



Forum de l'Énergie

Hydrogène et Mobilité Urbaine en Europe

Nice 23 novembre 2018





La Vision d'ENGIE



Nous sommes à un point critique de la transition énergétique

L'hydrogène renouvelable est le “**chainon manquant**” pour libérer tout le potentiel des **énergies renouvelables** et conduire une solution énergétique bas carbone.

FROM...



*Intermittent REN production
hindering their full deployment*



*Pollution, noise and CO2
emissions in cities*



High CO2 emission by industry

Renewable H2



...TO

*Full REN integration in the power mix
enabled by large scale H2 storage*



Zero emission and quiet mobility solutions

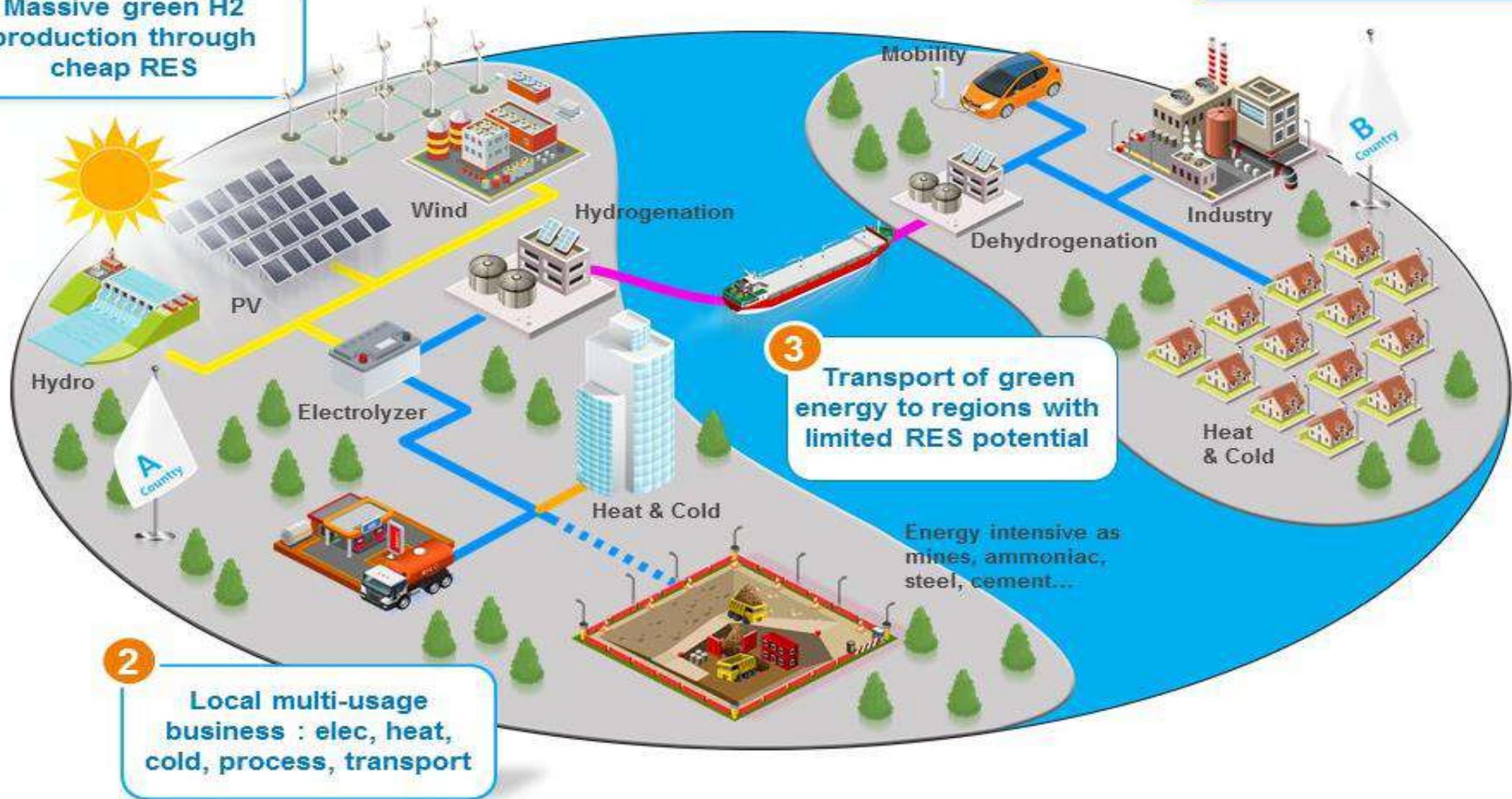


*Carbon free industry processes based on
H2*



1 Massive green H2 production through cheap RES

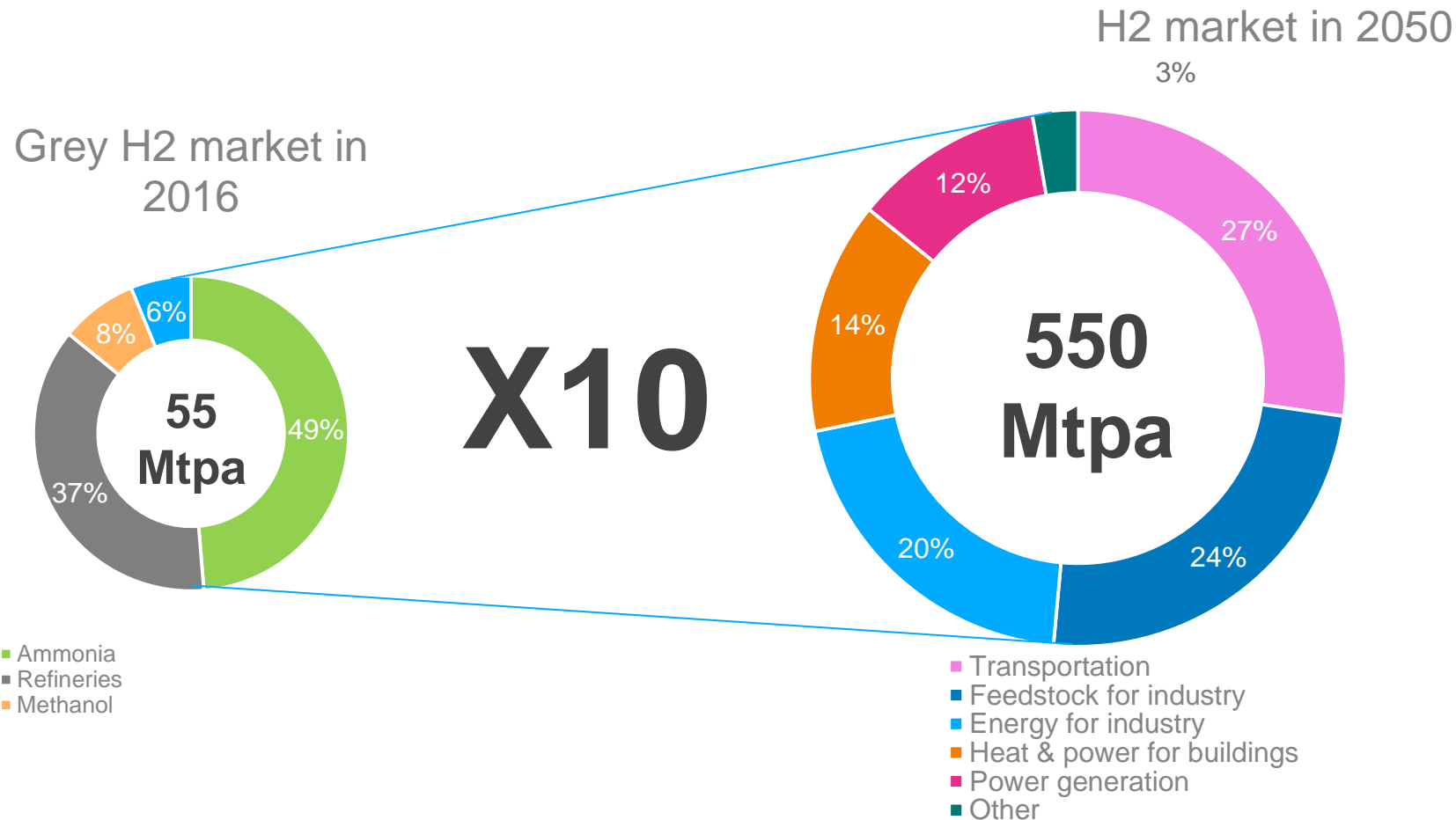
4 Multi-usage green offer



2 Local multi-usage business : elec, heat, cold, process, transport

3 Transport of green energy to regions with limited RES potential

Perspectives du marché de l'Hydrogène



Aujourd'hui

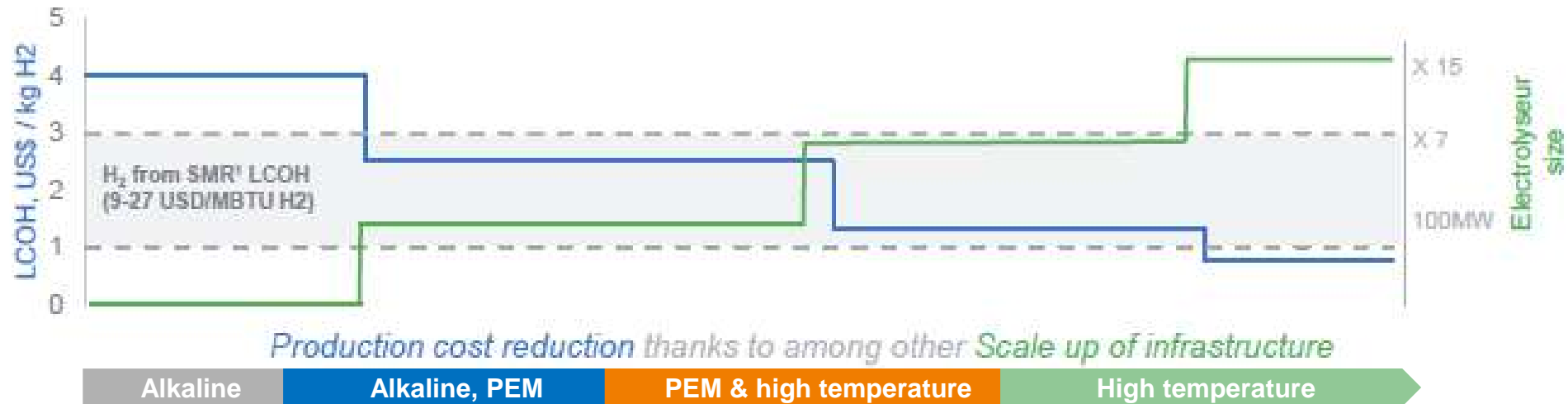
- ⇒ Ammoniac 49%
- ⇒ Raffineries 37%
- ⇒ Méthanol 8%

A terme,

- ⇒ 44% des usages seront concentrés dans l'industrie avec des unités centralisées
- ⇒ Des nouveaux usages (mobilité et réseaux de chaleur / énergie)

18% La part de H₂ dans la demande d'énergie finale en 2050

Une vision tangible qui nécessite le développement en filière et une massification de la production



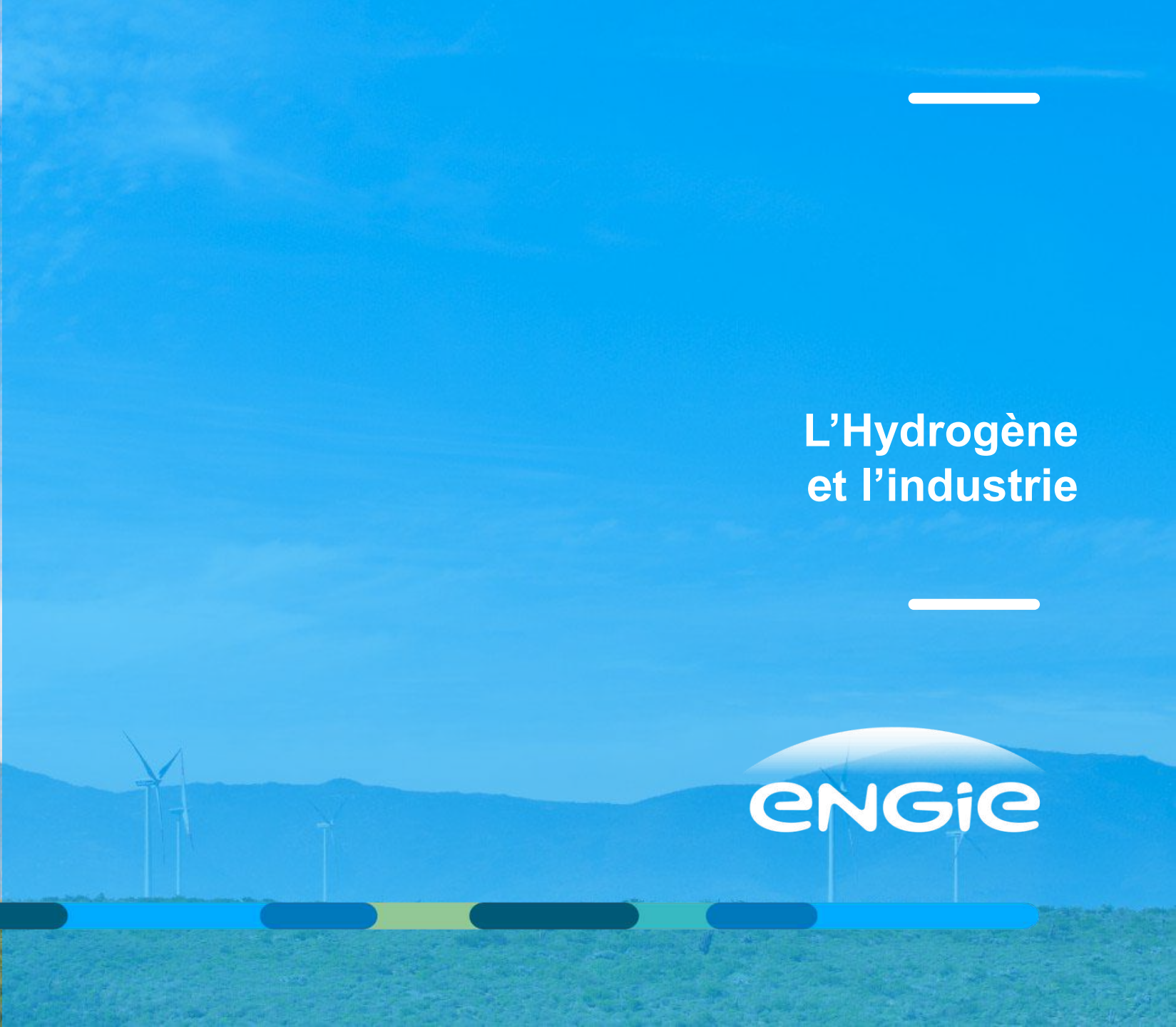
Facteurs clés de succès:

▪ CAPEX & Performance

Economies d'échelles et mutualisation (design, manufacturing, intégration) des équipements sur les ENR et électrolyseurs

▪ **Réglementation** (simplification et obligations réglementaires)

▪ **Développement du multi-usages** en clusters et partenariats. Constitution d'une filière

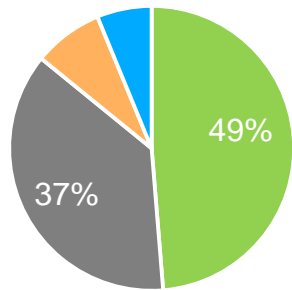


L'Hydrogène
et l'industrie



L'industrie: un secteur très dynamique largement concerné par l'hydrogène renouvelable.

Grey H2 market in 2016



■ Ammonia ■ Refineries ■ Methanol ■ Bulk Chemicals



4%

de la **production mondiale d'hydrogène** provient de **l'électrolyse** (le reste étant d'origine fossile par SMR).



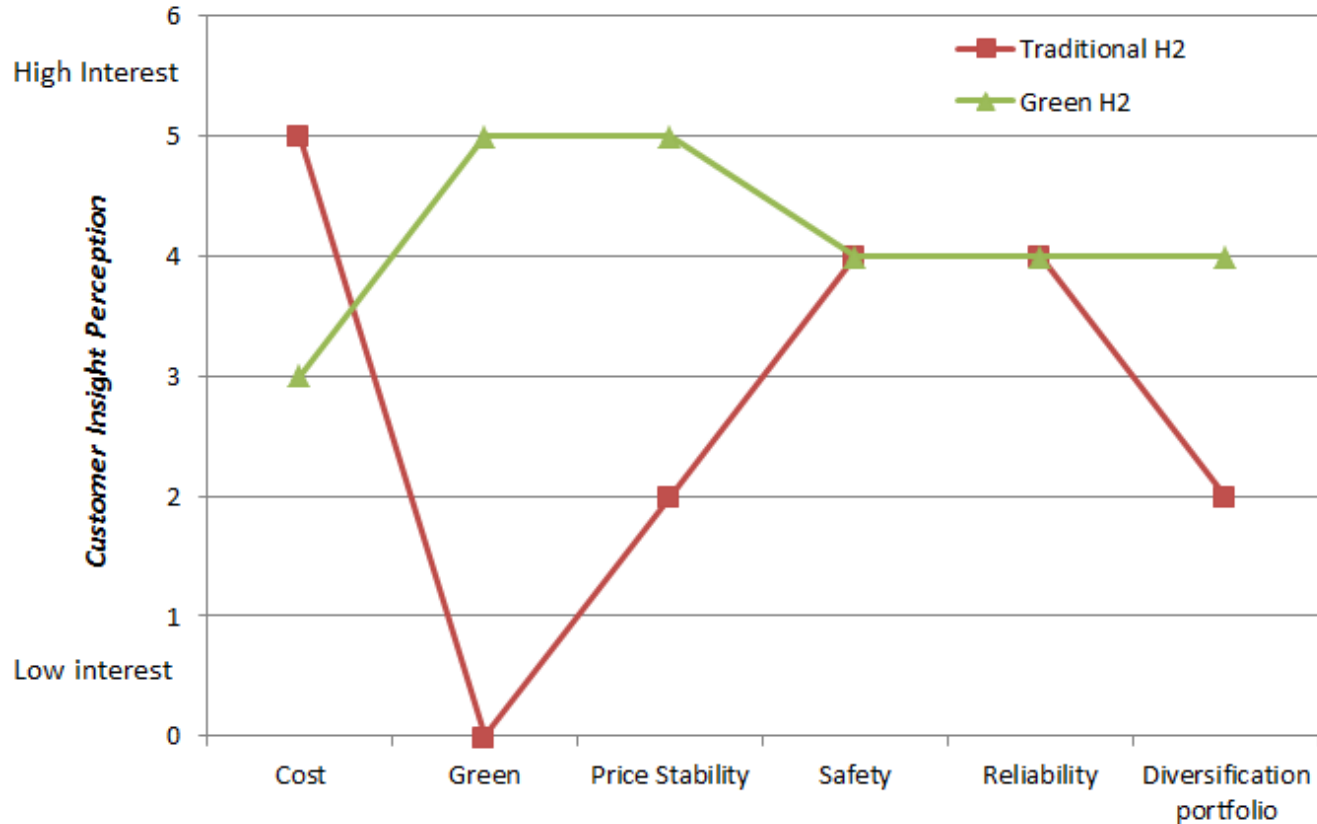
2.1Mt

est la demande annuelle d'hydrogène par l'industrie pétrolière et gazière.

Sources from Morgan Stanley study (2018)

L'industrie fait face à de nombreux défis environnementaux et sociétaux

L'hydrogène vert dans l'industrie présente de multiples atouts...



Les intérêts sont multiples:

- Levier fort d'indépendance énergétique (prix et géopolitique)
- Réindustrialisation
- Zéro carbone

Un prix premium qui nécessite de:

- Valoriser les externalités
- Co-construire les solutions pour partager les bénéfices
- Bénéficier des avantages réglementaires

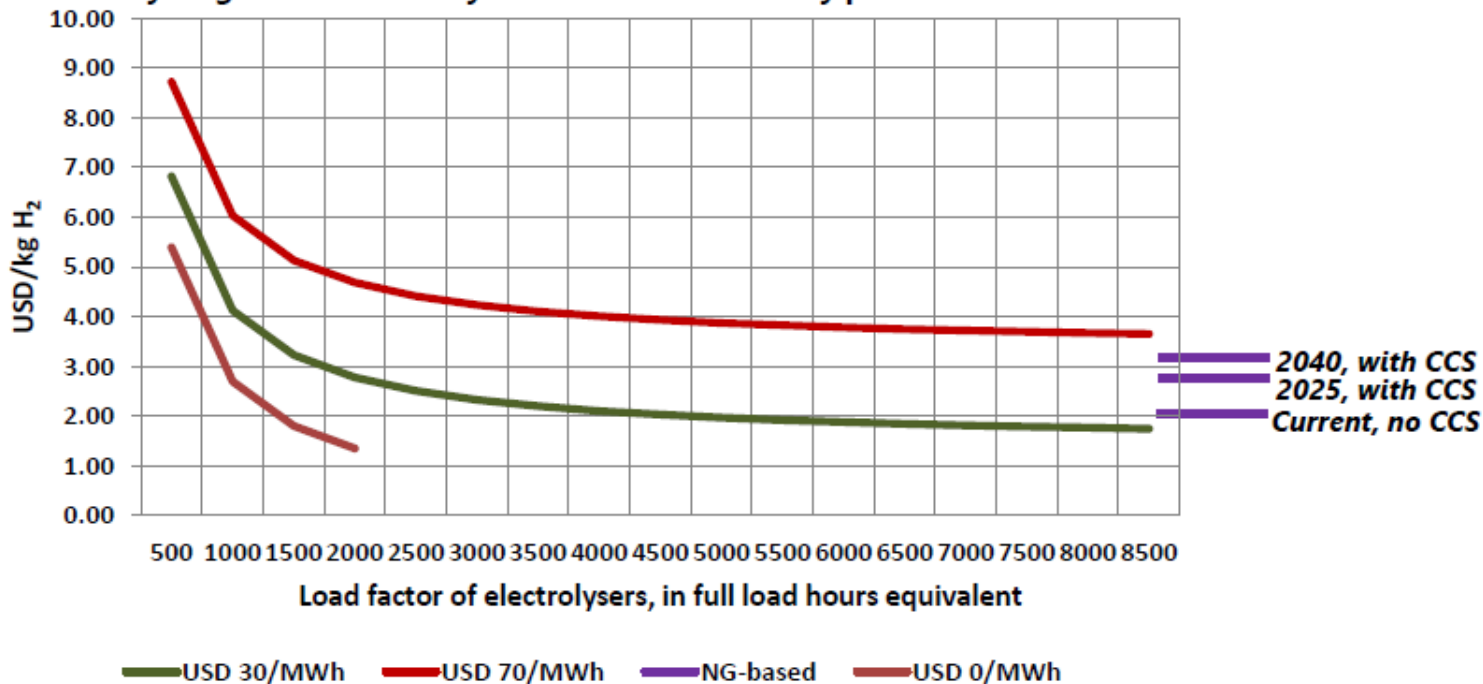
... et est compétitif pour des solutions industrielles moyennent des actions sur le sourcing d'électricité verte et la performance des électrolyseurs

Green hydrogen from water electrolysis can compete...



Assumptions:
 Capex electrolyzers € 366/kW_{in} + 30% install.
 +20% Opex; lifetime 30 y; WACC 7%; efficiency 70%; H₂ from NG reforming based on gas prices in Europe (SDS - WEO 2017)

Cost of hydrogen from electrolysis for various electricity price and load factors



Beyond 50% capacity factor the cost of electricity dominates the cost of hydrogen from electrolysis; With "surplus" electricity the cost of hydrogen increases rapidly if load factors fall below 3000 FLH

Principaux challenges réglementaires dans l'UE et en France dans le cadre de la valorisation de l'hydrogène dans l'industrie

Réglementation	Objectifs
<p>Le « Climate Strategies & targets » :</p> <p>Comprend des objectifs 2020-2030-2050</p>	<p>Réduction GES tous secteurs confondus suite à la COP21 :</p> <p>2020: 20%</p> <p>2030: 40%</p> <p>2050: 80-95%</p>
<p>RED II (Renewable Energy Directive):</p>	<p>D'ici 2030:</p> <p>Objectif contraignant de 32% à l'échelle de l'UE pour les énergies renouvelables d'ici 2030</p> <p>Une part minimale d'au moins 14% du carburant destiné au transport doit provenir de sources renouvelables d'ici 2030</p>
<p>ETS (Emissions trading scheme):</p> <p>Concernent 11000 installations (transport aérien, les unités industrielles, énergie)</p>	<p>Les ETS couvrent environ 45% des émissions de GES dans l'UE</p> <p>Par rapport à 2005:</p> <p>-20% en 2020</p> <p>-43% en 2030</p>
<p>PPE (Programmations pluriannuelles de l'énergie)</p>	<p>Mettre en application la taxe carbone ou CCE (Contribution Climat-Energie) pour atteindre 56€ en 2020 jusqu'à 100€ en 2030</p> <p>Augmenter de 70% (vs 2014) la capacité installée des énergies renouvelables électriques (capacité de 71-78 GW en 2023).</p>
<p>Plan Huelot</p>	<p>Création d'une filière industrielle décarbonée</p> <p>10% d'hydrogène décarboné dans l'hydrogène industriel d'ici à 2023</p> <p>Entre 20 et 40% d'ici 2028</p> <p>Mise en place de certificats d'origine (projet européen)</p>



ENGIE en région PACA

ENGIE

Quelle vision pour la « région Sud » ?



Une approche multi-usage de l'hydrogène :

Transports en commun et service à la mobilité

Bus, train, navettes fluviales, courant à quai ...

Industrie

Logistique et Industrie lourde

Stockage d'énergie

Courant à quai, smart cities, soutien au réseau

Une vision pour les territoires

Construction d'une solution hydrogène avec les collectivités

Région, Métropoles, Ports maritimes

Une production locale

Hydrogène vert produit par électrolyse, hydrogène fatal industriel

Pour faire de la région Sud PACA le premier « hub » hydrogène

Développement d'un écosystème complet, prouver l'intérêt de l'hydrogène

Merci pour votre attention,

Olivier Machet

olivier.machet@engie.com

+33 6 61 12 22 42



The ENGIE logo is positioned in the top right corner. It features the word "ENGIE" in a white, sans-serif font. Above the text is a white, semi-circular arc that tapers at its ends. Below the text is a short, horizontal white line.

ENGIE



Sources

- <http://www.energy.ox.ac.uk/wordpress/wp-content/uploads/2016/03/Green-Ammonia-Hughes-8.3.16.pdf>
- https://www.shell.com/energy-and-innovation/the-energy-future/future-transport/hydrogen/_jcr_content/par/textimage_1062121309.stream/1496312627865/46fec8302a3871b190fed35fa8c09e449f57bf73bdc35e0c8a34c8c5c53c5986/shell-h2-study-new.pdf

FOCUS RED II : Le marché des carburants verts

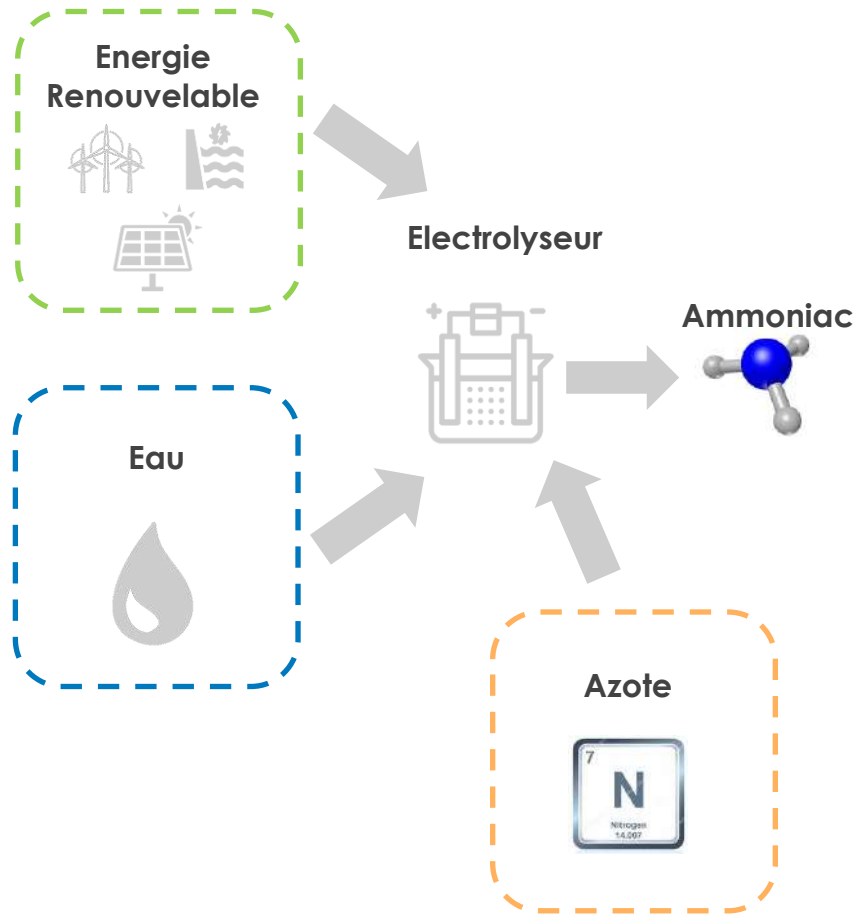
Catégorie RED	Définition	Nouveauté	Réduction GES
Biocarburants 1^{ère} génération	Carburants liquides produits à partir de biomasse	Limiter la hausse des biocarburants première génération basés sur les cultures vivrières aux niveaux de 2020 avec 1 % supplémentaire Plafonner à 7% de la consommation finale du transport routier et ferroviaire	Selon la date d'installation: 50% jusque 2015 60% entre 2015 et 2021 65% après 2021
Biocarburants avancés, 2^{nde} génération	Biocarburants 2 ^{de} génération non produits à partir de cultures vivrières. Inclut les HVO	La part au moins 1% en 2025 et d'au moins 3,5% en 2030	
Carburants renouvelable liquide ou gazeux d'origine non biologique	Carburants liquides ou gazeux utilisés dans le transport dont le contenu énergétique provient d'énergie renouvelable autre que la biomasse		

Mise en place des certificats garanties d'origine / Project CertifHy

Critères développement durable: Limiter l'usage des biocarburants issus des CIAS (changement indirect d'utilisation de terres) à haut risque. Il s'agit d'un changement d'utilisation des terres de cultures non cultivées comme les prairies et les forêts, avec un impact négatif sur les émissions de CO₂. Un processus de certification pour les biocarburants à émissions nulles ou faibles liées au changement indirect dans l'affectation des sols.

La production d'ammoniac à partir d'hydrogène renouvelable

La production d'ammoniac (NH₃) : 1% des émissions de CO₂



Transport

L'ammoniac se liquéfie à basse pression et faible température.

Il peut être un moyen de transporter l'hydrogène pour produire de l'électricité zéro carbone ou pour les piles à combustibles (véhicules).

Production d'engrais

L'ammoniac est traditionnellement utilisé comme engrais. Il a permis d'augmenter fortement les rendements agricoles ces dernières décennies.



⇒ La marché mondial d'ammoniac est estimé à 100 Mds€ et croit à 3% par an.

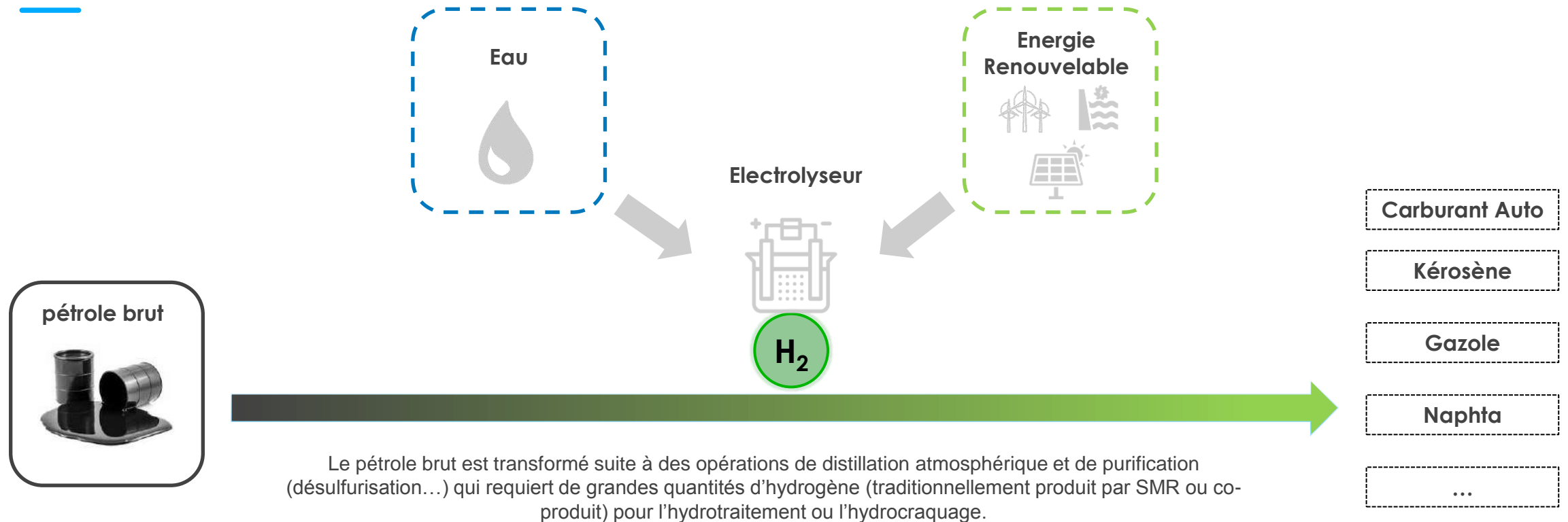
⇒ Sa production pèse pour 1.8% de la consommation d'énergie fossile.

Quelques références:

⇒ **Yara** (Australie), le premier producteur mondial d'ammoniac, investit dans une nouvelle usine d'ammoniac vert qui devrait ouvrir en 2019.

⇒ **Siemens** a développé une usine POC en Angleterre.

La production de carburants à partir d'hydrogène renouvelable



- ⇒ La France consomme 150 kt d'hydrogène par an dans ses raffineries. Le gisement potentiel d'hydrogène renouvelable en France est donc de 1 GW d'électrolyse – 8760h (une réduction d'émissions de 1.4Mt CO₂).
- ⇒ Les pétroliers se convertissent aujourd'hui au biodiesel (HVO par ex) et pensent fortement à verdir leur bilan carbone.

Une référence:

La raffinerie Shell de Rhineland (UK): électrolyseur PEM 10MW avec ITM Power

La production d'acier à partir d'hydrogène renouvelable

La production d'acier : 7% des émissions de CO₂

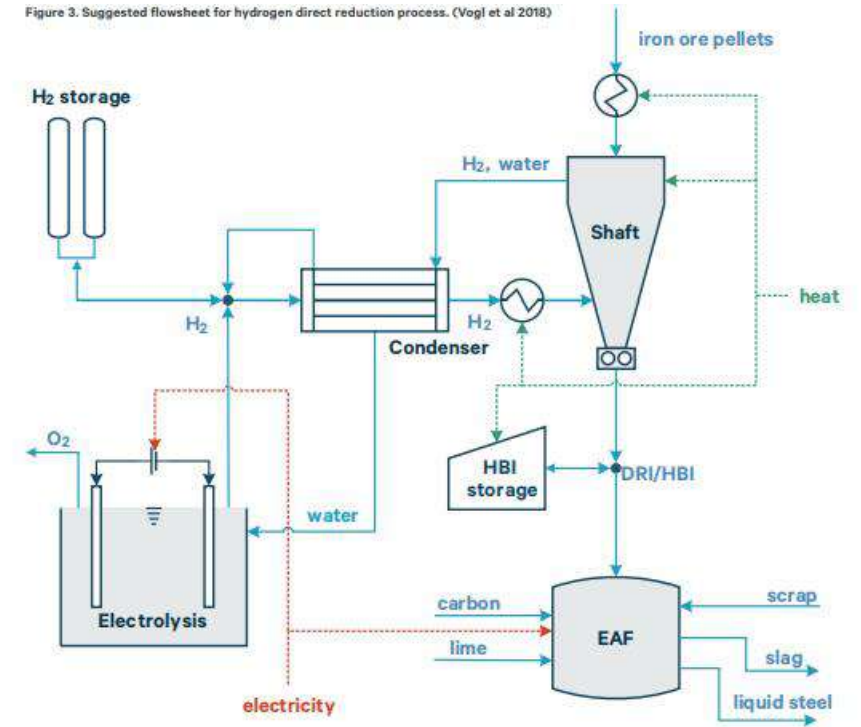
Références en Europe:

- En Allemagne : GrInHy à Salzgitter Green Industrial Hydrogen via reversible high-temperature electrolysis avec un consortium d'industriel et d'académiques dont Boeing, Sunfire, SMEs and Politecnico di Torino)
- En Autriche : H2Future Voestalpine's steel mill à Linz – 6MW opérationnel mi 2019
- En Suède : HyBrit (Hydrogen Breakthrough Ironmaking Technology)

Principe: remplacer le charbon par de l'hydrogène

Utiliser des minerais pré-réduits dans le cadre d'une fusion au four à arc électrique (EAF, electric arc furnace)

Figure 3. Suggested flowsheet for hydrogen direct reduction process. (Vogl et al 2018)



Autres applications

- La production de semiconducteurs dans l'industrie électronique.
- La production de polymers et de résines.
- L'extraction minière à partir d'hydrogène renouvelable