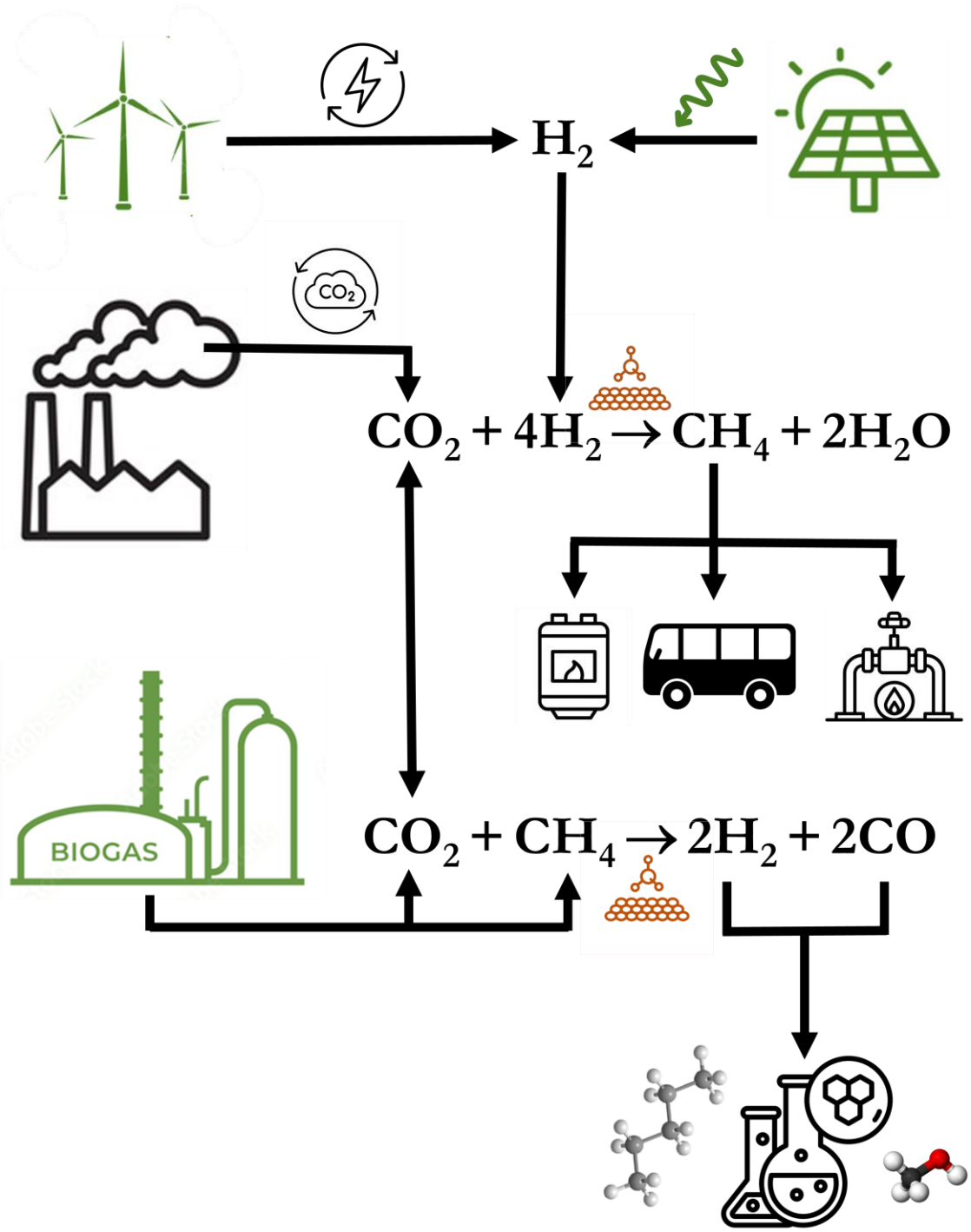
~ 4
~ 4
~ 9
~24



Oficina Catalana del Canvi Climàtic

3. Metanació i combustibles sintètics




H2
CO2
CO2 + 4H2 → CH4 + 2H2O
BIOGAS
CO2 + CH4 → 2H2 + 2CO

4. Valoritzar residus

Biomaterials → Bioenergia

4.1 Indústria alcohòlica

4.2 Indústria de l'oliva

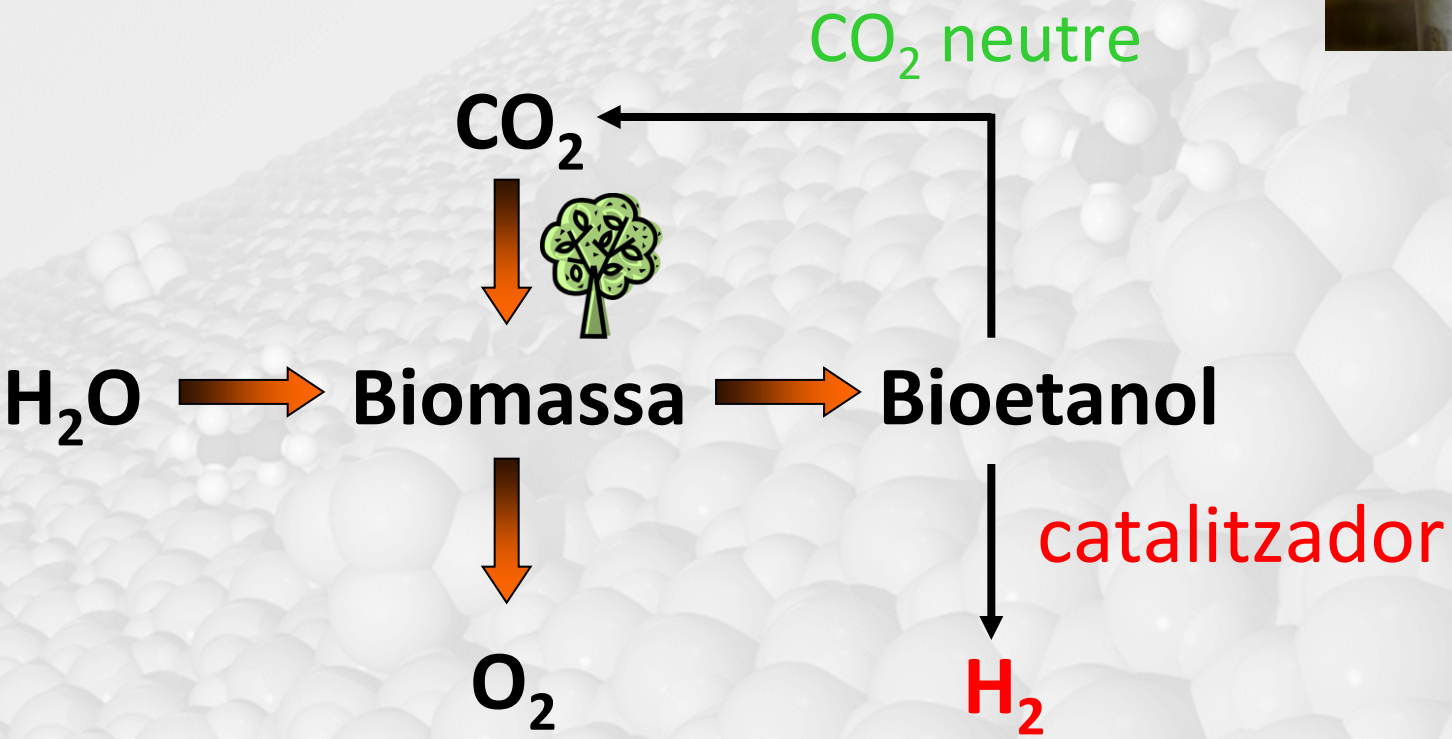
Biomaterials → Bioenergia

4.1 Indústria alcohòlica

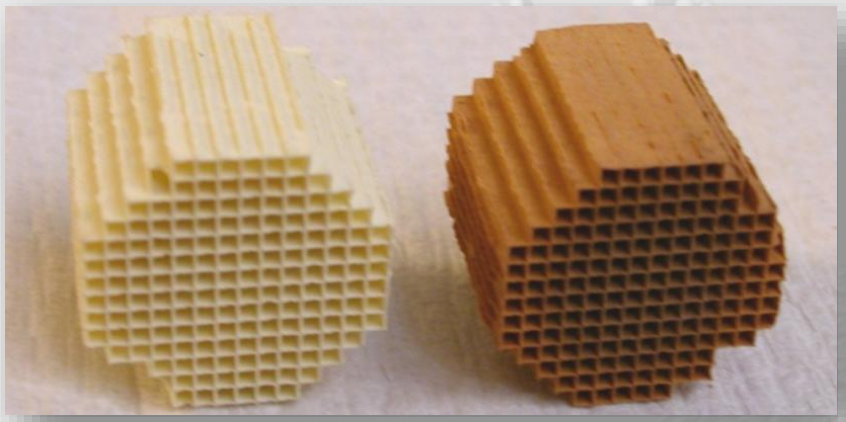
4.2 Indústria de l'oliva

$$CH_3CH_2OH + 3H_2O \longrightarrow 6H_2 + 2CO_2$$

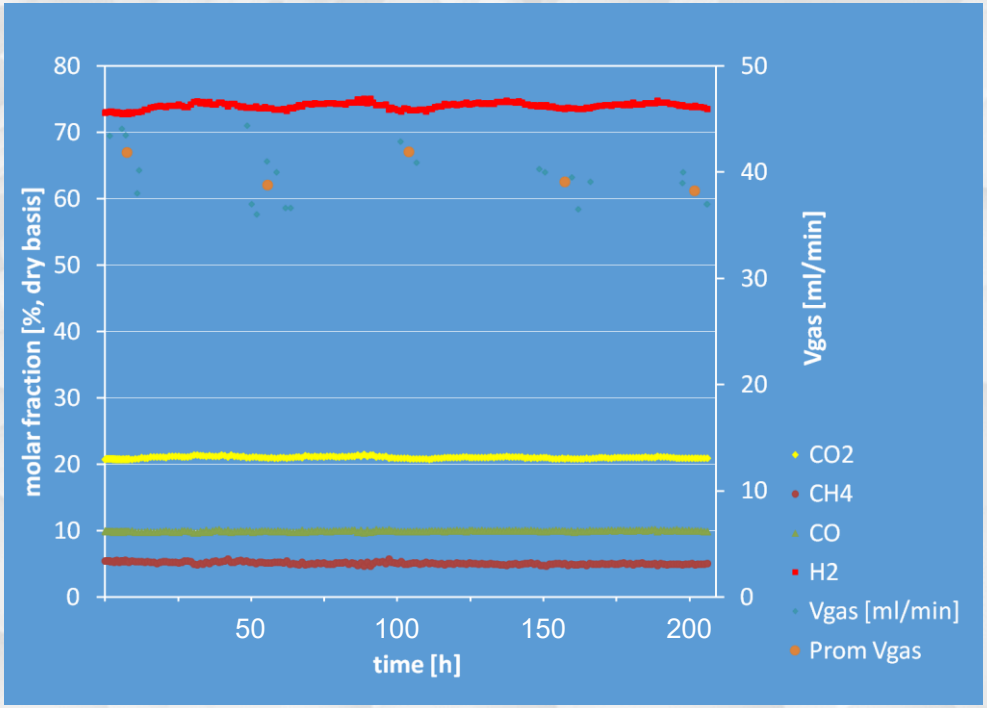
Bioetanol



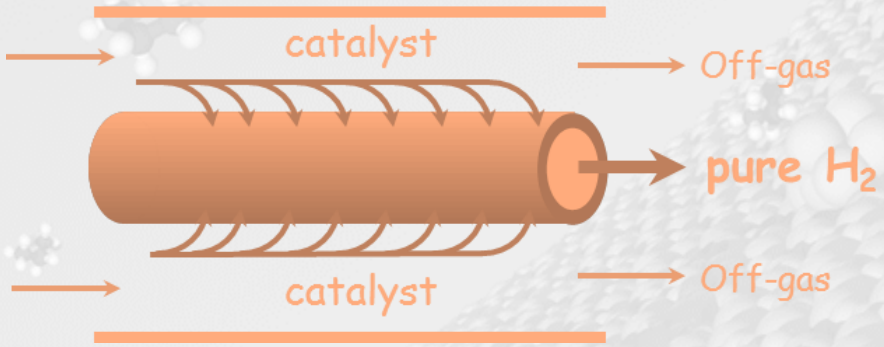
Catalitzadors estructurats

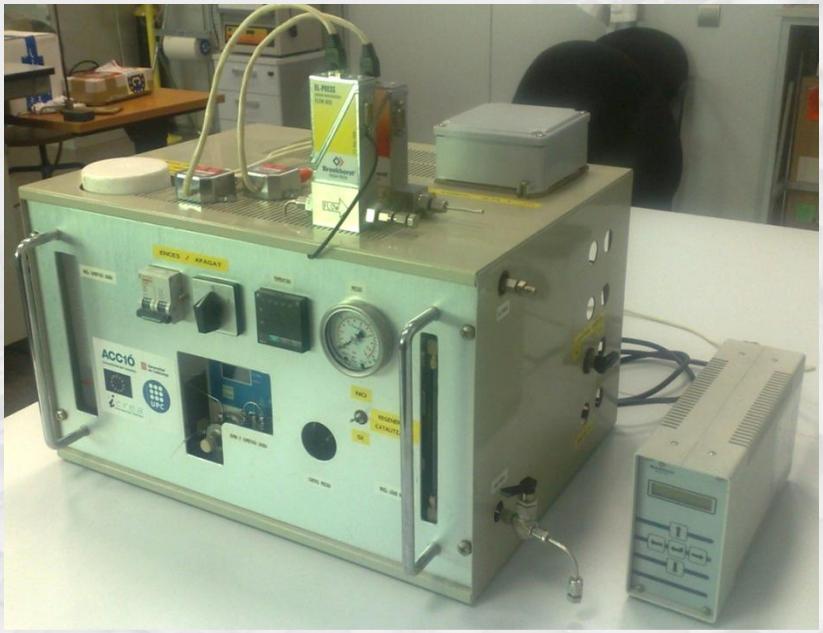


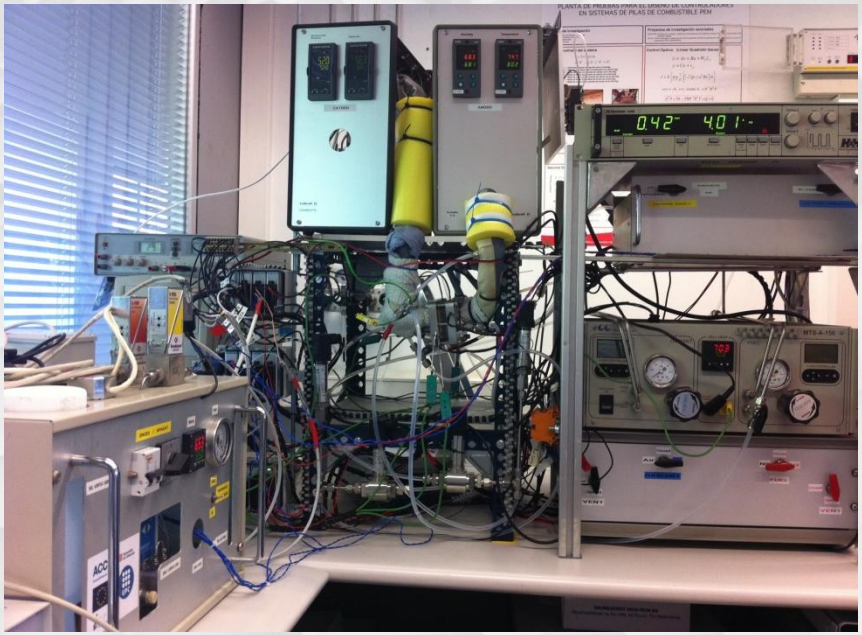
677 °C, 4.5 bar, H_2O/etanol=6



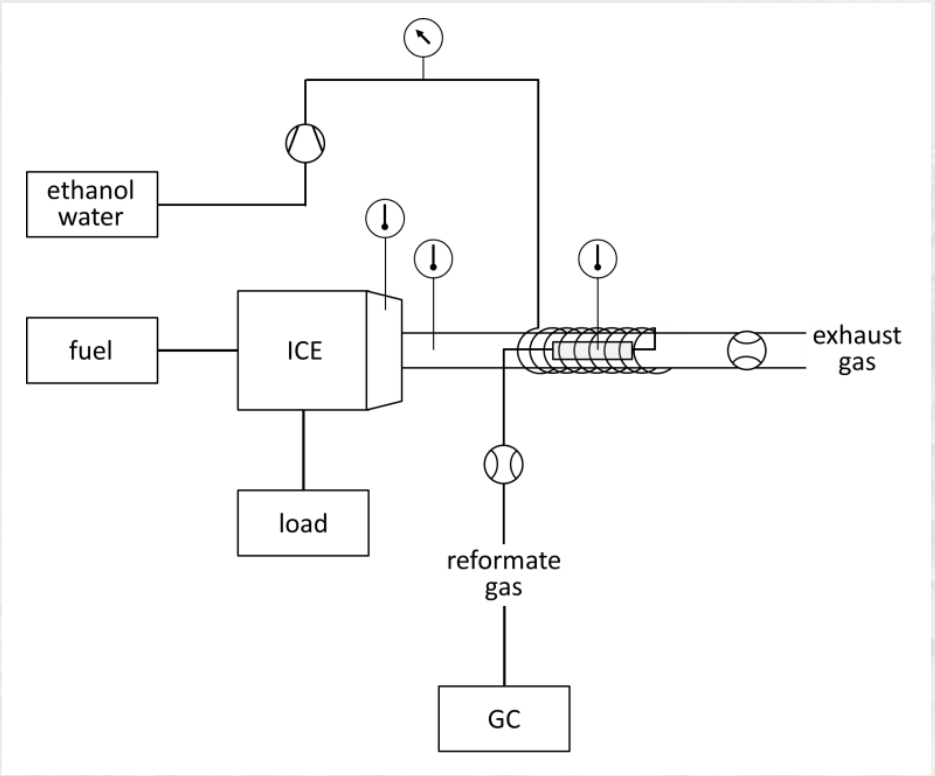
Reactors catalítics de membrana



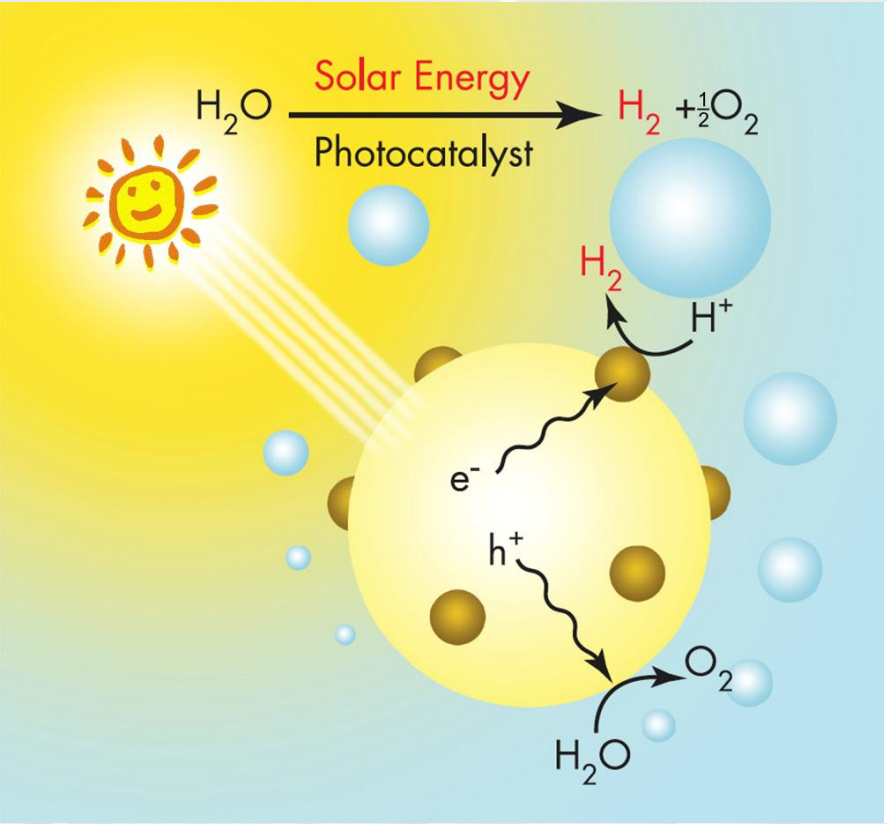


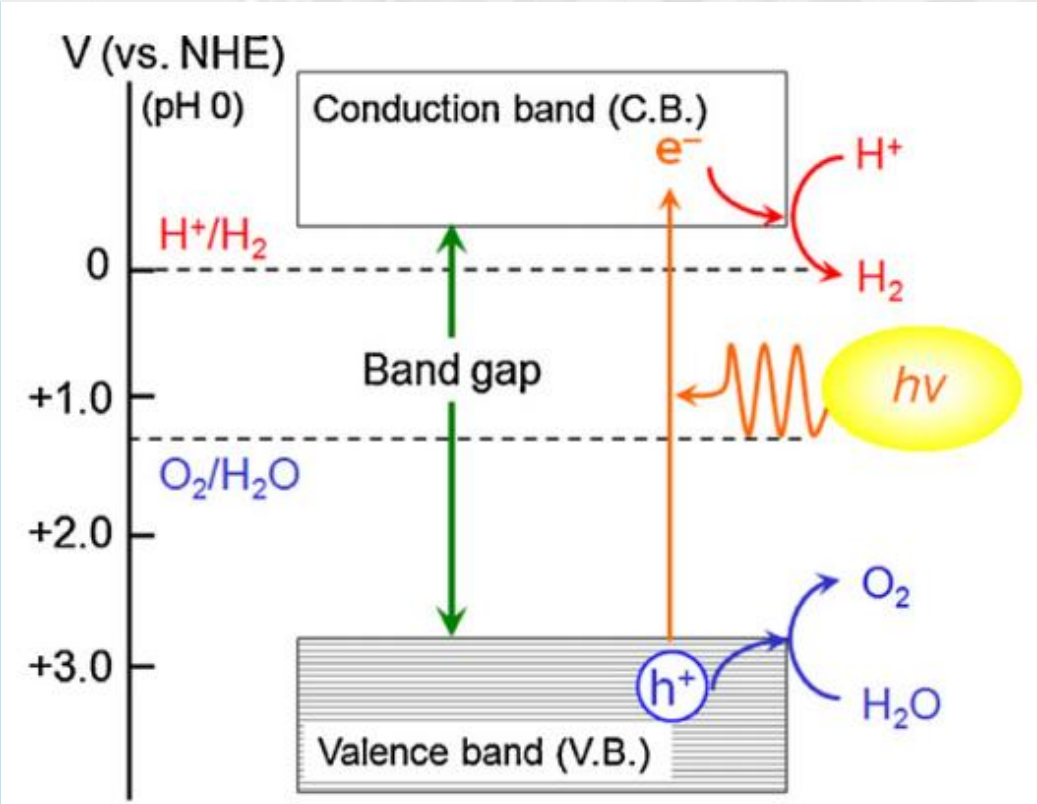


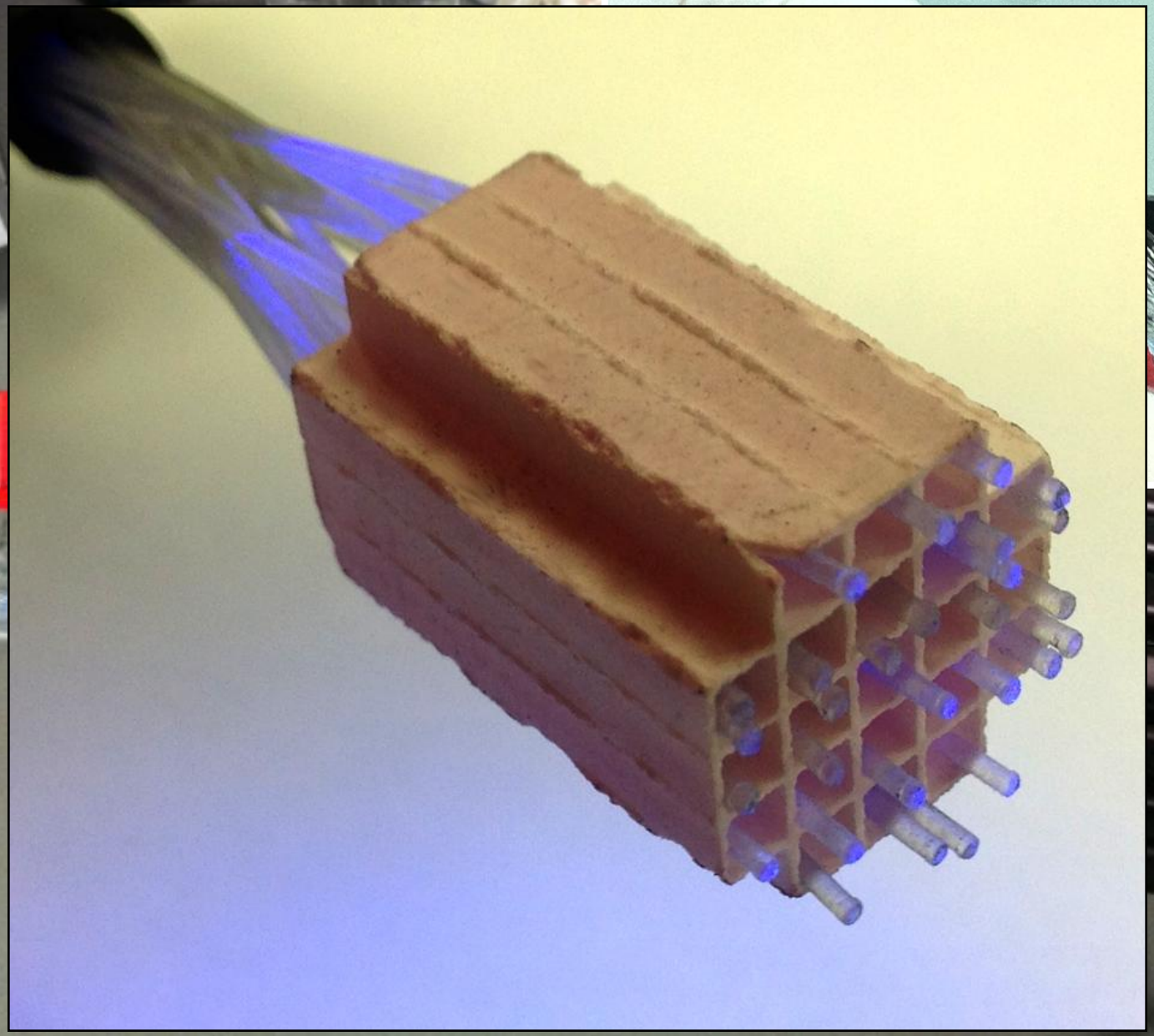
Aprofitament de calor residual de MCI

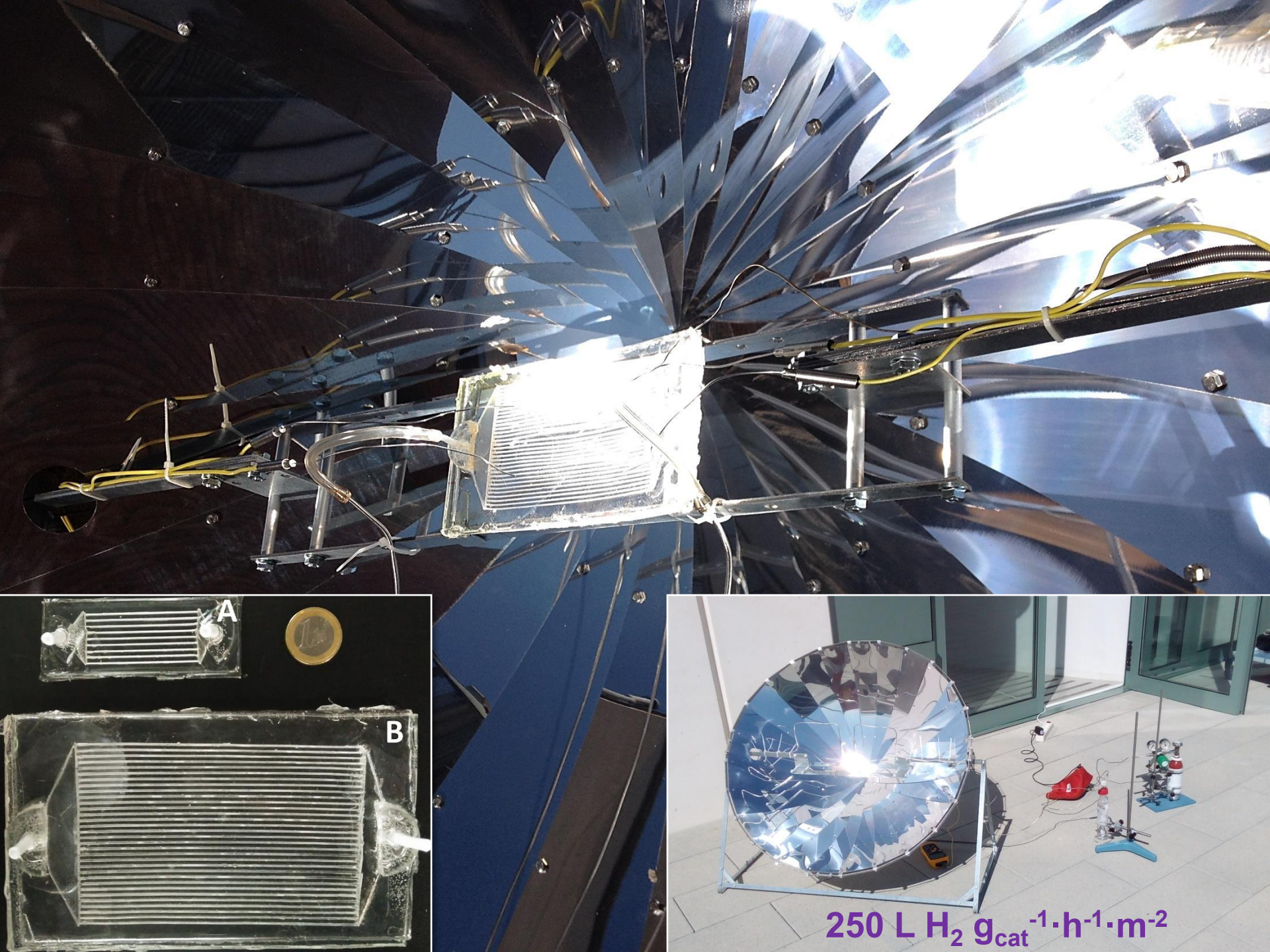


Fotocatàlisi solar








A
B
250 L H_2 $g_{cat}^{-1} \cdot h^{-1} \cdot m^{-2}$

Biomaterials → Bioenergia

4.1 Indústria alcohòlica

4.2 Indústria de l'oliva

30×10^6 m^3 aigues residuals

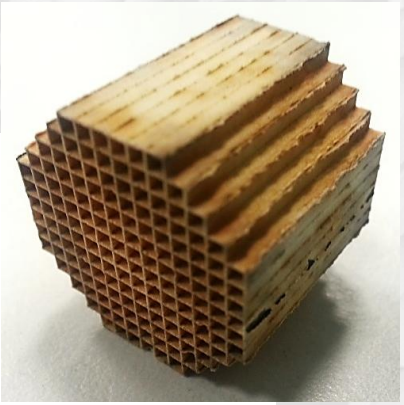
1 t_{olives} ⟶ 200 L_{oli} + 800 kg pinyolada

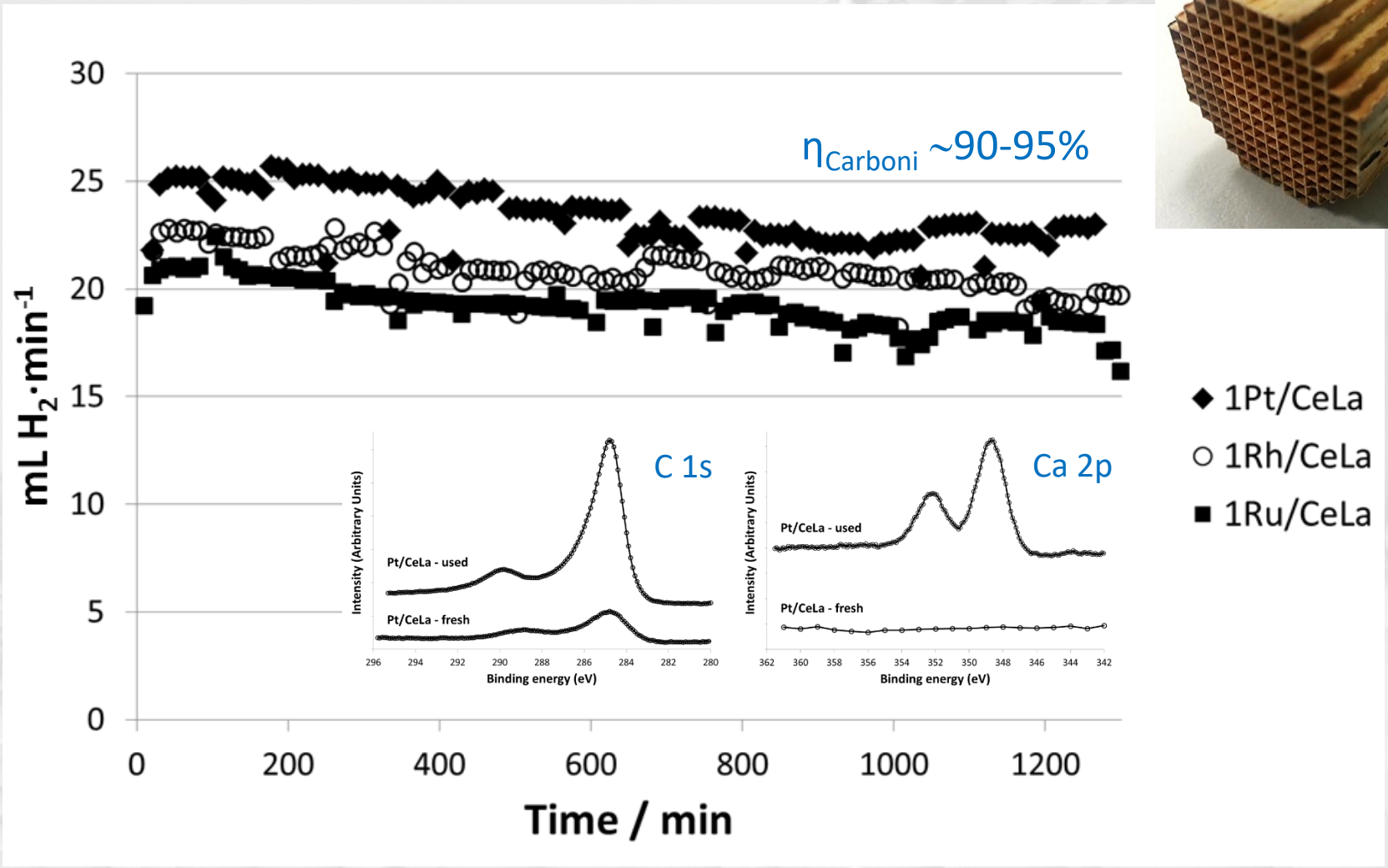
	mg L^{-1}
2-(4-Methylphenyl)propan-2-ol	1.185
1,3-Dimethoxybenzene	1.342
Benzyl alcohol	3.131
2-Methoxyphenol	3.933
Phenethyl alcohol	4.877
tert-Butylhydroquinone	0.627
o-Cresol	0.661
Phenol	1.016
3,5-Dimethylbenzyl alcohol	0.348
p-Cresol	0.341
m-Cresol	0.186
4-Allyl-2-methoxyphenol	0.881
Homovanillyl alcohol	0.155
Vanillin	0.632
2-Methoxy-4-methylphenol	0.602
4-Hydroxyphenethyl alcohol	1.320
p-Hydroxybenzaldehyde	1.489

	mg L^{-1}
Acetic	1329.54
Propanoic	4.27
2-Metyl butyric	2.66
Formic	2.08
Isobutyric	1.83
Butyric	1.75
4-Methyl valeric	1.38
3-Methyl butiric	0.73
Caproic	0.63
Valeric	0.18
2-Methyl valeric	0.07

Agrícola Sant Isidre la Fatarella

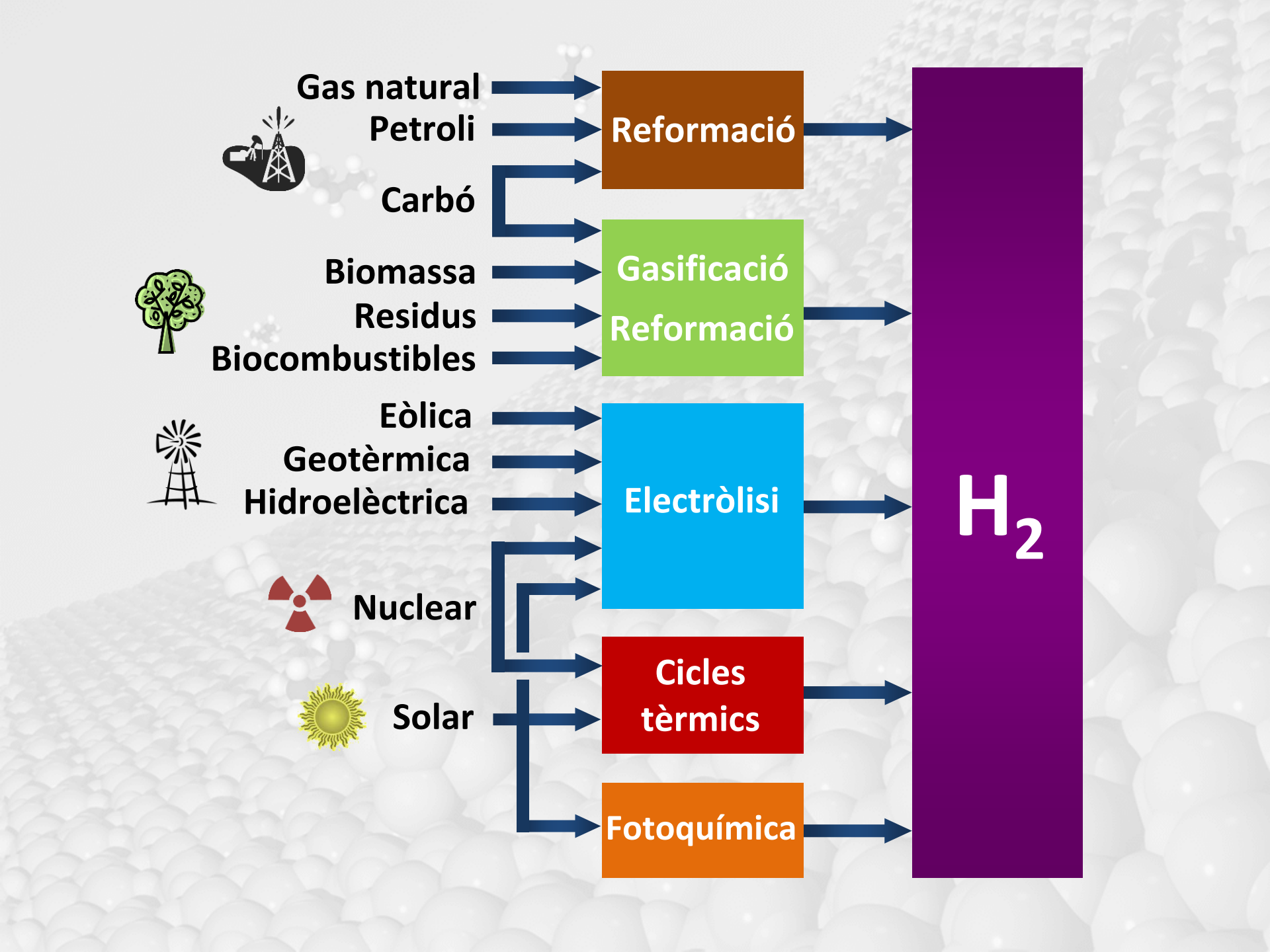
24 h, 973 K, F_{OMW}=0.6 mL·min^{-1}



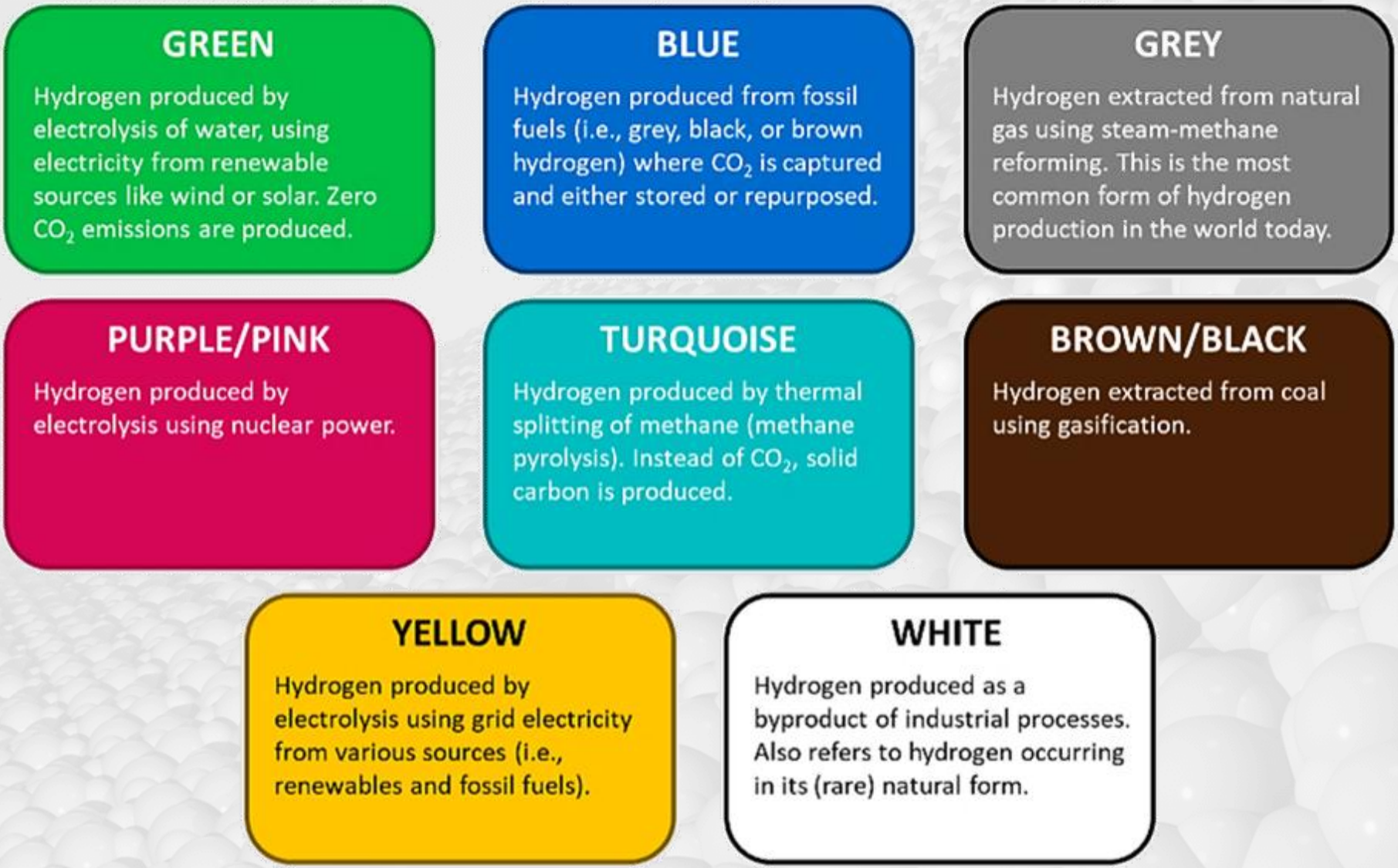


- 2 minuts d'història
- Què volem fer amb l'hidrogen
- **Què no farem amb l'hidrogen**

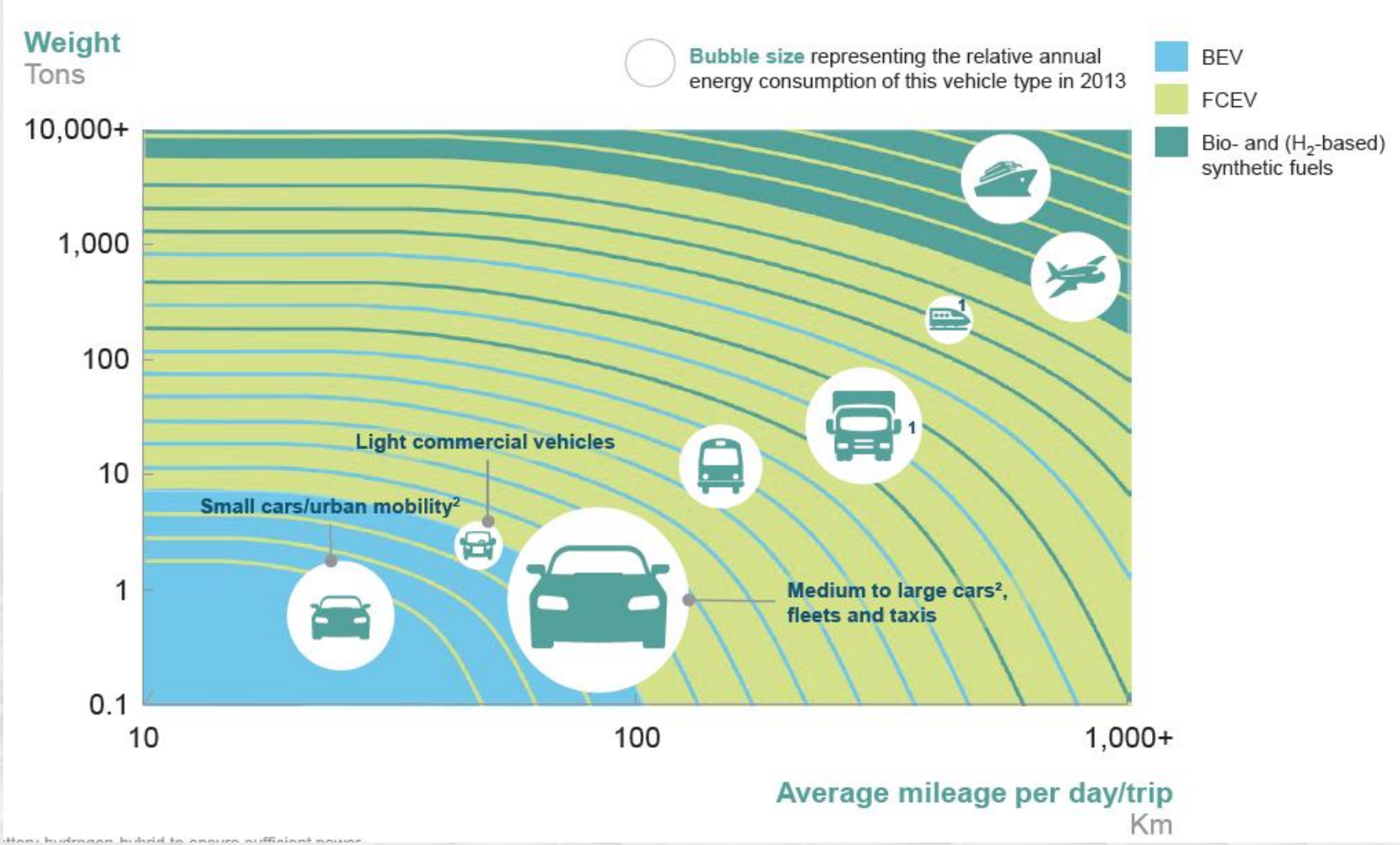
L'hidrogen no ho és tot…
…si volem hidrogen "verd" cal tenir fonts d'energia renovables!


Gas natural
Petroli
Carbó
Biomassa
Residus
Biocombustibles
Eòlica
Geotèrmica
Hidroelèctrica
Nuclear
Solar
Reformació
Gasificació
Reformació
Electròlisi
Cicles tèrmics
Fotoquímica
H_2

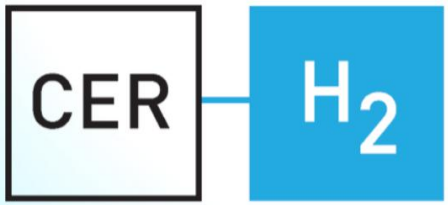
Els “colors” de l’hidrogen



L'hidrogen no sempre és necessari



UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA
BARCELONATECH

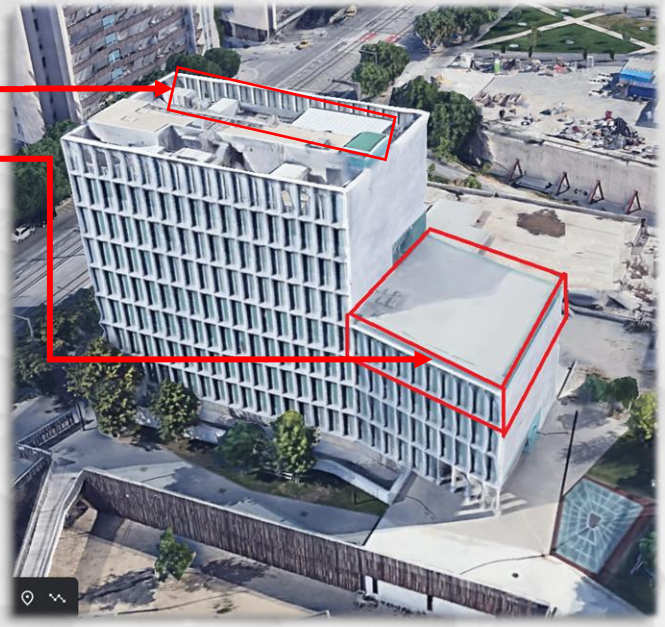


Centre Específic
de Recerca
de l'Hidrogen

H_2 LAB UPC Hydrogen Lab

Terrat solar per a la producció d'H_2
Electrolitzadors, compressors… (20 m^3/h)

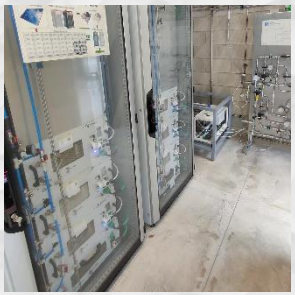
Càmara climàtica per piles de combustible (100 kW)
Reactors catalítics, membranes, planta de proves…



12 kW

18 kg H_2
300 bar

6 kg H_2/dia



2x5 kW

Edifici C del campus Diagonal – Besòs (EEBE)


H2
LAB
UPC
Hydrogen Lab
https://cerh2.upc.edu

En resum:

- L'hidrogen és un vector energètic que permet emmagatzemar energia de manera eficient
- L'hidrogen permet descarbonitzar la indústria i el transport (cremant-lo o fent ús d'una pila de combustible)
- L'hidrogen és el complement ideal per la transició energètica
- L'hidrogen, la metanació i els combustibles sintètics són molt adequats per l'aprofitament dels biomaterials i la bioenergia

jordi.llorca@upc.edu