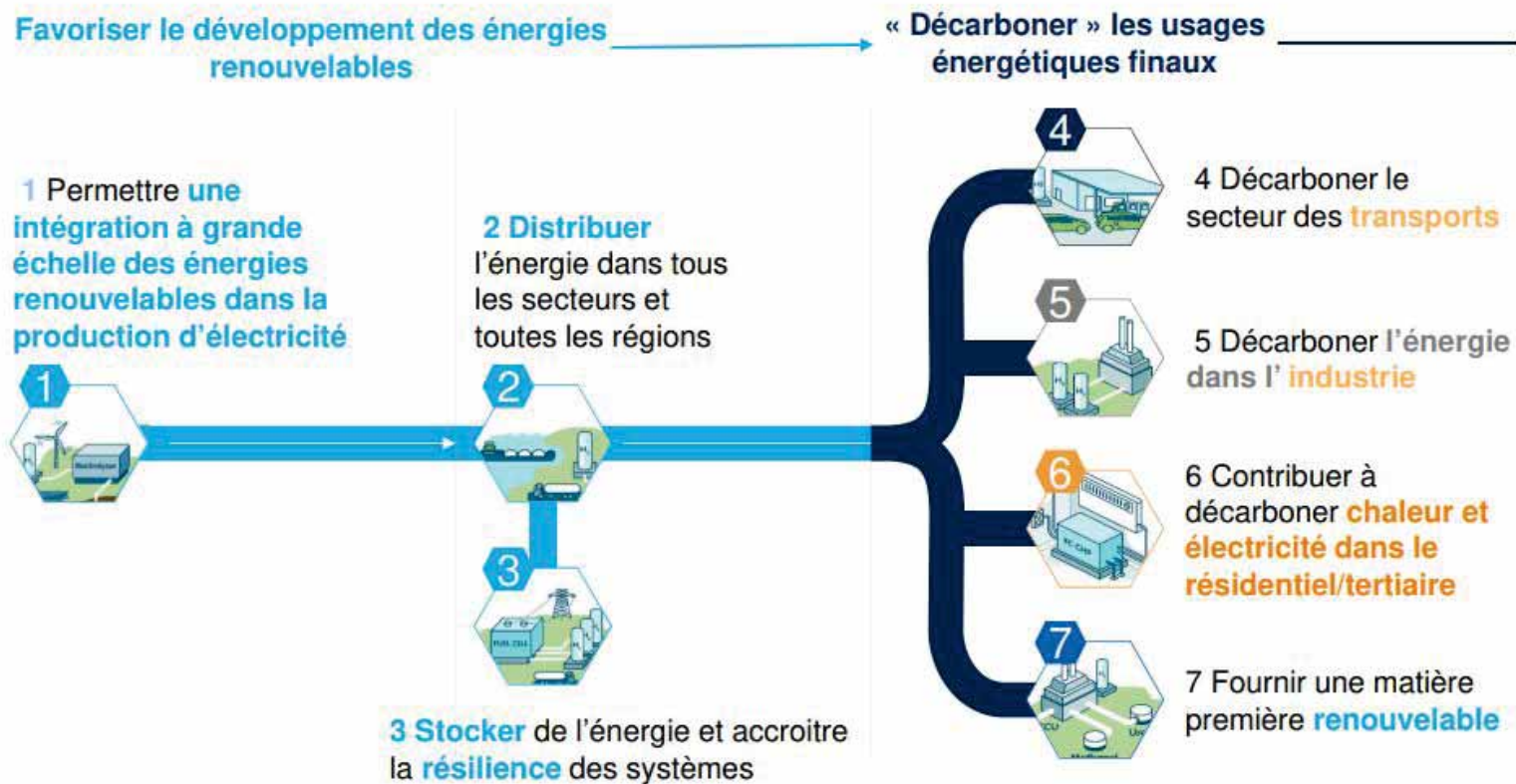




# Quelle Supply Chain pour l'hydrogène mobilité?

**Cecilia FOUVRY RENZI, Directeur Supply Chain Liquide  
South West Europe, Air Liquide**

# Le rôle de l'hydrogène dans la transition énergétique



<http://www.afhypoac.org/presse/developpons-l-hydrogene-pour-l-economie-francaise-1078/>

# Hydrogène mobilité

tout est prêt,  
dès aujourd'hui!



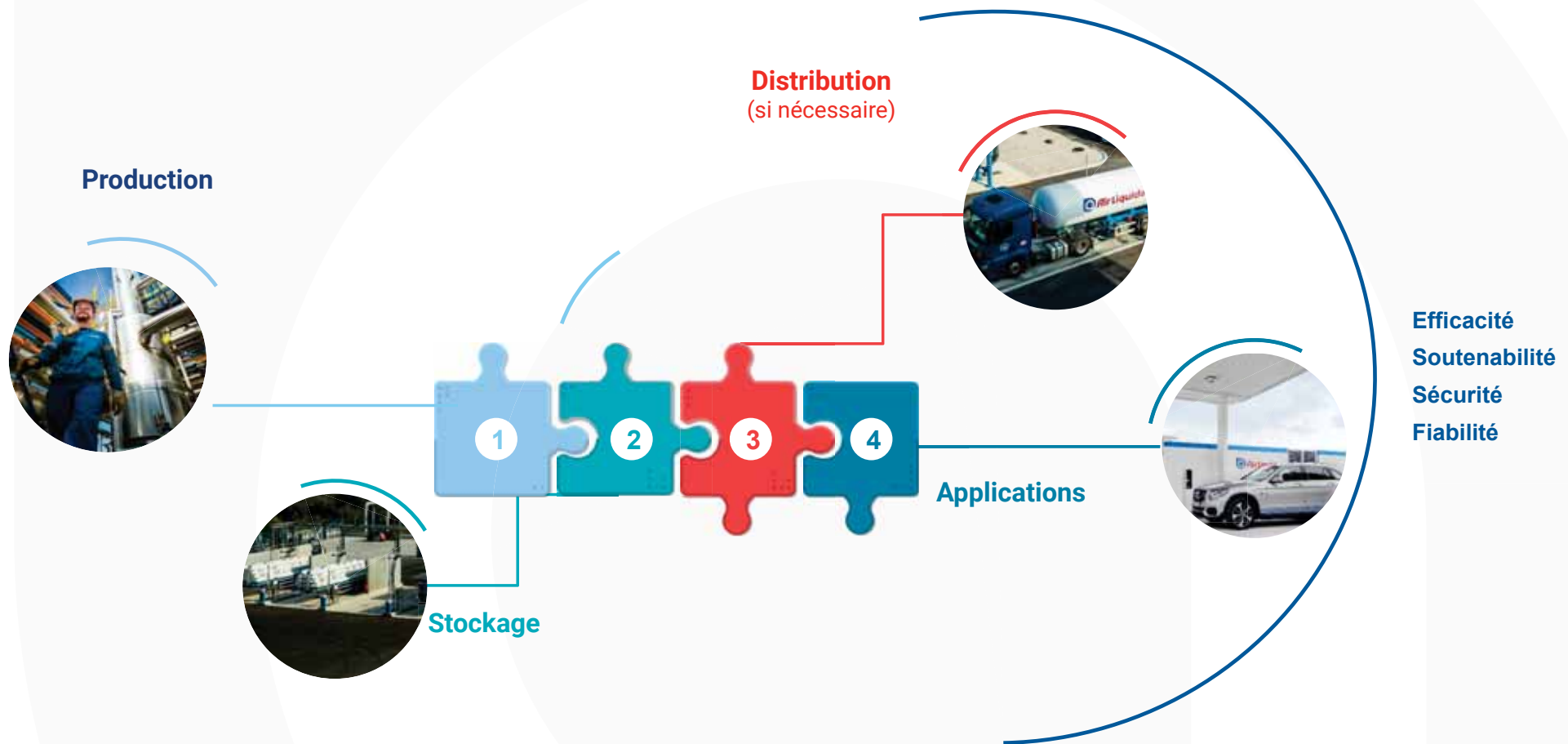
4

Décarboner  
les transports





# Une maîtrise des technologies sur toute la chaîne de valeur



Source: McKinsey study 2018

Air Liquide - Hydrogène - Audition Assemblée Nationale - 22.5.2019 - AQ/GDS

# 40 ans de développement dans l'hydrogène

## Production et Fourniture

### Production



### Distribution



## Réseaux de Distribution



## Marchés servis

### Industries

#### Oil & Gas



#### Steel, Glass



#### Electronics



### Transport

#### Space



## Chiffres clés

> 14 Mrds  $\text{m}^3/\text{an}$  (> 1M t)  
> 1,850 km  $\text{H}_2$  de canalisation  
~ 50 usines  $\text{H}_2/\text{CO}$  de grande capacités  
~ 40 électrolyseurs en service chez des clients  
> 2 bn € chiffre d'affaire

# Nouveaux marchés H2: investissements à date

Amérique

Europe

Asie + Moyen Orient

Key Elements



**Mobilité - Chariots élévateurs**  
US+EU  
2013-2017  
9 sites



**Mobilité VP**  
Nord-Est Etats Unis  
2015  
12 Stations + Logistique  
Electrolyseur 20 MW



**Mobilité VP**  
Californie  
2014-2018  
5 Stations  
30 t/j usine LH2



**"Power to Gas"**  
Danemark  
2014-2015  
5 Stations + 1 Electrolyser



**Mobilité - taxi, bus**  
Paris  
2015-2018  
4 Stations  
Hype + HysetCo



**Mobilité VP**  
Allemagne  
2014  
27% de 100 Stations



**Mobility for Consumers**  
Japan  
2014-2017  
6 HRS  
25% of 80 HRS by  
2021



**Mobilité**  
Dubai (1 station)  
2016



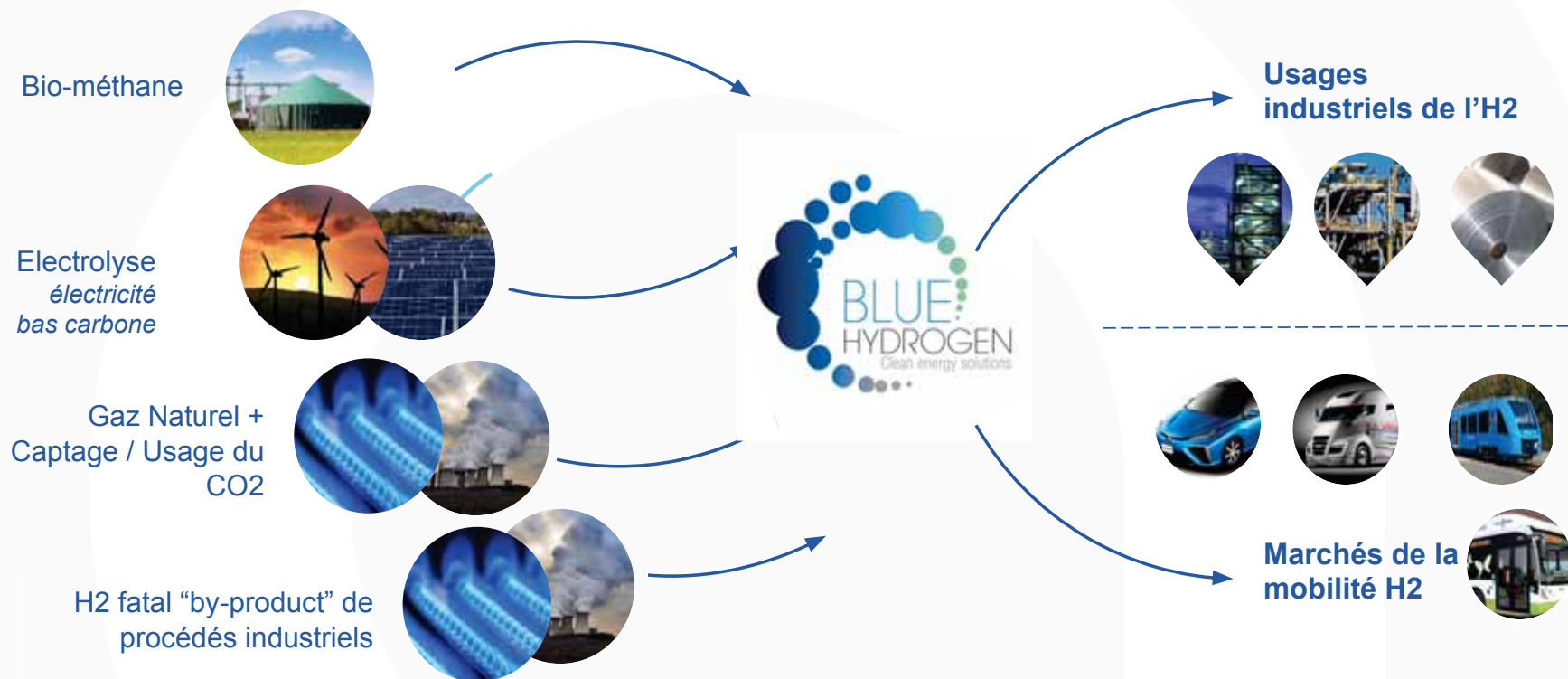
Participation 18.6%

> **32 Stations\*** pour Véhicules (contrôlées par AL)  
> Membres de 2 consortia développant les réseaux nationaux de stations, avec à chaque fois ~25 d'une **centaine** de stations  
> **9 stations** pour chariots élévateurs  
> **Logistique H2 développée pour la mobilité H2** (



5 Start-ups

# De multiples voies de production d'H2 décarboné et vert pour servir les différents marchés



+ Développement d'un cadre méthodologique unifié pour l'émission de garanties d'origine pour l'hydrogène bas carbone et l'hydrogène vert



Source: McKinsey study 2018

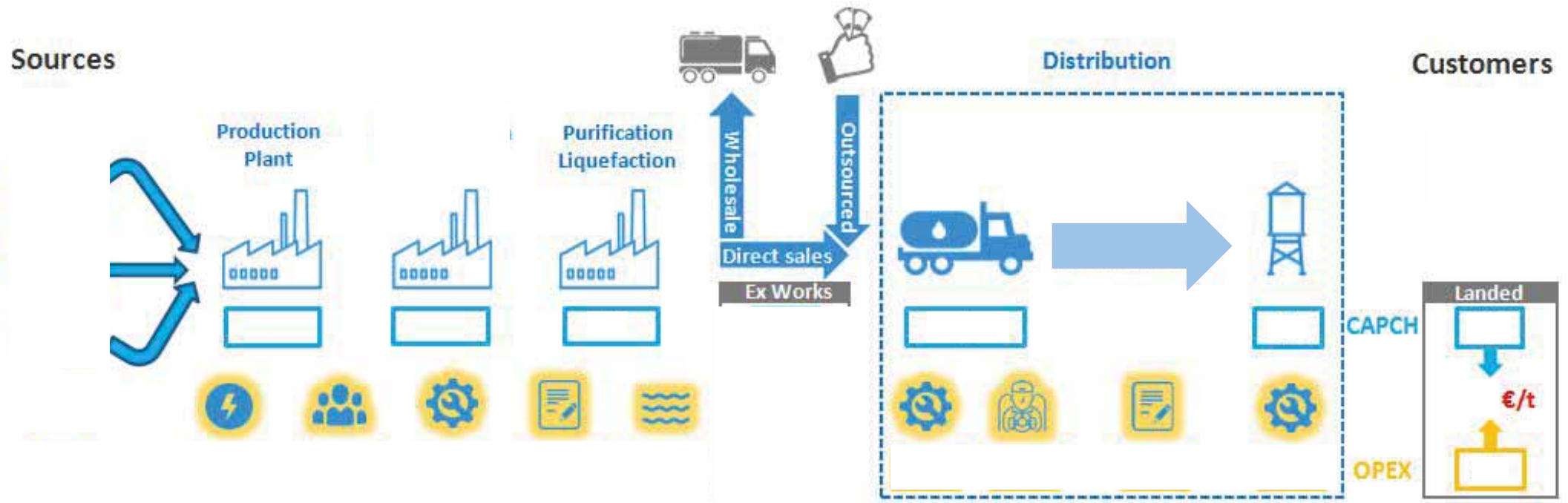




Quelle  
supply chain?



# Supply Chain



❑ optimisation du Total Landed Cost



❑ composite

❑ acier carbon



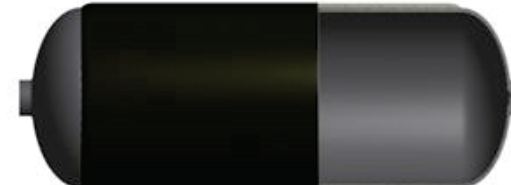
# Solutions pour stockage et transport

Type I



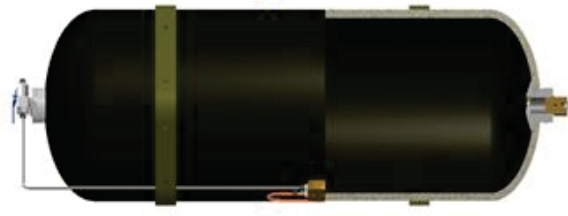
Aluminum or Steel  
No fiber reinforcement  
Proven technology  
Heavy

Type II



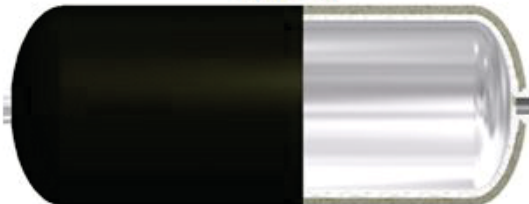
Aluminum or Steel  
Carbon fiber wrap  
Proven technology  
Somewhat heavy

Type V



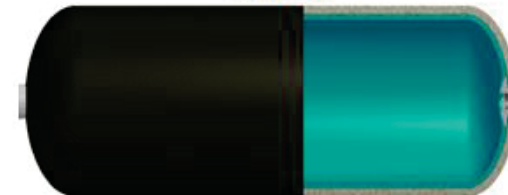
No liner  
Full fiber reinforcement  
Risk of permeation  
Very light weight

Type III



Aluminum liner  
Full fiber reinforcement  
Risk of internal corrosion  
Light weight

Type IV



Plastic liner  
Full fiber reinforcement  
Risk of liner collapse  
Very light weight



# Transport impact

## European IM Bulk fleet All products

|                                    | gCO2/T-KM | Number | %   | Active Nb / % | gCO2/T-KM shares |
|------------------------------------|-----------|--------|-----|---------------|------------------|
| Tube Trailers Cyl. trailers        | 151       | 631    | 35% | 173           | 14%              |
| Minibulk                           | 110       | 9      | 0%  | 8             | 1%               |
| Small Trucks <10T Swap bodies      | 103       | 127    | 7%  | 114           | 9%               |
| Straight trucks 10-15T             | 83        | 84     | 5%  | 76            | 6%               |
| Trucks, Compacts 15-19T Containers | 65        | 72     | 4%  | 65            | 5%               |
| Trailer 40T                        | 55        | 768    | 42% | 691           | 56%              |
| Trailer 44T                        | 51        | 117    | 6%  | 105           | 9%               |
|                                    |           | 1808   |     | 1232          |                  |

The Tube trailer and cylinder trailers pollute 3 times more than trailers.

- ❑ avec les nouvelles solutions de stockage on passe de 4000 Sm<sup>3</sup> @ 200 bar à 12000 Sm<sup>3</sup> @ 300 bar (ratio 3 de réduction impact)
- ❑ en développant le transport liquide on réduit d'un facteur 10

# Flotte avec cylindres en composite



## Capacity (4 bundles):

- Water capacity: 48,970 liters
- Gas capacity: 10,428 sm<sup>3</sup> @250 bar  
12,124 sm<sup>3</sup> @ 300 bar

## Cylinder:

- Type: TYPE III Aluminum 6061 liner
- Water capacity/cyl: 234; 280; 320 liter
- Manufacturer: Luxfer@250 bars

**Trailer manufacturer:** KESSELS (Germany)



# Flotte avec cylindres en composite



## Capacity (Container):

- Water capacity: 45,150 liters
- Gas capacity: 9,612sm<sup>3</sup> @250 bars  
11,240 sm<sup>3</sup> @300 bars

## Cylinder:

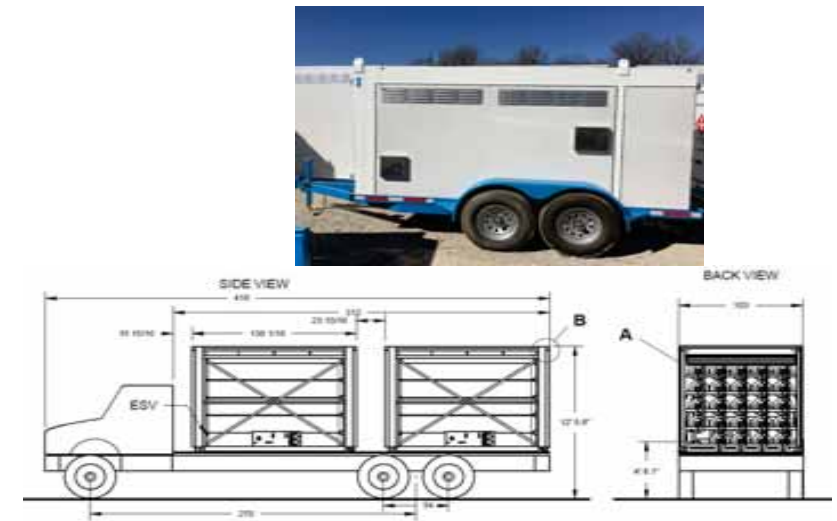
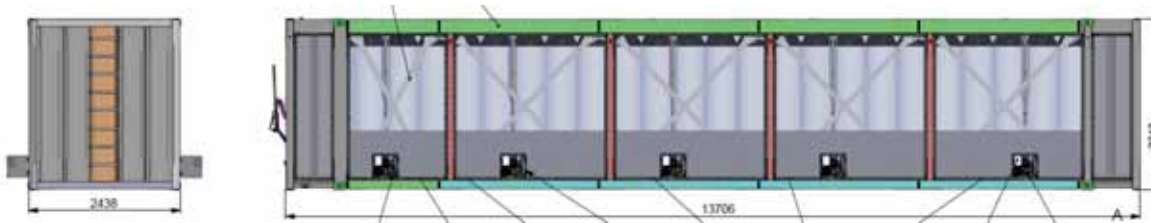
- Type: TYPE IV HDPE liner
- Water capacity/ cylinder: 350 liters
- Manufacturer: Experion

**Trailer manufacturer:** WYSTRACH (Germany)

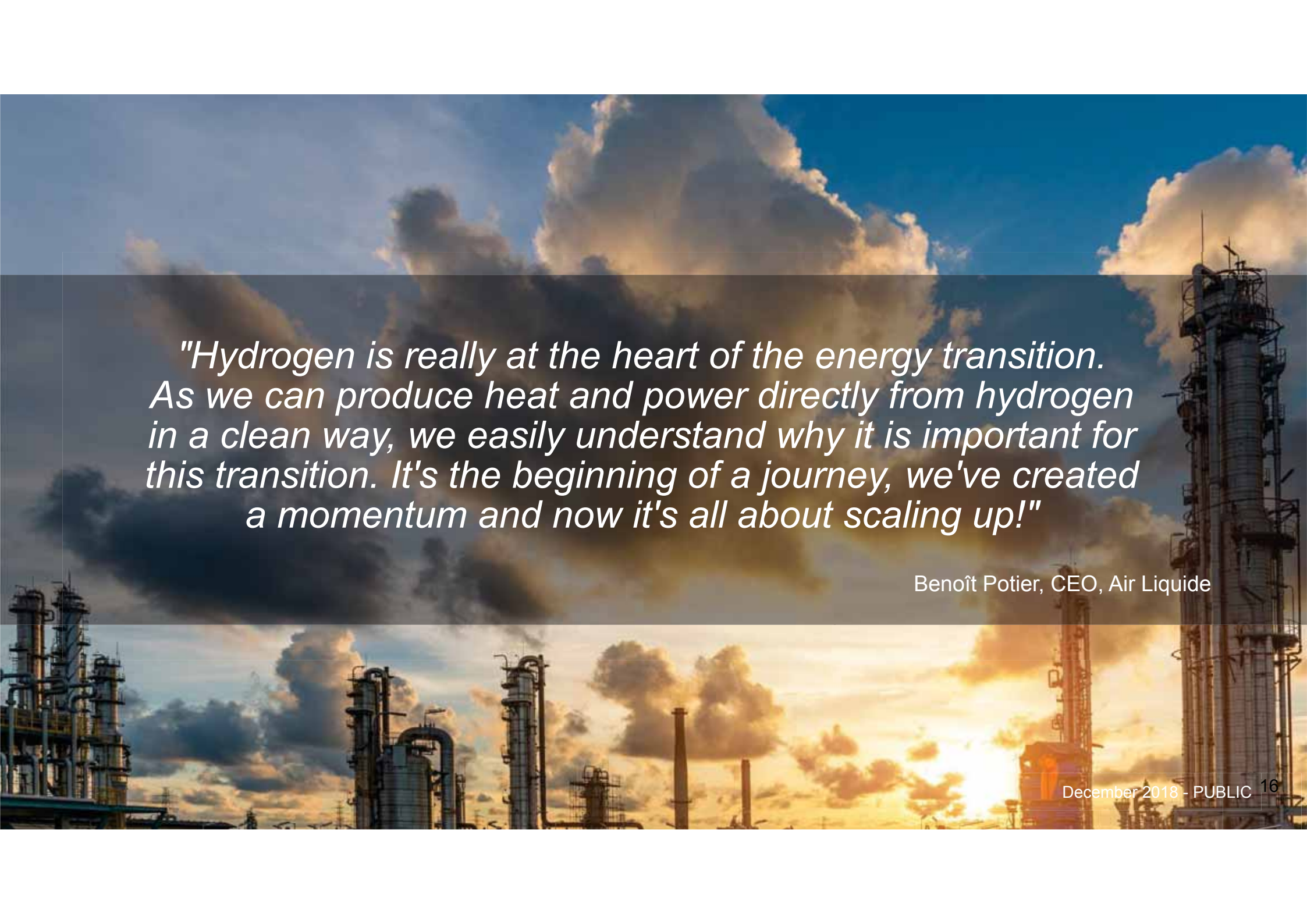




# Sécurité des opérations de transport et stockage



- ❑ la sécurité est assurée par des PTSD (pressure and temperature safety device)
- ❑ les cylindres sont très sensible aux rayons UV; d'où le besoin de les protéger
  - ❑ une éventuelle fuite en hydrogène serait évacuée par ventilation naturelle

A photograph of an industrial facility, likely a refinery or chemical plant, with several tall distillation columns and complex piping. The scene is set against a dramatic sky with large, dark clouds and a bright, low sun on the right, creating a silhouette effect on the industrial structures.

*"Hydrogen is really at the heart of the energy transition. As we can produce heat and power directly from hydrogen in a clean way, we easily understand why it is important for this transition. It's the beginning of a journey, we've created a momentum and now it's all about scaling up!"*

Benoît Potier, CEO, Air Liquide



Merci