

Hydrogène pour décarboner le monde : enfin ?

Aspects économiques

*CAFÉS SCIENCES ET CITOYENS
DE L'AGGLOMÉRATION GRENOBLOISE*

05 AVRIL 2022

Présenté par Karel HUBERT

du cabinet d'étude



EnerKa

- Expertise hydrogène -





STRATÉGIE



Newsletter gratuite & premium

- Veille sectorielle continue
- Analyse régulière du marché



Veille

- Analyses stratégiques
- Technologies, marchés, projets



Positionnement stratégique

- Feuille de route hydrogène
- Orientation R&D



Développement commercial

- Partenariat
- Prospection & mise en relation



ÉCOSYSTÈMES



Étude de potentiels

- Quantification du potentiel H2
- Animation des écosystèmes



Étude de faisabilité

- Dimensionnement technique
- Analyse économique



Dépôts de dossier & financement

- Recherche de financements
- Dossiers investisseurs



Lancement et suivi de projet

- Sélection des partenaires
- Pilotage et/ou audit



FORMATION



Sensibilisation

- Comprendre la filière H2
- Webinaire, évènements



Approfondissement technique

- Formation des bureaux d'études
- Composants, systèmes et procédés



Recrutement RH

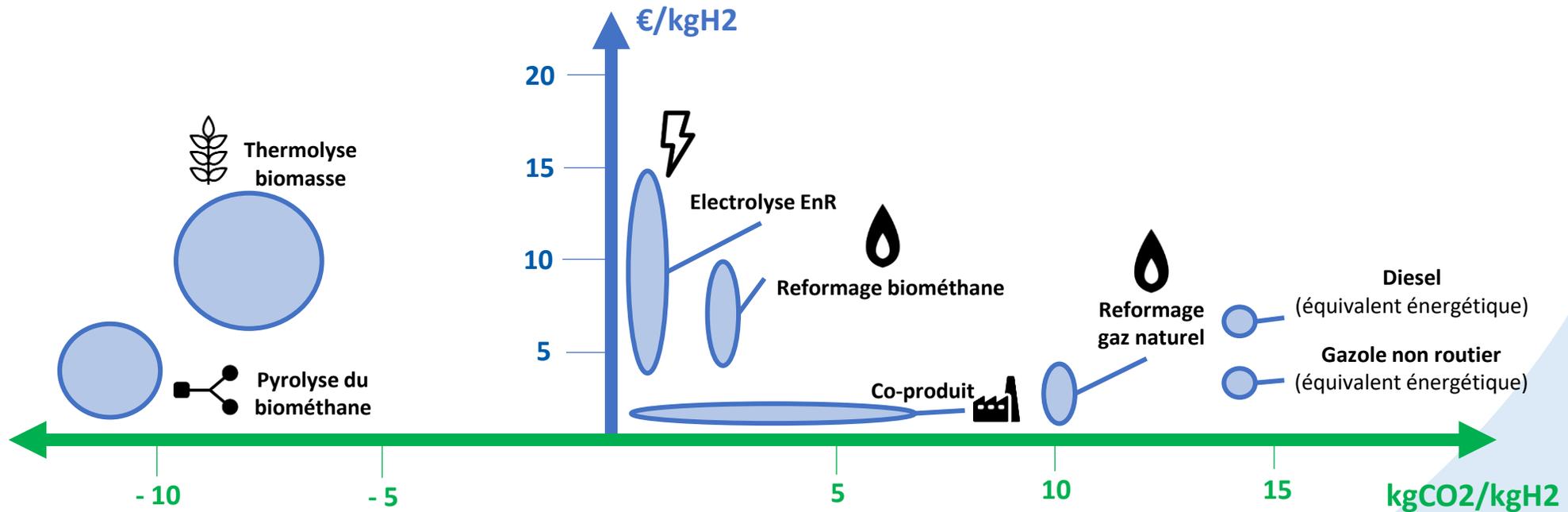
- Techniciens et cadres
- Techniques et business developer



Plateforme e-learning

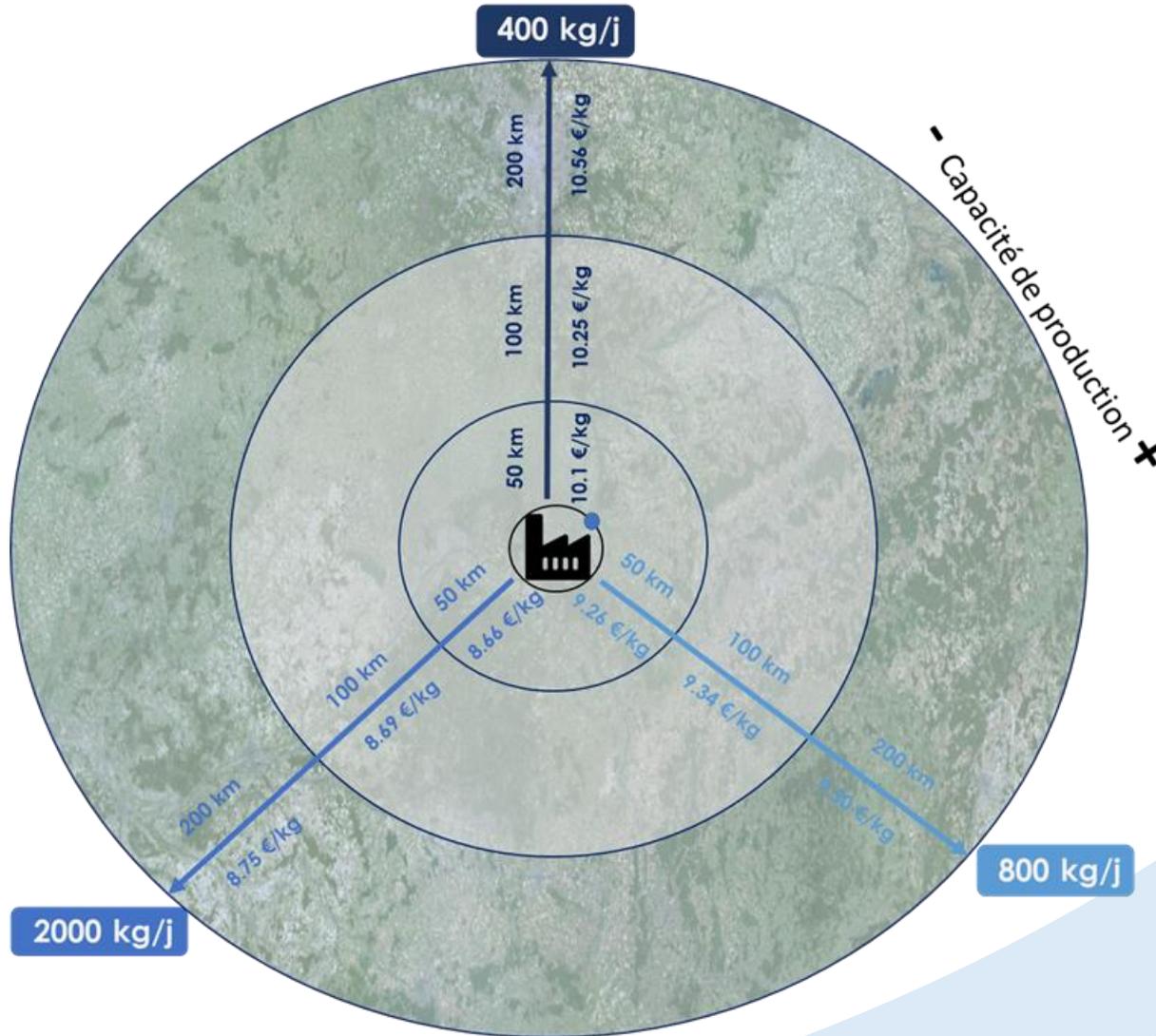
- Module interactif en ligne
- Participation active

La production d'hydrogène



L'hydrogène produit à partir des hydrocarbures reste à ce jour le plus compétitif, notamment dû à la maturité de la filière et aux faibles coûts de ses matières premières. Il est cependant à noter que cet écart va être amené à diminuer entre l'hydrogène carboné et l'hydrogène renouvelable ou bas carbone.

EnerKagramme©: Variation du coût final de l'hydrogène au point de distribution en fonction d'un quantitatif journalier produit.



Aujourd'hui, le prix de l'hydrogène à la pompe est d'environ 12€/kg mais est amené à baisser dans les prochaines années pour atteindre les 7-9€ du kg à horizon 2024-2025.

Contexte national - le Plan de relance

Un soutien au développement de la filière hydrogène vert pour **2 milliards d'euros**, dont **205 millions d'euros en 2021**

Plan hydrogène

En juin 2018

100 millions d'euros

Soutenir les premiers déploiements hydrogène

Focus sur l'électrolyse et mobilités lourdes

AAP ADEME

« Ecosystèmes de mobilités hydrogène »

PIA

« Production et fourniture d'hydrogène décarboné pour les consommateurs industriels »

Plan de relance

8 septembre 2020

7,2 milliards d'euros d'ici 2030

2,0 milliards d'euros d'ici 2022 (financé à 40% par le plan de relance européen)

Projet IPCEI

- Soutenir la R&D et l'industrialisation d'électrolyseur pour produire de l'hydrogène décarboné
- Concerne aussi les piles à combustible, les réservoirs et matériaux destinés pour véhicules H2

Renforcement AAP Ademe

« Ecosystèmes territoriaux hydrogène »

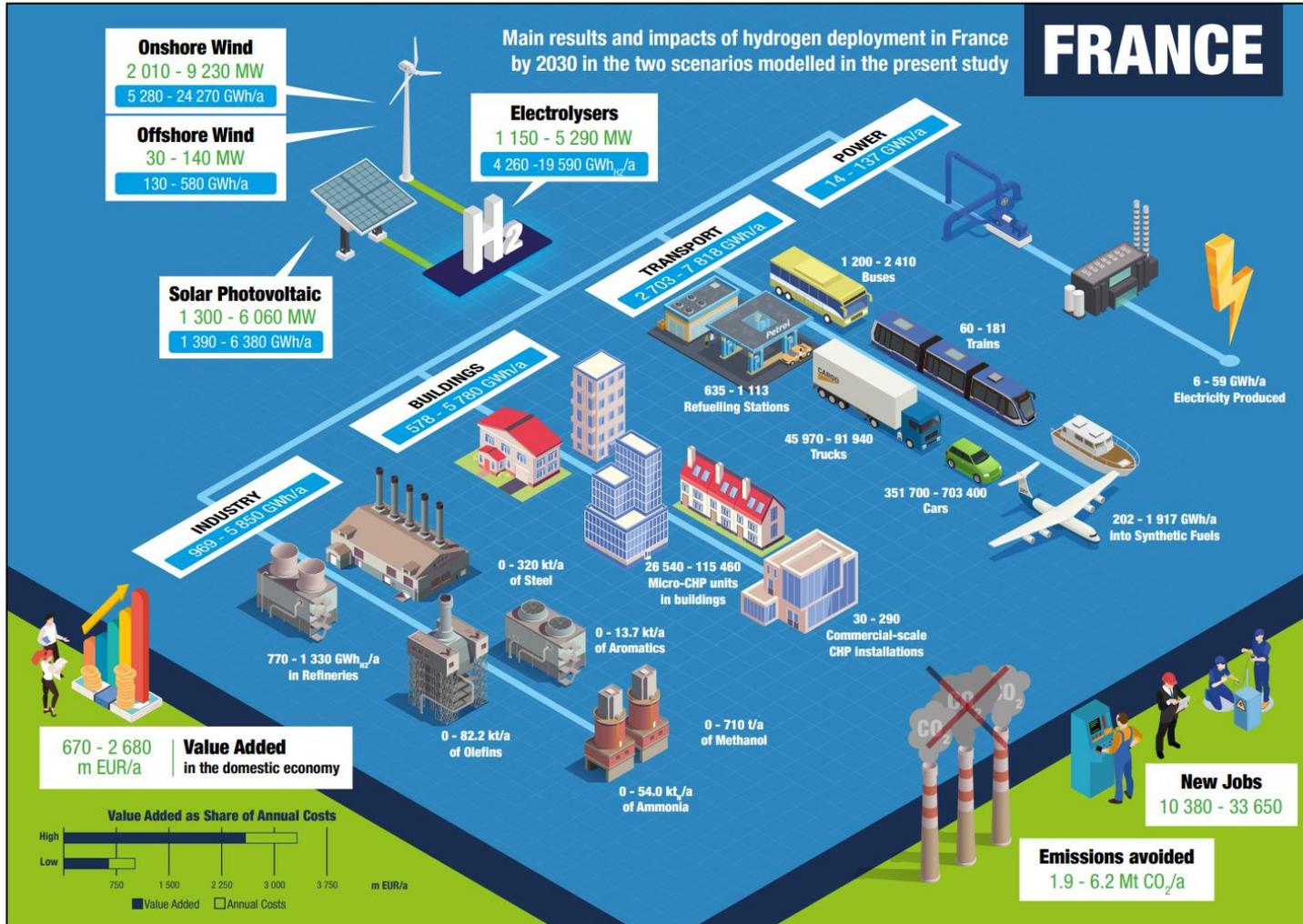
Mécanisme de soutien à la production d'hydrogène décarboné par électrolyse



Projection à 2030 – marché national



Ordres de grandeur de déploiement de l'hydrogène en France à horizon 2030



Résumé de l'étude

Deux scénarios (haut et bas) de la demande d'hydrogène en 2020-2030 ont été élaborés, sur la base de différents niveaux d'ambition liés au contexte national. Les valeurs obtenues sont résumées dans le schéma ci-joint.

Pour la France, les scénarios envisagés prévoient un développement important de la demande d'hydrogène dans la mobilité, notamment pour les voitures particulières, les camions, les bus et les trains, et dans une moindre mesure dans l'aviation (par le biais de carburants liquides à base d'hydrogène) et le maritime.

Les scénarios prévoient également un développement important de la demande d'hydrogène dans l'industrie. Certaines industries utilisent de l'hydrogène d'origine fossile comme matière première ou agent réducteur, qui pourrait être remplacé par de l'hydrogène renouvelable. Le passage des combustibles des procédés thermiques à haute température à l'hydrogène renouvelable pourrait représenter une autre utilisation potentielle importante dans les scénarios envisagés.

Dans le secteur du bâtiment, l'hydrogène peut remplacer une partie de l'utilisation actuelle du gaz naturel et peut être distribué via les réseaux de gaz existants en étant mélangé au gaz naturel. Le secteur du bâtiment devrait avoir une demande limitée d'hydrogène d'ici 2030 dans le scénario bas, mais une demande plus forte dans le scénario haut.

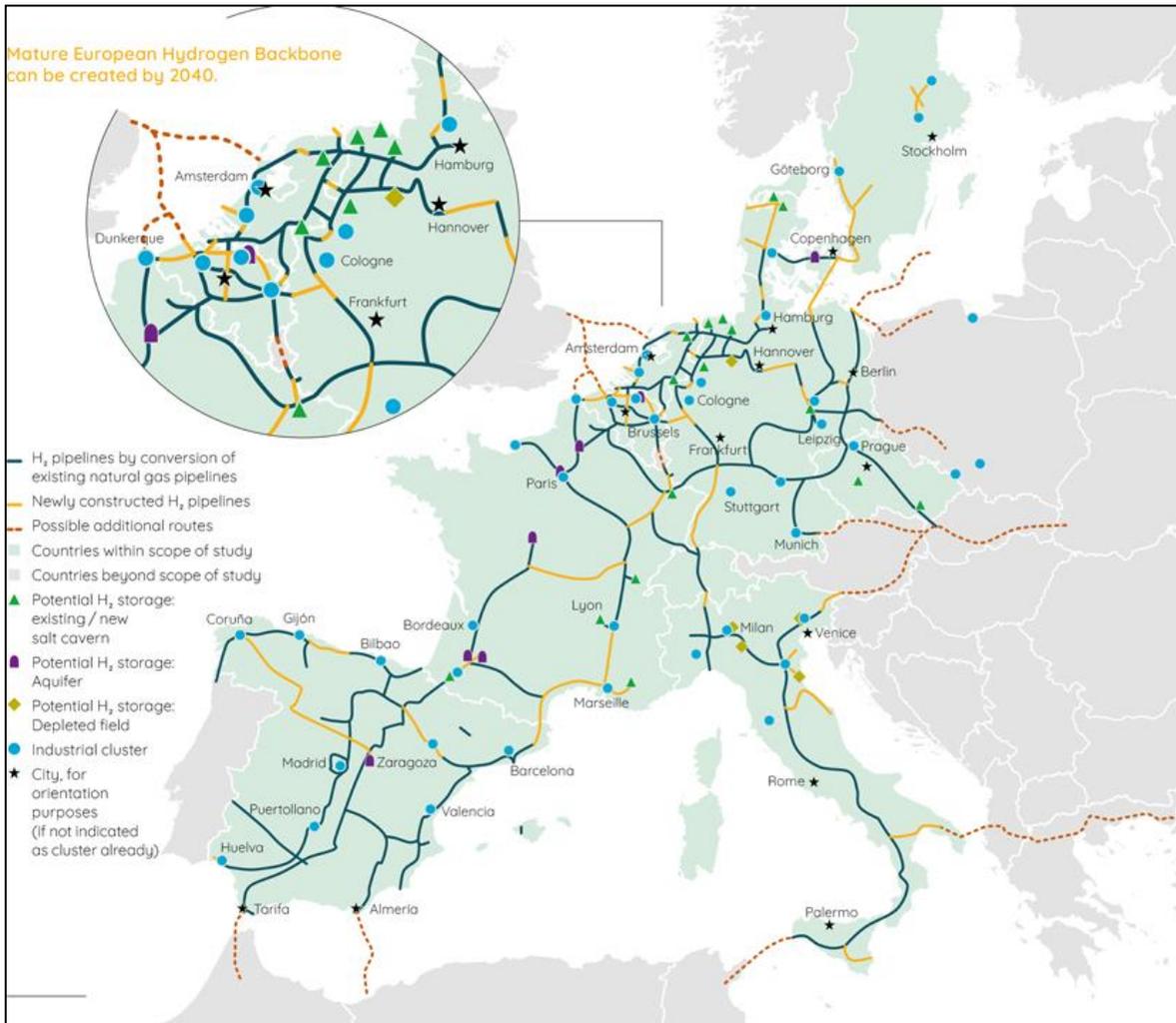
Les scénarios ne prévoient qu'une utilisation marginale de l'hydrogène pour la production d'électricité d'ici à 2030, principalement dans les installations de production combinée de chaleur et d'électricité.

Source : Opportunities for Hydrogen Energy Technologies Considering the National Energy & Climate Plans – FCHJU 2

Un réseau de distribution d'hydrogène à horizon 2040



Projet d'ampleur européenne : European Hydrogen Backbone



Le projet

- Création et adaptation de l'infrastructure gazière actuelle à l'injection d'hydrogène
- Nouveau réseau 100% hydrogène
- Importation d'hydrogène hors UE (Maroc, Chili, Australie)

En 2030

- **Développement de réseaux locaux (~700 km)** autour des clusters industriels de Dunkerque, Le Havre, Paris, Lyon, Marseille et Lacq
- Essentiellement par conversion d'ouvrages existants + deux réseaux locaux greenfield (Marseille et Lacq)
- Consommation encore majoritairement locale et concentrée dans ces zones industrielles

En 2040

- Demande française d'hydrogène estimée à environ 110 TWh/an à horizon 2040
 - **Réseau français de 3 300km**, notamment rôle de transit entre les différents réseaux européens (Allemagne, Espagne, etc)
 - 50% conversion d'ouvrages et 50% réseaux greenfield
- Source : *European Hydrogen Backbone, A Gas for Climate spin-off project* – 14 Oct 2020

Contexte européen



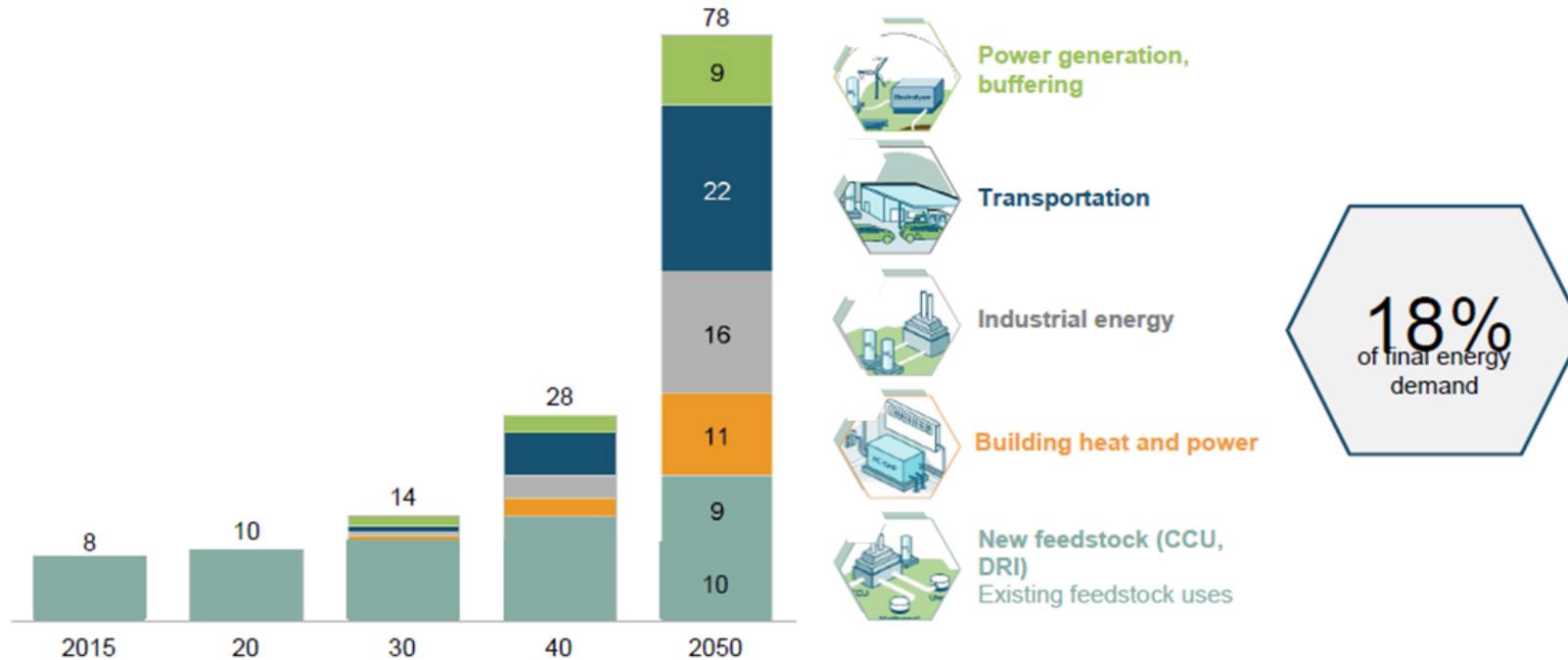
- De **2020 à 2024**, l'objectif est d'installer au moins **6 gigawatts** d'électrolyseurs pour la production d'hydrogène renouvelable et de produire jusqu'à **un million de tonnes** d'hydrogène renouvelable ;
- De **2025 à 2030**, l'objectif est d'installer au moins **40 gigawatts** d'électrolyseurs pour la production d'hydrogène renouvelable et de produire jusqu'à **dix millions de tonnes** d'hydrogène renouvelable ; l'hydrogène devra faire partie intégrante d'un système énergétique intégré ;
- De **2030 à 2050**, les technologies d'hydrogène renouvelable devraient atteindre la maturité et être **déployées à grande échelle** dans tous les secteurs difficiles à décarboner.



Hydrogène – Un fort potentiel

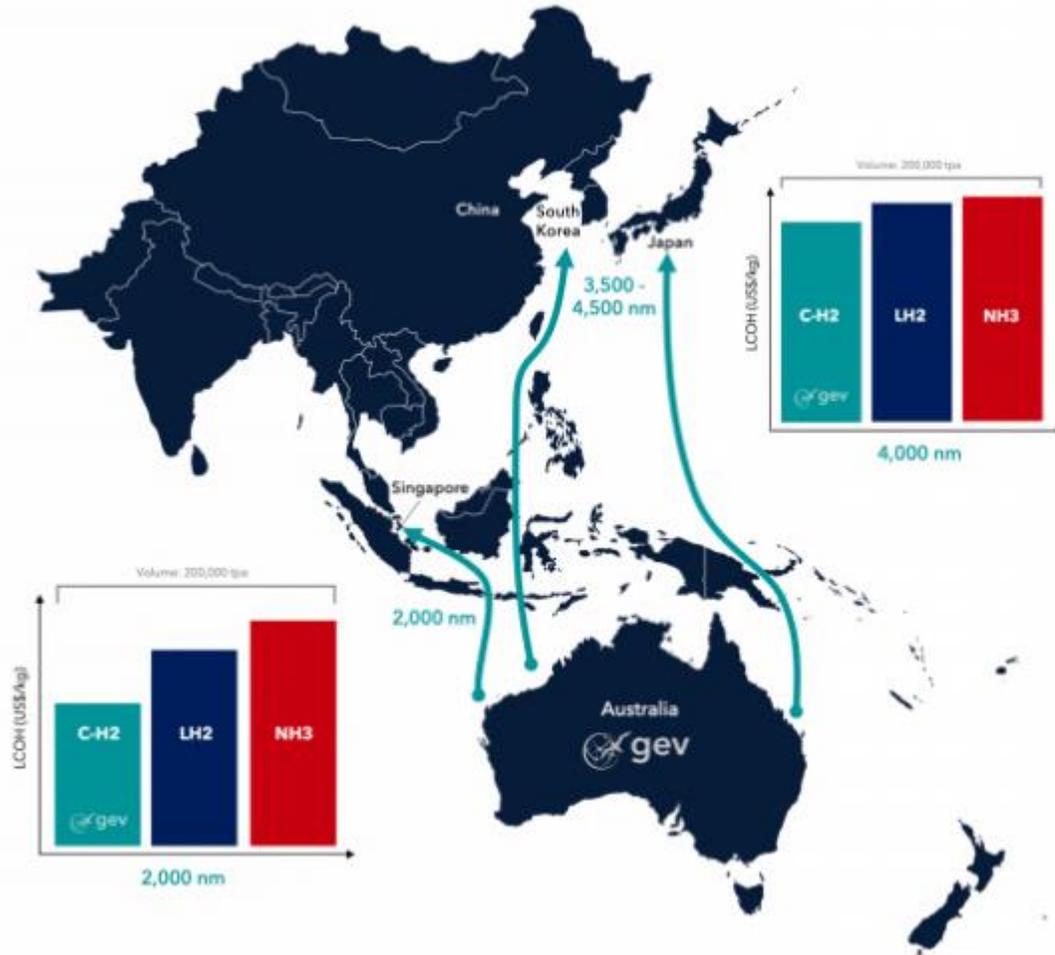
➔ Dans un scénario à +2°C, l'hydrogène peut contribuer à 18% de la demande finale d'énergie

Potential global energy demand supplied with hydrogen, Exajoule (EJ)



Projets d'ampleur mondiale: export d'hydrogène

Figure 3: Illustrative example of hydrogen customers within 2,000 to 4,500 nautical mile range of Australia



Norvège, Australie et Brunei → Japon
Nouvelle-Zélande → Corée du Sud
Maroc → Allemagne
Amérique du sud → France?

Enjeux climatiques et qualité de l'air

Objectifs du plan	
Point d'étape 2027	Point d'étape 2032

Priorité 1 : Décarboner la mobilité

Bateaux (maritimes et fluviaux)	9 unités	35 unités
Poids lourds	100 unités	630 unités
Véhicules Utilitaires Légers	1 000 unités	3 500 unités
Taxis	100 unités	230 unités
Véhicules légers	100 unités	3 000 unités
Bus	80 unités	200 unités
Autocars	6 unités	60 unités
BOM (bennes à ordures ménagères)	40 unités	280 unités
Chariots élévateurs	450 unités	1 500 unités
Groupes électrogènes (alimentation à quai)	9 unités	15 unités
Stations de distribution	20 stations	80 stations
Consommation pour la mobilité	3 000 tH2/an	12 000 tH2/an

Priorité 2 : Décarboner l'industrie

Substitution à de l'hydrogène fossile	6 000 tH2/an	70 000 tH2/an
Hydrogène dans de nouveaux procédés	16 000 tH2/an	
Injection dans un réseau gazier	3 000 tH2/an	

Priorité 3 : Produire de l'hydrogène renouvelable & bas carbone

Usine de production d'hydrogène	3 sites	10 sites
Énergie consommée	1 350 GWh	3 900 GWh
Énergie renouvelable consommée	540 GWh (40 %)	1 560 GWh (40 %)

Gain environnemental

Économies de CO2	450 kt CO2/an (1%)	2 000 kt CO2/an (4%)
Economies des NOx dans la mobilité*	49 kt NOx/an (0,1)	220 kt NOx/an (0,4%)
Economies des NOx dans l'industrie	225 kt NOx/an (1,8%)	966 kt NOx/an (7,9%)
Economies des NOx en région*	0,4%	1,6%
Economies des PM dans la mobilité*	0,3kt PM/an (0,005%)	1,36kt PM/an (0,02%)

Évaluation macroscopique des surcoûts associés aux objectifs

Liés à la mobilité (investissement)	210 M€	1 100 M€
Liés à l'industrie (fonctionnement)	340 M€	1 250 M€
Total des surcoûts projets	550 M€	2 350 M€
Soutien régional envisagé	50 M€ (9 %)	150 M€ (6 %)

Merci de votre attention



Karel HUBERT

Président - Consultant hydrogène

Tél : +33 (0)6 01 76 27 98

@ : karel.hubert@enerka-conseil.com

1 rue Conrad Kilian, 38950 Saint-Martin-le-Vinoux

Web : www.enerka-conseil.com

