

+ Hydrogène vert comme vecteur de décarbonation



Michel Carreau, Ph.D. Les journées Nordiques 6 juin 2023

Hatch – Ingénierie et Innovation

Racine de plus de

100

ans



Experience dans

150

Pays



Parmis

65

Bureaux



Avec

10,000

Professionnels



Introduction à l'hydrogène

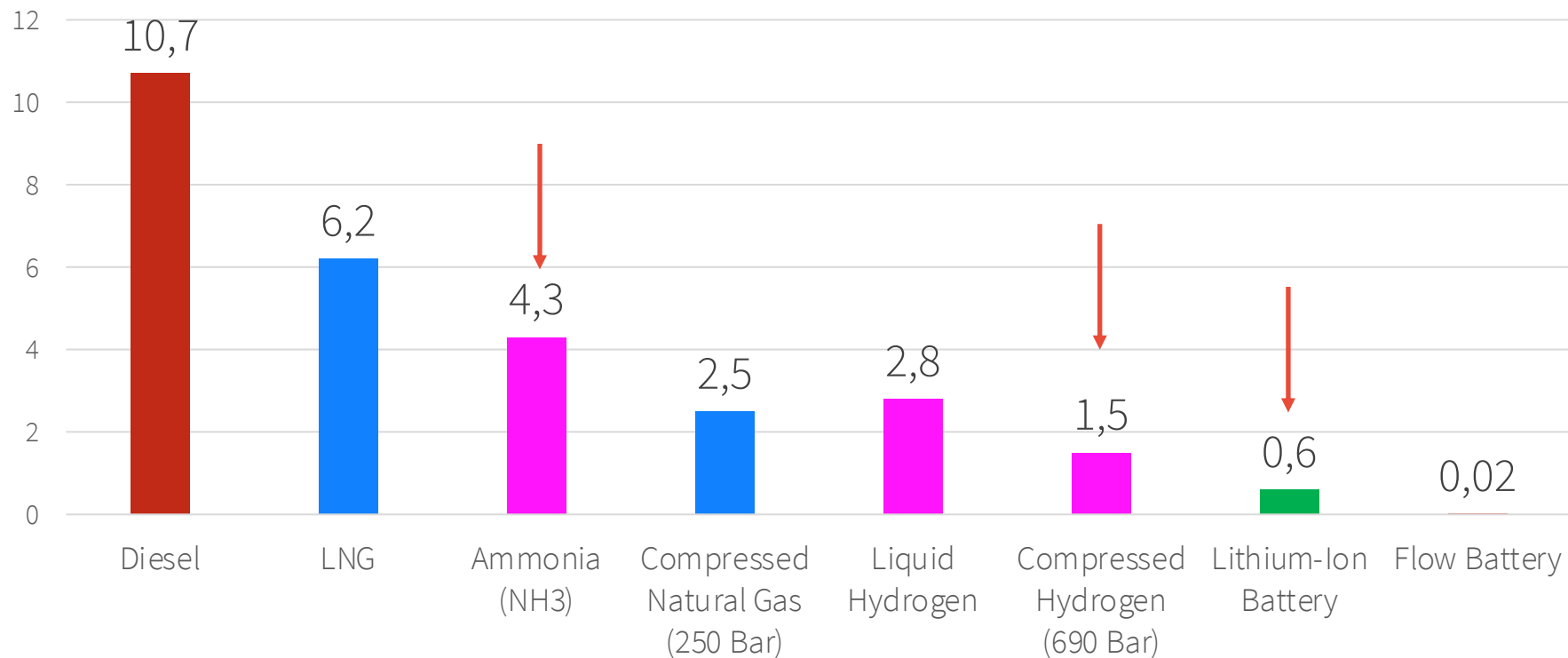
Pourquoi l'hydrogène vert?

- L'hydrogène vert permet de tendre vers:
 - L'élimination de l'utilisation du gaz naturel dans les gros procédés industriels
 - L'élimination de l'utilisation du diesel dans le transport lourd
 - Camion, Bateau, Locomotive
 - Aviation (E.g.: Navette Spatiale)
 - Permet le stockage d'énergie à long terme pour l'intégration des énergies renouvelables
- Permet jusqu'à 100% de réduction des gaz à effet de serre pour plusieurs cas d'utilisation
- Complémentaire à l'électrification qui est priorisé lorsque possible (étant plus efficace)

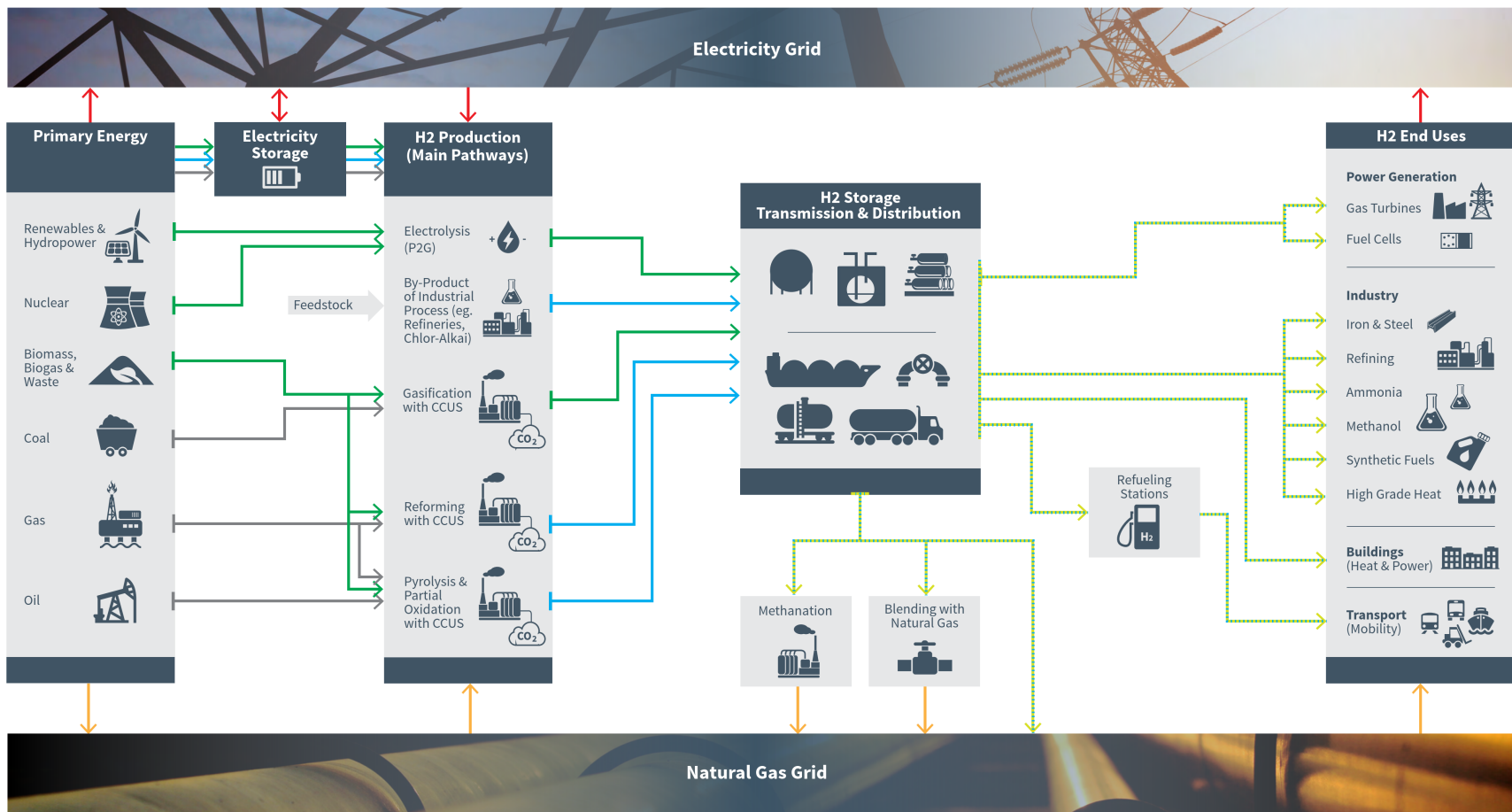
Energy Density

kWh/L

Vehicle autonomy decreases
from left to right



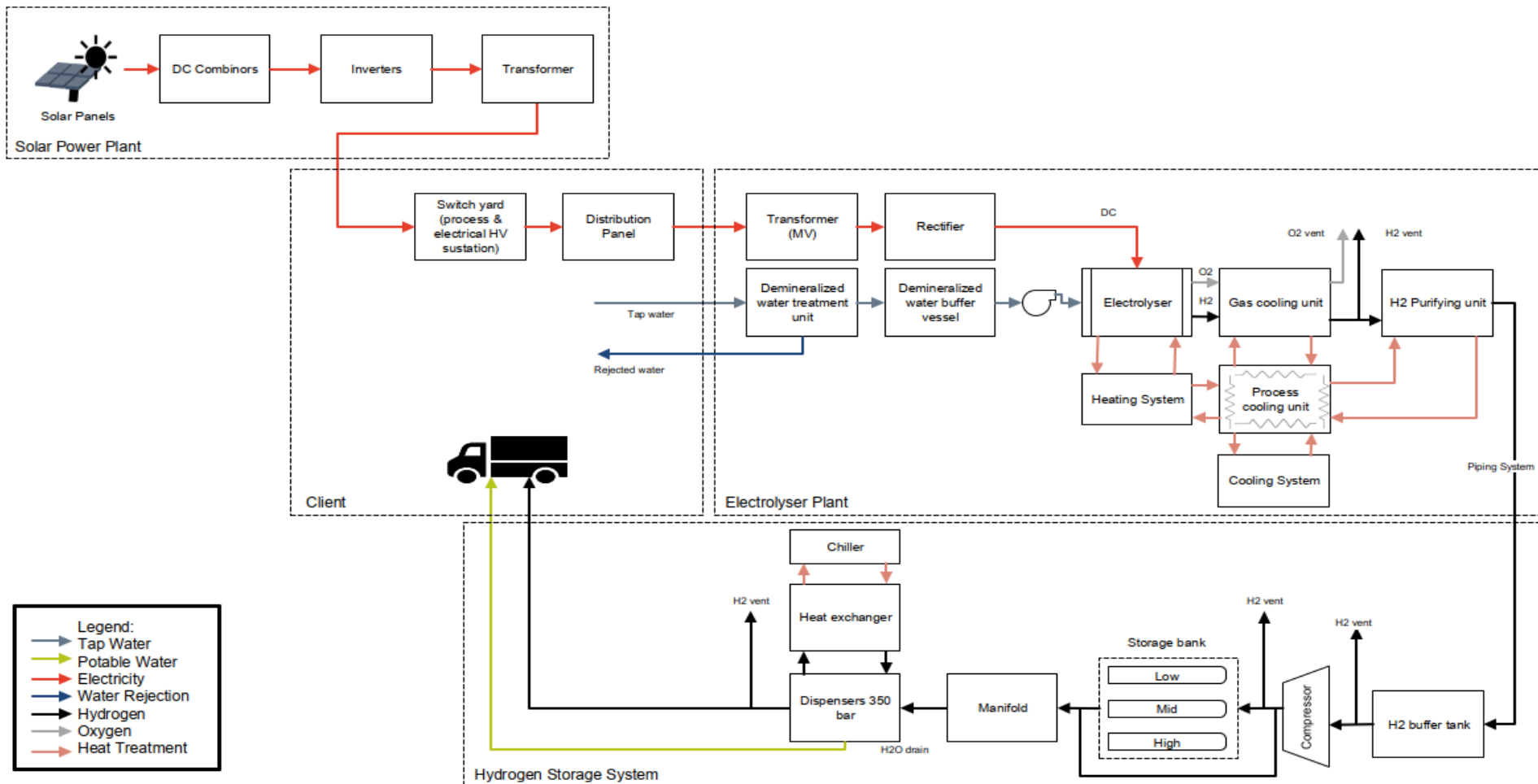
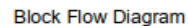
Hydrogen Value Chain



Rev 0 - 04Dec20

Hydrogen Generation & Distribution

HATCH



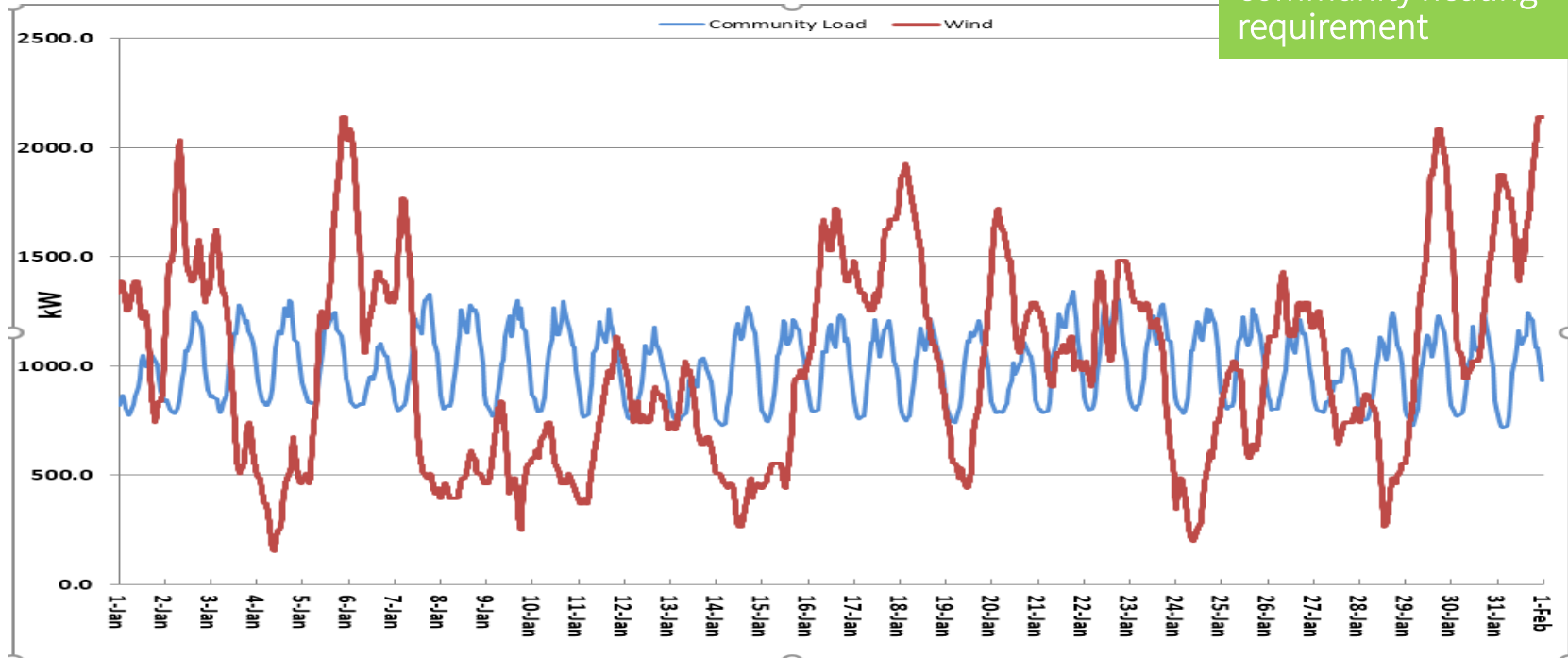
+ Exemples d'application et Projets Réalisés

Wind Power

(high wind energy excess stored in Hydrogen Storage)

Excess for Quataq sufficient
for a 200 kg-H₂/day refueling
station

Excess sufficient to meet
about 30% of the
community heating
requirement



Hydrogen – Fuel Cell - Electric Trucks (FCEV)



Hydrogène-Camion minier électrique (Anglo-American) – Afrique du sud

- 350 T camion minier convertie à l'électricité
- 3 MW Électrolyseur
- 9 x 100 kW pile combustible
- Stockage d'hydrogène
- Parc Solaire de 5 MW

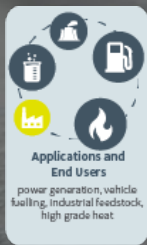
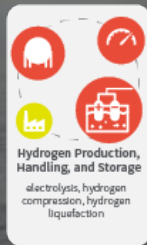
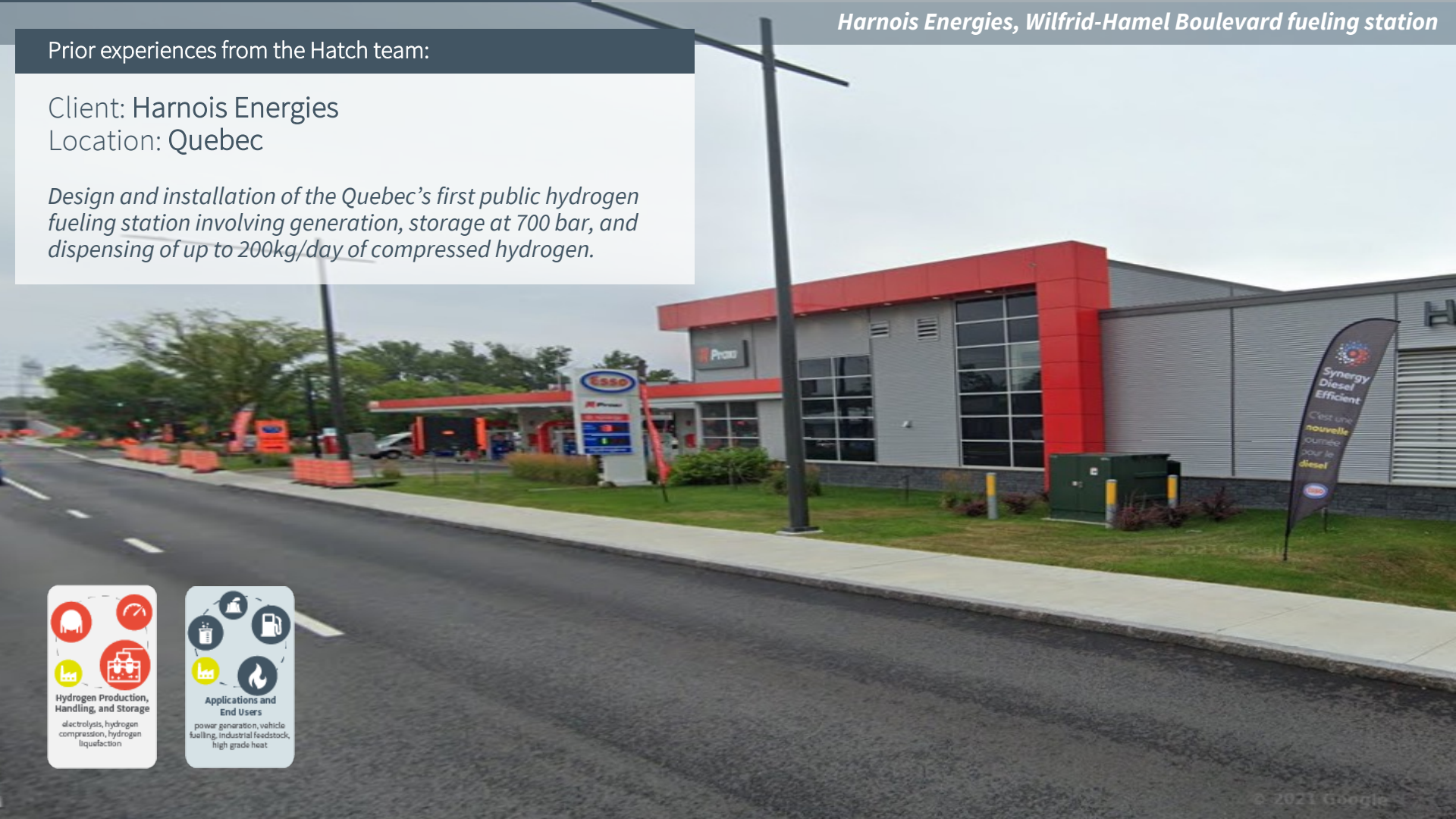


Prior experiences from the Hatch team:

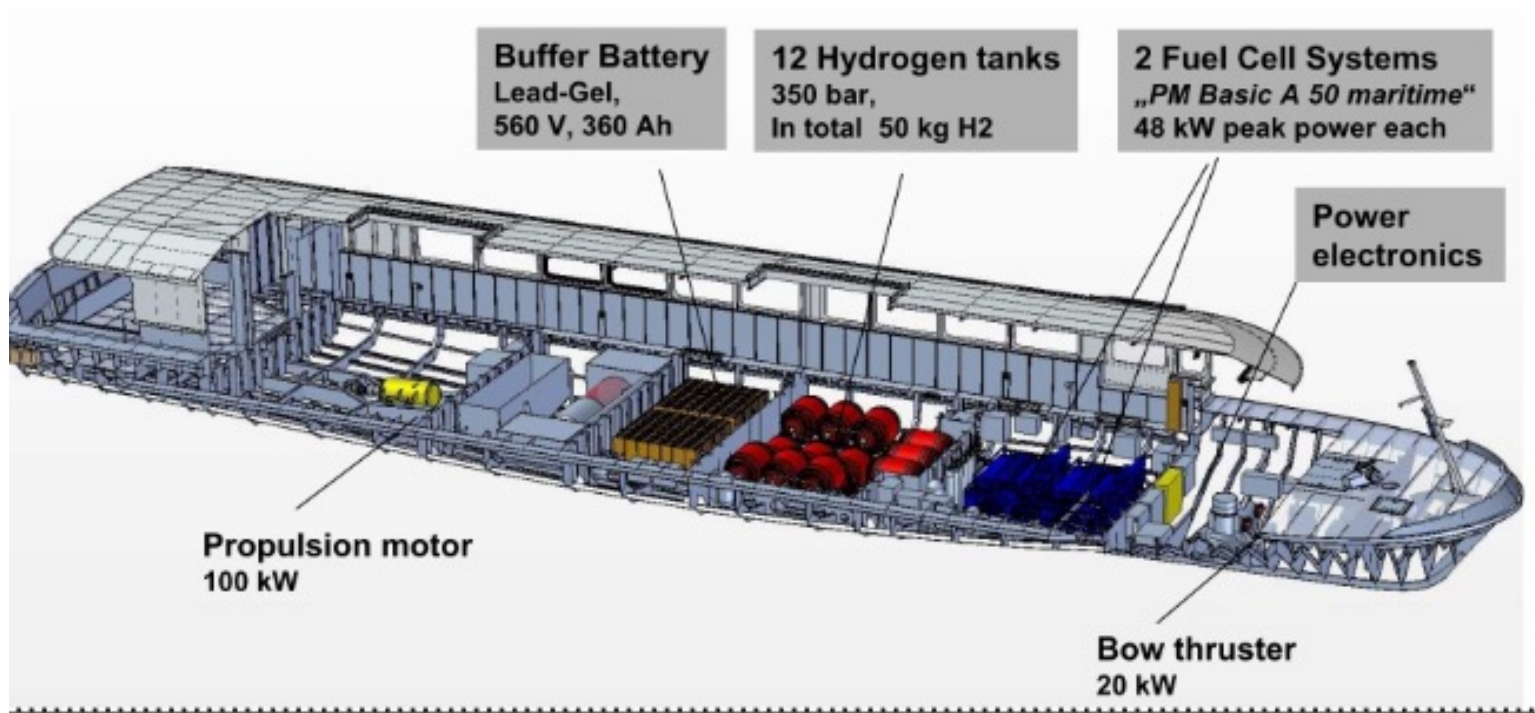
Client: Harnois Energies

Location: Quebec

Design and installation of the Quebec's first public hydrogen fueling station involving generation, storage at 700 bar, and dispensing of up to 200kg/day of compressed hydrogen.



Hydrogen-Electric – Small Ships



Aviation – Hydrogène + Pile Combustible

- 6 capsules d'hydrogène compressé
- 2 MW de pile combustible
- Opération commercial 2025!



Le concept d'Universal Hydrogen est basé sur des capsules de H2 prêtes à l'emploi. (Universal Hydrogen)



Hydrogène à grande échelle

Bécancour Hydrogen Plant Expansion

- Commissioned end of 2021
- Initial plant consists of 2 steam methane reformers
- Expansion included the first large-scale use of proton exchange membrane (PEM) electrolysis from Hydrogenics
- Largest PEM system (20 MW) to produce green hydrogen
- Hydro-electric power is being for the PEM electricity supply
- Expansion will increase green hydrogen production capacity by 50% to 3,000 t/a
- Resulting in CO2 emission reduction for the region of 27,000 t/a

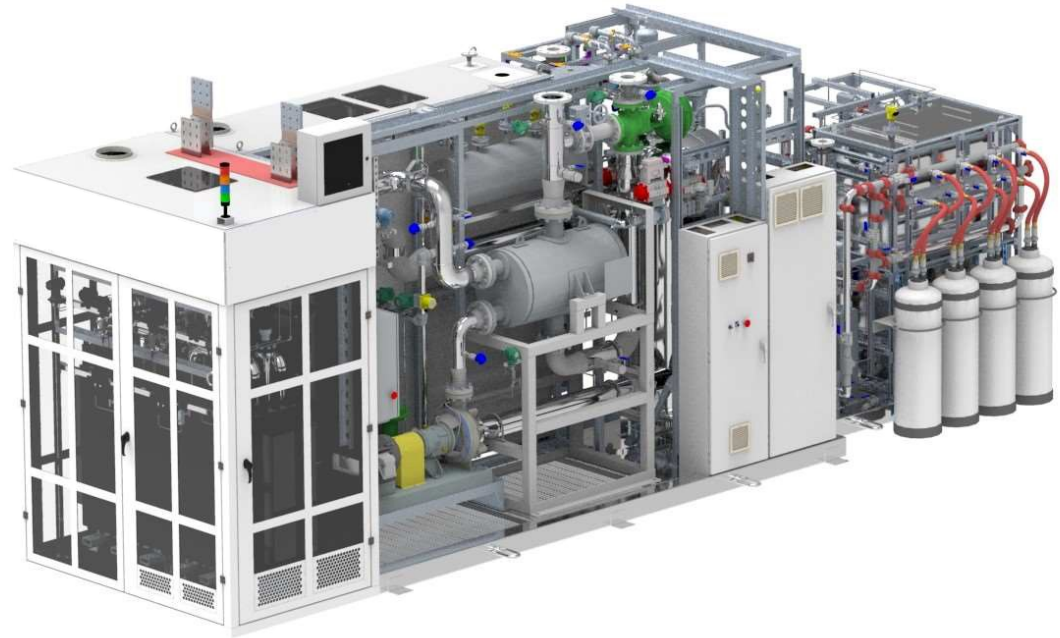


View of the Air Liquide Bécancour Hydrogen Complex prior to expansion

Usine d'Air Liquide:

4 x 5 MW Electrolyseur

Cumming (Hydrogenics)



Client: EverWind Fuels

Location: Nova Scotia/Canada

Prefeasibility 200MW to 1,200 MW of green hydrogen and green ammonia plant to export to Germany; now entering into FEED, COD 2025

- 6 x 200 MW Electrolyser
- 3104 MTPD Ammonia Plant
- 2.5 GW of Wind Power across the straight





Hydrogène par la biomasse

H₂ V Energies Plant in Bécancour: *massive hydrogen production*

- PROJECT: building a plant in the Bécancour Waterfront Industrial Park to produce **54,400 tpa** (tons per annum) of green hydrogen from **renewable biomass**.
 - MSW – bark (fresh/buried)/deconstruction wood – recycled mixed paper
 - Plant will produce **biogenic carbon dioxide** as a co-product.
 - Power requirement : about **9 X LESS** than water electrolysis.
 - GHG reduction:
1,6 million tpa
 - Commissioning:
Q1/Q2-2026
 - Jobs creation:
250

H2 V - Bécancour (Biomass-based)		
Annual hydrogen production	54 400	tons H2
Process (principle)	biomass gasification - WGS	
Power (installed)	40,80	MW
Power required/1000 tonnes H2	0,75	MW
Production per installed MW	1 333	tons H2
MW required if PEM	363	MW

Biomass-based H₂ Production: *schematic*

Biomass: up to 20% humidity
25-50 mm size

730,000 tpa
Mixed Papers
Deconstruction
Wood - Bark
MSW

Hydro-Electricity
58.85 MW

Nitrogen

Oxygen

Steam

Gasification + plasma treatment

- Syngas cleaning
- H₂ island with Water-Gas-Shift
- $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CO}_2 + \text{H}_2$
- H₂/CO₂ separation (PSA type)

Haber-Bosch island for ammonia production

Vitrified slag
(road market)

Sulphur cake
Less tan 500T

Waste water

Treatment Plant

≈ 54 400 tpa

99.97% Pure

GBH (H₂)

EU – Green H₂ →
36,4 g de CO₂eq/MJ

Biogenic CO₂

953 000 tpa

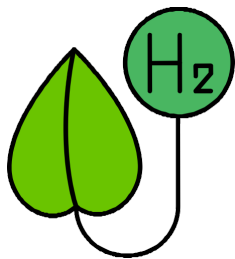
Food Grade
Quality

99.9% Pure

2.9% NA Market

HATCH

H₂ MARKETS



GREEN HYDROGEN PRODUCTION

54 400 tpa

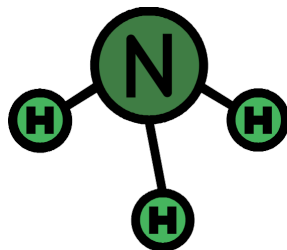
Gas

99,97% pure

Traceable

By-product: biogenic

CO₂ **782 500 tpa**



GREEN AMMONIA PRODUCTION

Conversion

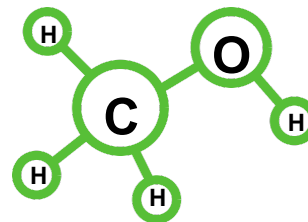


304 650 tpa

Liquid

By-product: biogenic

CO₂ **782 500 tpa**



GREEN METHANOL PRODUCTION

Conversion



343 825 tpa

Liquid

By-product: biogenic

CO₂ **309 740 tpa**

Biogenic CO₂

- Food
- Biofuels
- e-fuels
- CCS



**Maritime/S
AF**

Réduction du fer

ArcelorMittal – Contrecœur

- Pour extraire le fer du minerai de fer l'hydrogène est utilisé
- Hydrogène est produit à l'aide de gaz naturel
- Vision d'avenir produire l'hydrogène à partir de l'électricité verte

Reduction by H₂

- $\text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{H}_2 = 3\text{FeO} + \text{H}_2\text{O}$
- $\text{FeO} + \text{H}_2 = \text{Fe} + \text{H}_2\text{O}$
Consumes 500 Nm³/t_{iron} of H₂



Économique?

- La production d'hydrogène entre 4 à 6 \$/kg-H₂.
- À la pompe 10 à 15\$/kg-H₂
- Un gallon (3.78 L) de diesel ~ 1 kg-H₂
- Donc $10 \text{ \$}/\text{kg} = 10/3.78 = 2.6 \text{ \$}/\text{L}_{\text{eq}}$.
- Mais plus efficace qu'un moteur au diesel ~ BreakEven!

+ Question?

Pour plus d'information,
visitez hatch.com

ou contactez Michel Carreau

Email: michel.carreau@hatch.com

LinkedIn:

<https://www.linkedin.com/in/michelcarreau/>

Prévision de la demande électrique future

Décarbonisation par:

- L'électrification
- La production d'hydrogène vert utilisant l'électricité verte du Québec (20,000 MW d'électrolyseur)
- Nouvelle production éolien, solaire et hydro-électrique requise (2 fois plus qu'aujourd'hui)

