

39^{ème}

CONGRÈS DE LA FNCCR
BESANÇON/Micropolis
26 au 28 juin 2024
90 ANS

Territorialisation
de la transition écologique
Un défi pour redessiner la France



Atelier Quelle territorialisation pour l'hydrogène ?

Vendredi 28 juin

Animateur Jan-Erik STARLANDER

Intervenants



Jan-Erik
STARLANDER
France Hydrogène



Laurent FAVREAU
Président du SYDEV

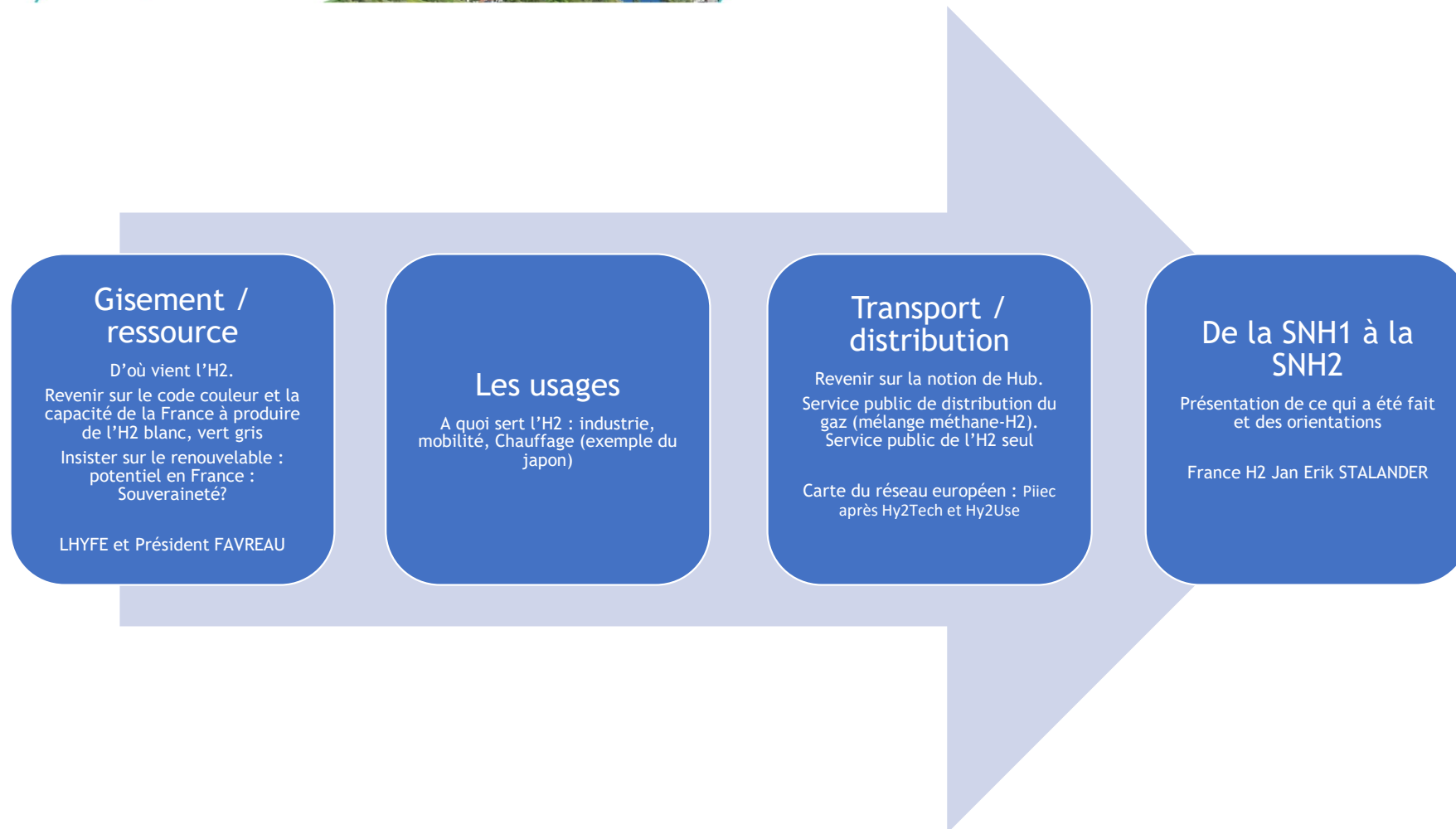


Jean-Noël LOURY
Président du SDEY



Julien MORESMAU
Direction hydrogène
chez GRDF
Coordinateur
national des projets
hydrogène

#FNCCR2024





Gisement/Ressource

	Couleur	Technologie	Energie primaire ou source d'électricité	Empreinte carbone	Terminologie
Production via biomasse	Hydrogène vert	Thermolyse	Biomasse	Basse (< 3 kgCO2eq/kgH2)	Hydrogène renouvelable
		Vaporeformage	Biométhane	Basse (< 3 kgCO2eq/kgH2)	Hydrogène renouvelable
Production via l'électricité	Hydrogène rose	Electrolyse de l'eau	Solaire, éoliennes, hydroélectricité	Minimale (< 2 kgCO2 eq/kgH2)	Hydrogène renouvelable
	Hydrogène jaune		Nucléaire	Minimale (< 2 kgCO2 eq/kgH2)	Hydrogène bas-carbone
	Hydrogène bleu		Réseau électrique (FR)	Basse (< 3 kgCO2eq/kgH2)	Hydrogène bas-carbone
Production via les énergies fossiles	Hydrogène bleu	Vaporeformage Gazéification	Gas naturel, charbon + CCUS	Basse (< 3 kgCO2eq/kgH2)	Hydrogène bas-carbone
	Hydrogène turquoise	Pyrolyse	Gaz naturel	Basse (< 3 kgCO2eq/kgH2) + noir de carbone (co-produit)	/
	Hydrogène gris	Vaporeformage		Elevée (~ 11 kgCO2 eq/kgH2)	Hydrogène carboné
	Hydrogène marron	Gazéification	Lignite	Très élevée (> 20 kgCO2 eq/kgH2)	Hydrogène carboné
Hydrogène noir	Charbon bitumineux		Très élevée (> 20 kgCO2 eq/kgH2)	Hydrogène carboné	

- Les appellations par les couleurs devraient être évitées en ce qu'elles entretiennent des confusions et ne recouvrent pas toujours les mêmes dimensions technologiques ou énergétiques.
- Le code de l'énergie définit aujourd'hui l'hydrogène renouvelable, l'hydrogène bas-carbone, et l'hydrogène carboné (article L811-1 du code de l'énergie).
- Hydrogène blanc : hydrogène « natif », « naturel » ou « géologique »

Montage partenarial écosystème de mobilité hydrogène

PRODUCTION

DISTRIBUTION



€ Achat électricité

Lhyfe

€ Achat H₂



Raccordement
électrique direct

- Parc éolien de Bouin
- Électricité 100% verte
- 7,5 MW
- 3 éoliennes de 2,5 MW



- Electrolyseur 750 KW
- Raccordement direct aux éoliennes
- Capacité de production actuelle : 300 kg/jour
- Augmentation capacité à 1T / jour (fin 2024)
- Utilisation d'eau de mer dessalée



H₂

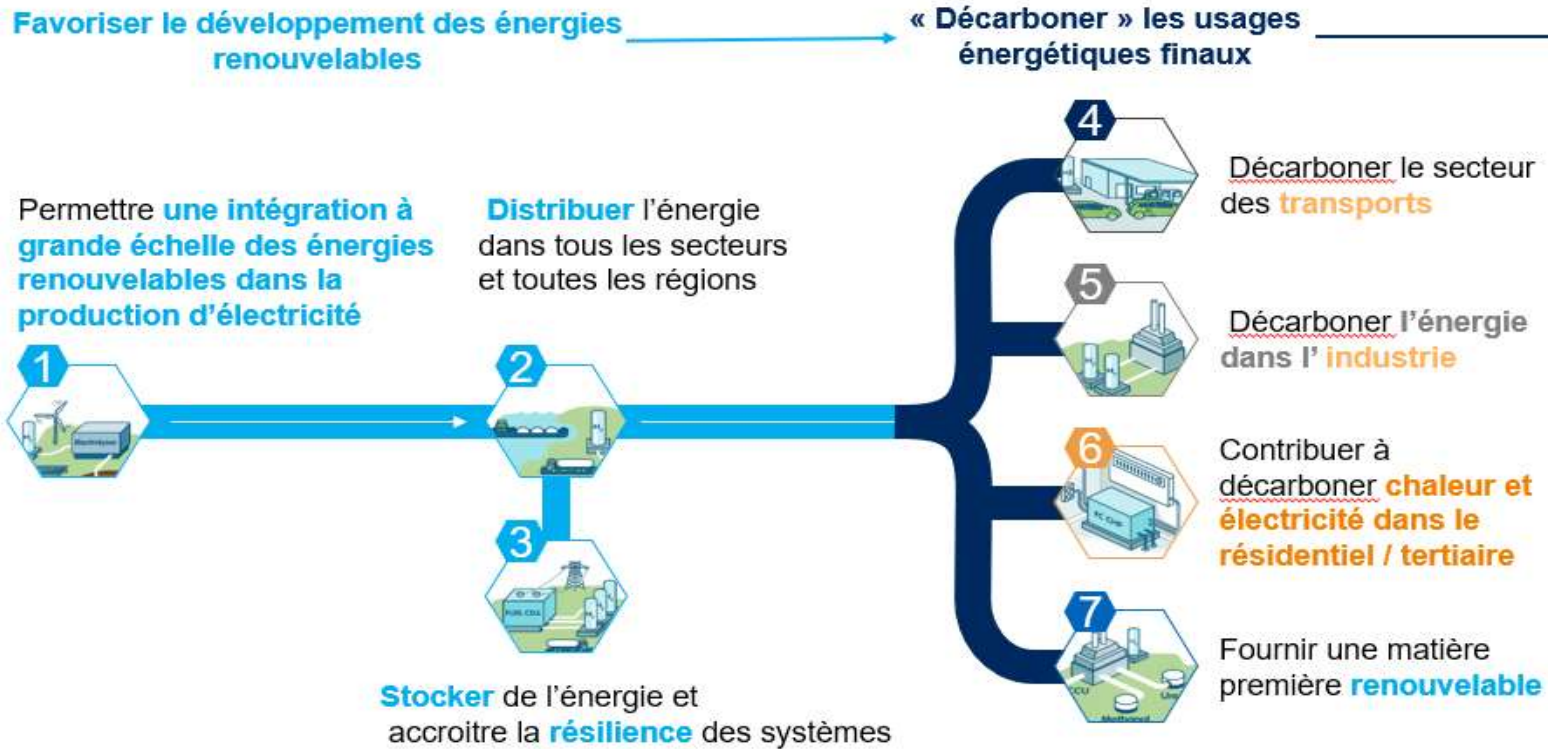
350b



Transport routier



Usages de l'hydrogène



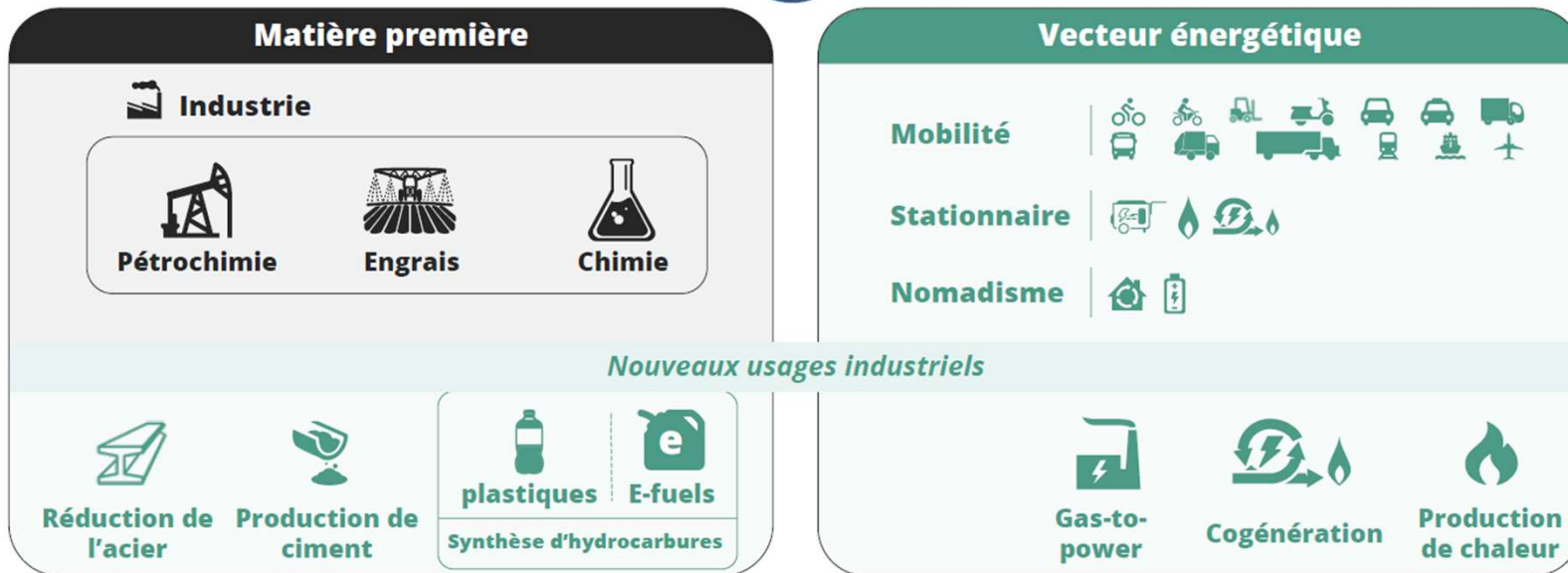
→ En fonction des usages, dans un mix pertinent !

Usages de l'hydrogène

Usages de l'Hydrogène



- Usages historiques de l'hydrogène
- Usages émergents et potentiels

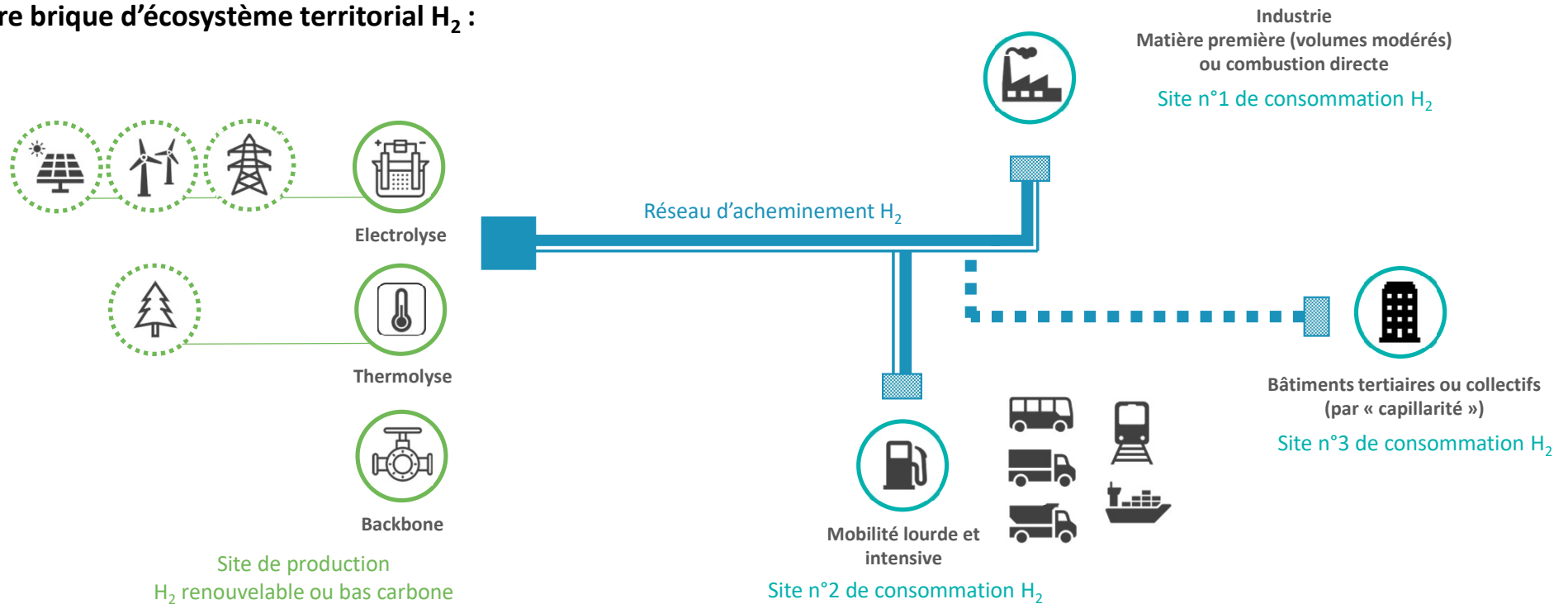


... et d'autres à découvrir !

Les usages

Les premiers réseaux H₂ auront une architecture simple : relier un ou plusieurs producteurs locaux d'H₂ à un ou plusieurs consommateurs locaux d'H₂ (industries diffuses, mobilité lourde), avant de développer des mailles de distribution ou d'aller sur la conversion.

Première brique d'écosystème territorial H₂ :



Déploiement des stations H₂ en Vendée

Site production Bouin

Lhyfe 300 kg / jour
1000 kg / jour (2024)



Station Maché

brétéché 300 kg / jour
350 / 700 bars

Station La Roche-sur-Yon

SYDEV 200 kg / jour
350 / 700 bars



Station Saint-Gilles

SYDEV 60 kg / jour
350 bars



Station Les Sables d'Olonne

SYDEV 200 kg / jour
350 / 700 bars











Usages

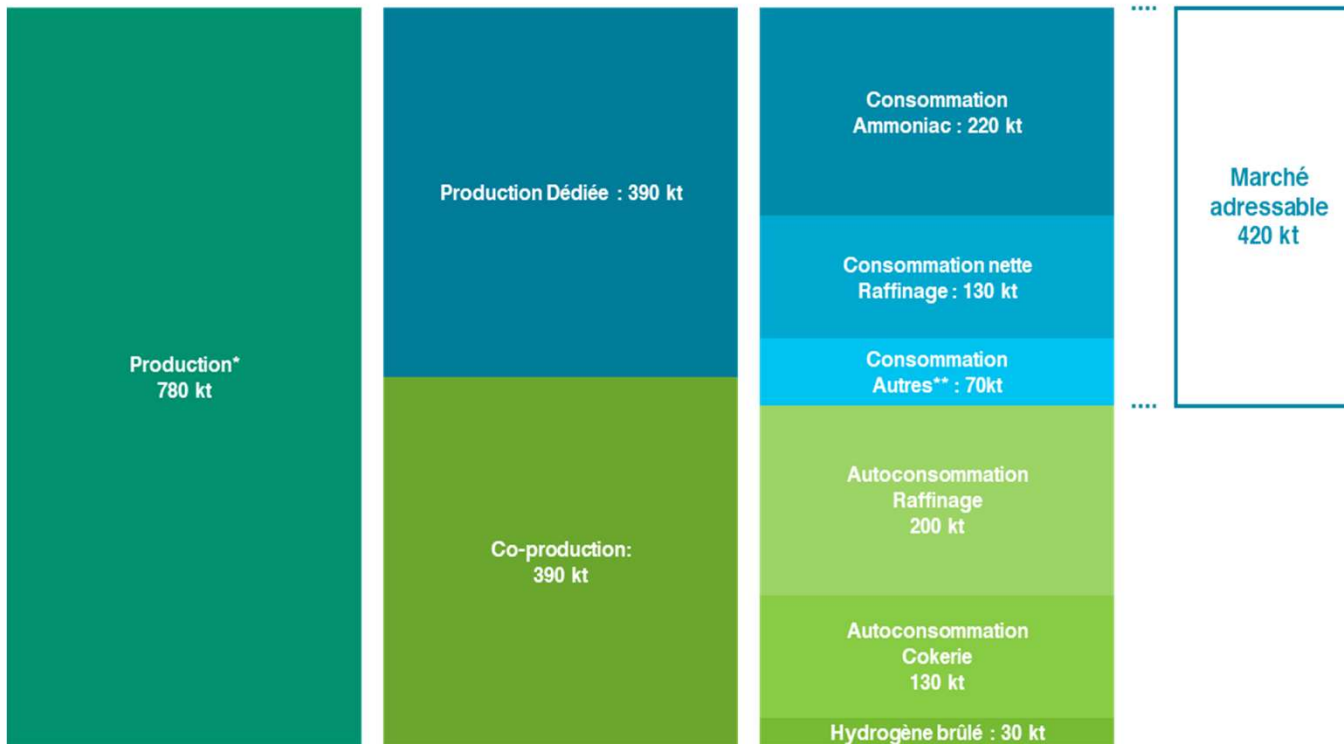
Véhicules en circulation

Véhicules projetés

	Type véhicule	Marque	Usagers	Nombre véhicules	Conso H2 / jour / veh	Total
	Porteur 26T	Hyundai	J. Perrenot	1	40	40
	Bus 12m	Caetano	La Roche / Yon Les Sables d'Olonne	4	12	48
	BOM 26T	SEMAT	Saint-Gilles	2	10	20
	VUL	Peugeot (Expert)	CD 85 Les Sables d'Olonne	2	1,5	3
	VUL	Renault (Kangoo)	Collectivités et entreprises privées	5	0,5	2,5
	VP	Hyundai / Toyota	Collectivités et entreprises privées	13	0,8	10,4
Consommation totale journalière écosystème (kg H2)						123,9

- 14 nouveaux véhicules hydrogène :
 - 4 camions
 - 7 bus
 - 3 BOM
- 9 usagers identifiés par le SYDEV
- Consommation journalière projetée : 174 kg H2 soit +140%
- 726 tonnes de CO2 évités par an
- Financement dans le cadre d'un appel à projet de l'ADEME
- 2 436 500 € de subvention demandée & fléchée sur les usages
- Dossier déposé le 26 septembre 2023 → En attente du retour

Décarboner les usages industriels actuels



Marché industriel

- Essentiellement consommateur d'hydrogène d'origine fossile
- Raffinerie : 130kt
- Ammoniac : 220kt
- HMD : 40kt
- Traitement de surface des métaux : 10kt
- Autres : peroxyde d'hydrogène (7kt), verre, huiles et graisses, semi-conducteurs

Sources : HINICIO & EY, 2020 | *Production : H₂ issu de procédés générant de l'H₂ pur ou en mélange avec d'autres gaz
**Dont HMD : 40 kt, Traitement de surface du métal : 10 kt, Peroxyde d'H₂: 7kt



Décarboner les usages industriels actuels

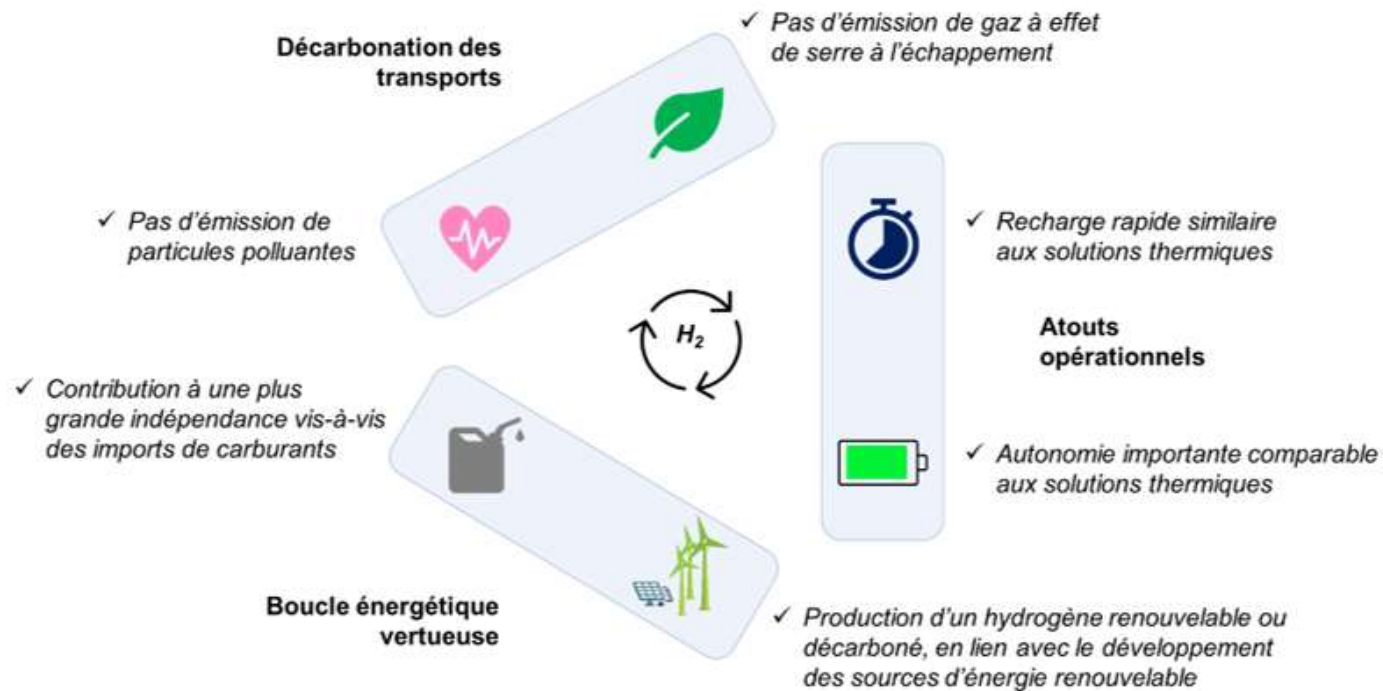
	Scénario Ambition (en tH ₂ /an)	Scénario Ambition+ (en tH ₂ /an)	Déploiements projetés à 2030 (en tH ₂ /an) – décembre 2022
Industries	475 000	635 000	815 000*
Mobilités	160 000	325 000	230 000
Energie	45 000	130 000	25 000
Total	680 000	1 090 000	1 070 000

- L'industrie est le secteur d'usage dominant, mais intègre des usages dont l'utilisateur final est le secteur des transports
- Les mobilités hydrogène « direct » sont en retrait
- Le secteur de l'énergie (électricité et chaleur réseau) est en retrait

Source : [Etude Trajectoire pour une grande ambition hydrogène à 2030 - Volet 2](#), France Hydrogène, décembre 2022

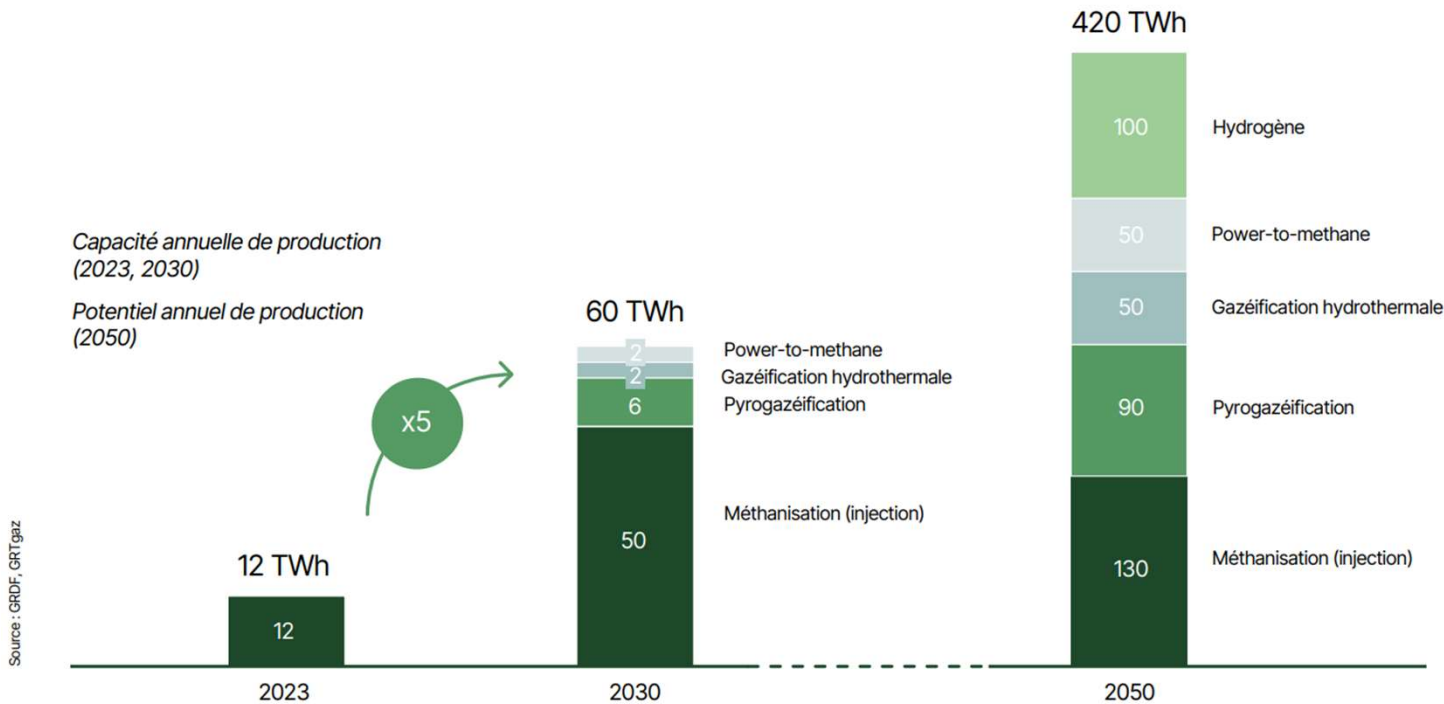


Dans le transport : l'hydrogène procure de nombreux avantages



Transport/Distribution

L'H₂ contribuera à atteindre un mix gaz 100% décarboné à horizon 2050 :



Développement, dès 2026, d'écosystèmes territoriaux avec des réseaux H₂ (GRDF) pour alimenter les clients mobilité et industrie... en parallèle des premiers tronçons du backbone

Complémentarité des gaz renouvelables et bas-carbone en termes de répartition géographique et temporelle

Transport / Distribution

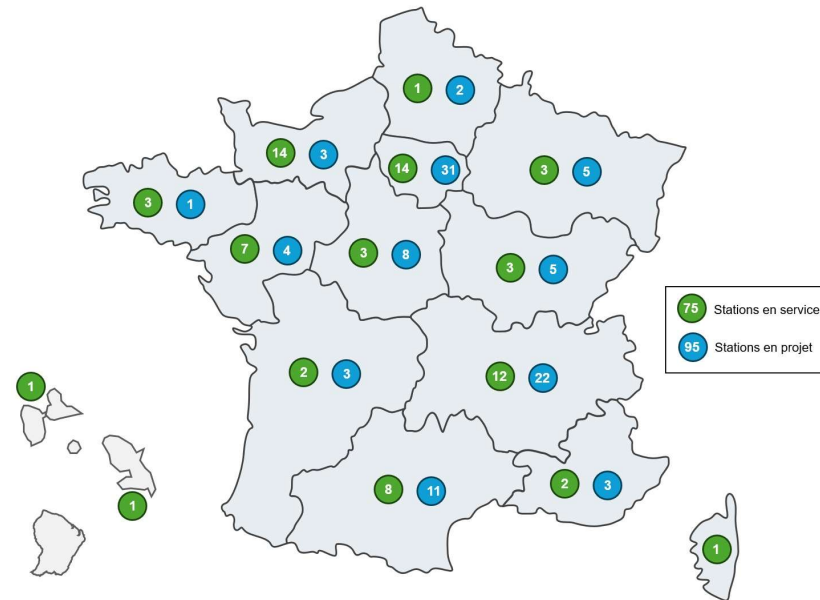
Hubs hydrogène



Projets d'infrastructures de transport et de stockage d'H2



Stations de distribution d'H2





Transport/Distribution

3 voies pour valoriser l'H₂ avec des réseaux de distribution :

Faisabilité technique court terme



Méthane de
synthèse

En voie d'industrialisation

- Des premiers projets en cours : Energo, Méthycentre, STEP de Pau-Lescar, etc.
- Industrialisation des procédures en cours
- Evaluation du potentiel (cas d'usages, modèle économique)

Voie à moyen terme pour des zones particulières



Mélange

GRDF partenaire du projet



- Injection 20%_{vol.} techniquement réalisable sur réseau de distribution neuf alimentant des bâtiments neufs (résidentiel, tertiaire)
- Travaux R&D principalement sur les équipements avals

Perspectives déploiement 2030



Réseaux H₂

1^{ères} expérimentations
dès 2026

- Référentiel technique et réglementaire en construction
- Plateforme de formation
- 98% des canalisations prêtes à accueillir l'H₂ (initiative Ready4H₂)

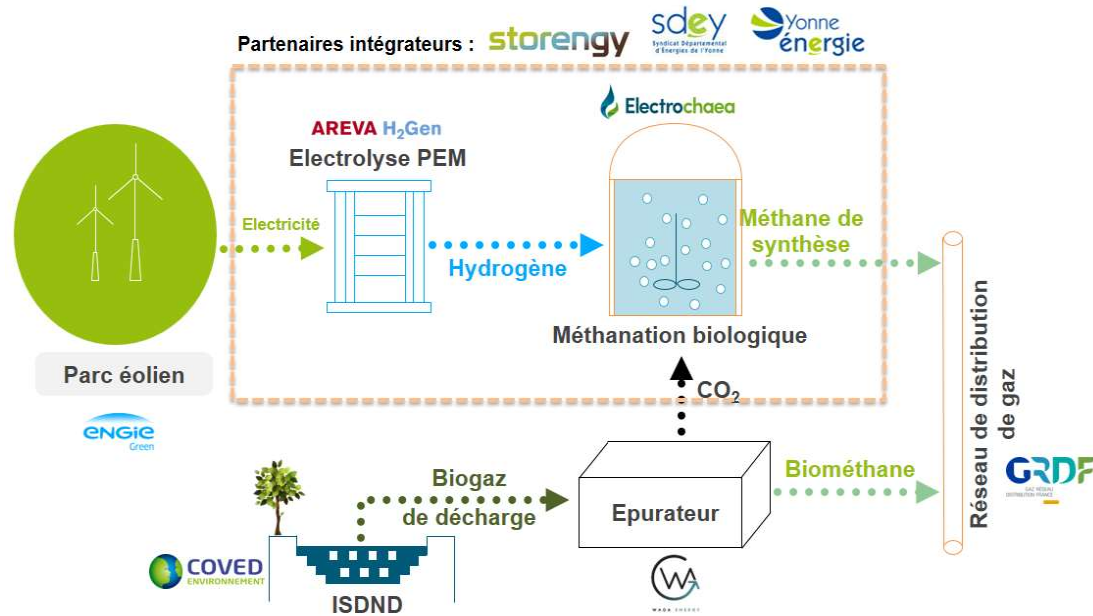


Atouts multiples de la solution
d'acheminement par réseau



REX du SDEY

Hyaunais, un pilote industriel pour une chaîne de power-to-gas très flexible et commerciale



Financement, Pré-études	R&D Ingénierie	Construction on SATs	Démonstrateur complet Essais opérationnels, modélisation	Industrialisation Système 3 MW ou + (non inclus dans le budget)
-------------------------	----------------	----------------------	--	---



Transport/Distribution

Programme H₂ de GRDF :

Etudes & benchmark



Etudes transverses : Potentiel de marché, H₂ bâtiment, etc.

Benchmark et partenariats à l'International

Cadre réglementaire

FDR technique

Professionnalisation & formation

Préparation d'un cadre réglementaire et réglementaire favorable au niveau français et européen

Stratégie R&D

R&D réseau

Stockage, purification, compression

R&D aval compteur

Plateforme d'expérimentation et de formation multigaz dont H₂

- Expérimentation réseau et usages
- Formations internes et externes
- Vitrine technologique

Energy Formation

Fin 2024

5

Projets terrain

2026 – 2030

Accompagnement de GRDF sur les premiers projets locaux et territoriaux



Transport/Distribution

Exemples d'études en cours sur des premiers projets :

Appel à projets « Accélérer l'émergence des zones industrielles bas-carbone » lancé par GRDF en 2023 :



- Développement d'une boucle territoriale H₂ et méthanation **Roissy Pays de France**
- Décarbonation des activités industrielles de **Port-la-Nouvelle**
- Décarbonation de la zone industrialo-portuaire de **Brest**



Appel à projets « Grande Vallée d'Hydrogène » lancé par le Clean Hydrogen Partnership en 2023 :



- Vallée Hydrogène IMAGHyNE en AuRA



La Stratégie nationale Hydrogène

Timeline

2018
Plan Hydrogène

Objectifs

Décarboner l'industrie



Priorités

Constituer une filière française compétitive de l'électrolyse

Objectifs 2030

6,5 GW
de capacité d'électrolyse installée



9 Md €

de financement public national dont 2Md€ de France 2030



2020
Stratégie nationale Hydrogène

Développer les mobilités lourdes et intensives



VUL, bus, poids lourds, trains, bateaux, avions

6 Mt
de CO₂/an évitées



3,4 Md €
pour 2020-2023

2023
Révision de la Stratégie

Développer la R&D&I



Programme prioritaire de recherche dédié H2 via l'ANR et Campus des métiers et des qualifications dédiés H2

50-150 k
emplois directs et indirects

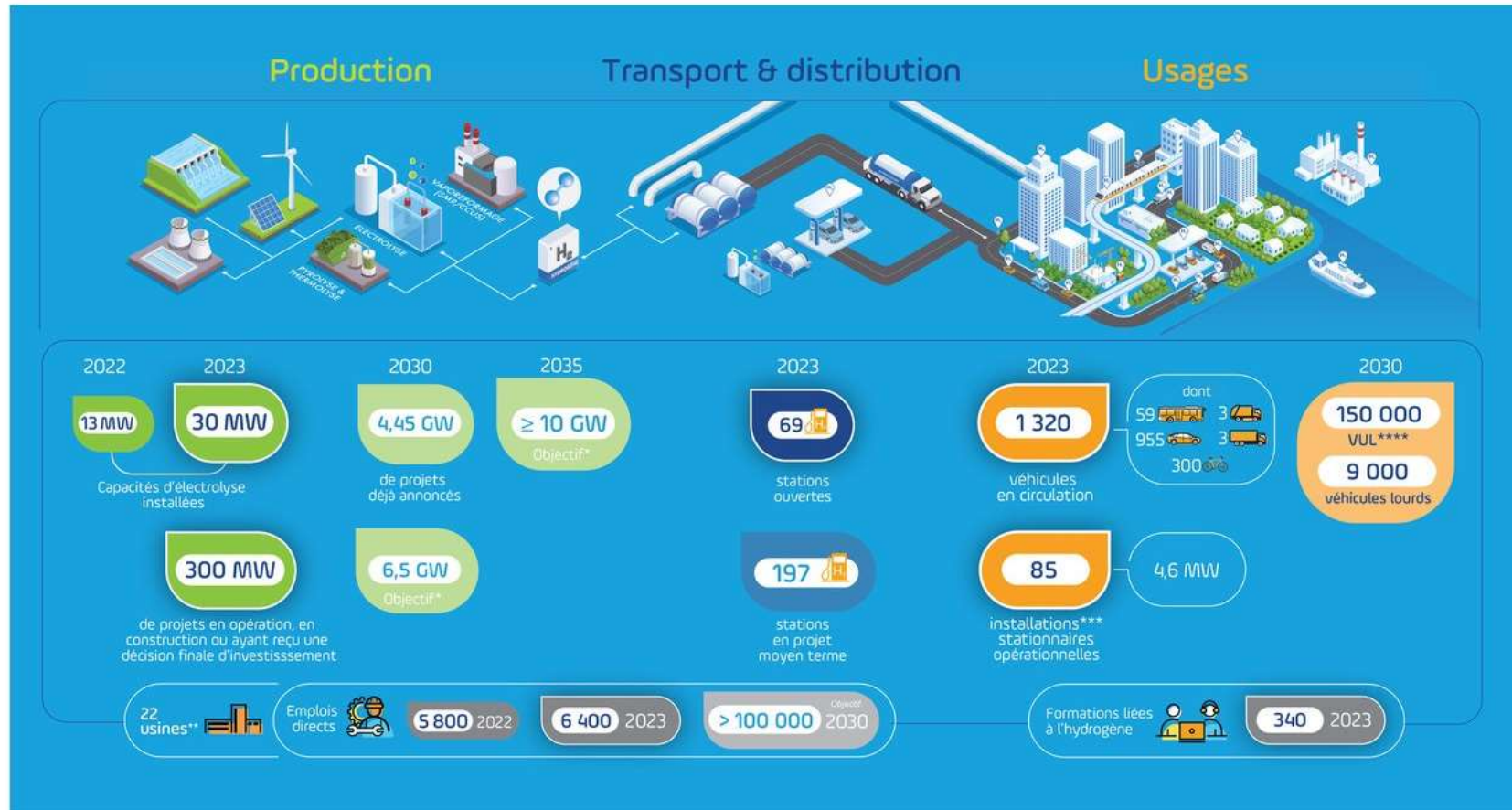


Décarboner l'industrie

Développer la mobilité lourde

Développer la R&D&I

Chiffres clés du déploiement de l'hydrogène en France en 2023



* Objectif filière en ligne avec les objectifs de la stratégie nationale hydrogène

** Usines de fabrication d'équipements clés en activité (électrolyseurs, piles, réservoirs, stations, véhicules)

*** Groupes électrogènes, chaudières, back-up (ventes France)

**** Parc roulant total Véhicules Utilitaires légers

www.france-hydrogene.org/publication/chiffres-cles-du-deploiement-de-lhydrogene-en-france-en-2023

Bilan des appels à projets EcosysH2 de l'ADEME



Financement :
4 Mds€



35 écosystèmes hydrogène financés par l'Ademe depuis 2018
~300 MW de capacité d'électrolyse

→ 320 M€ d'aide
→ 1,3 Md€ d'investissement total



→ 2,1 Mds€ de soutien public sur la première vague du PIIEC Hy2Tech
→ 5,2 Mds d'investissement public-privé

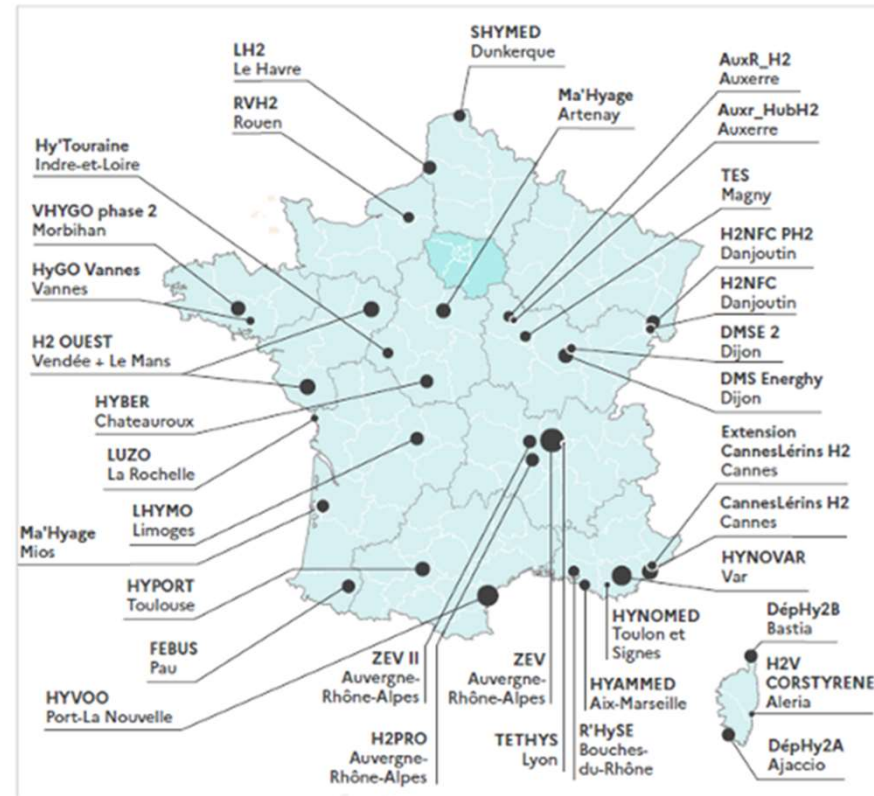
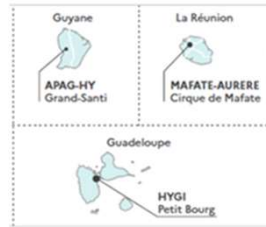
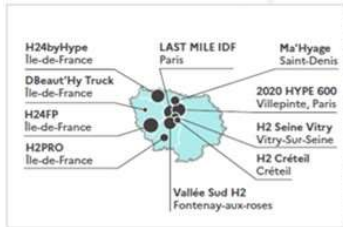
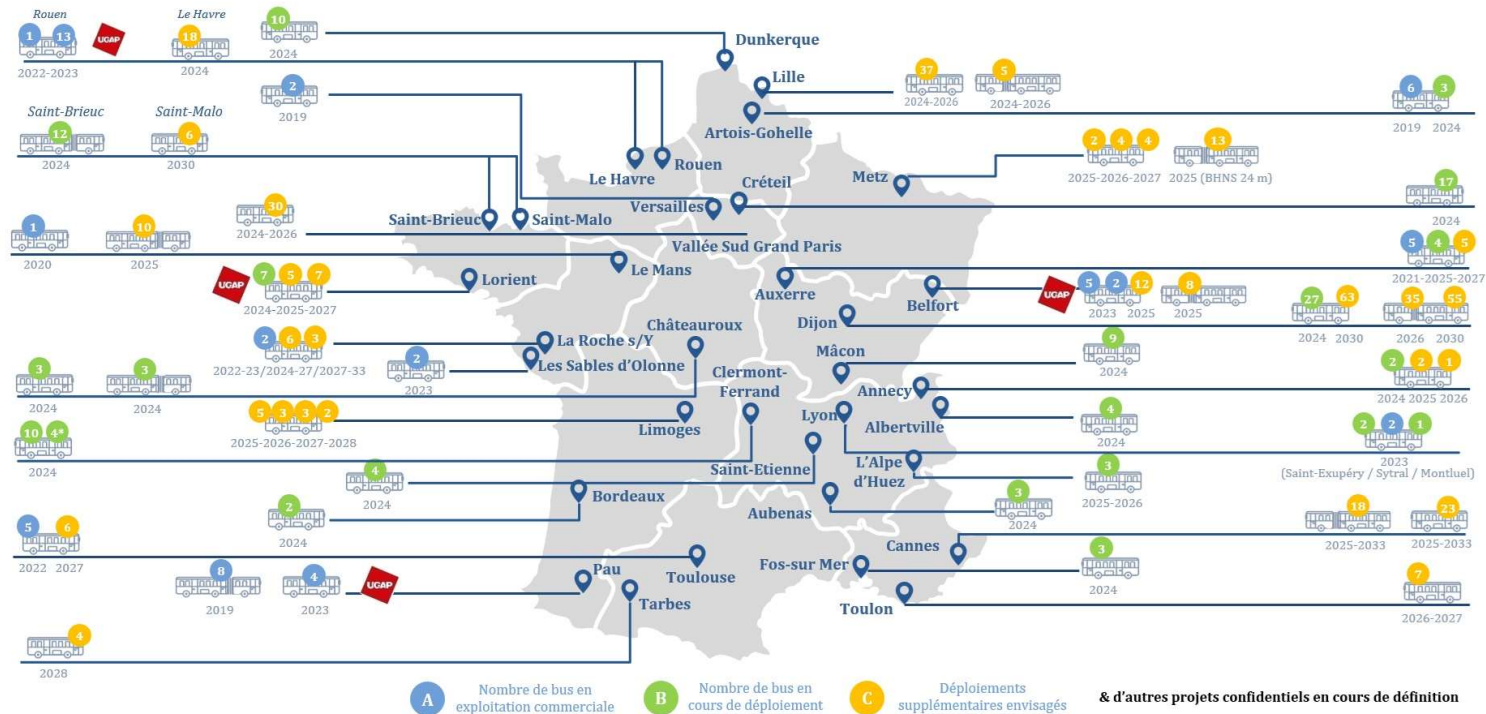


Illustration du déploiement : les bus

TOTAL PROJETS HYDROGÈNE :
724 (58 + 133 + 405 + 128)
 Total (en exploitation + en cours de déploiement + envisagés publics + envisagés confidentiels)





Projet de nouvelle Stratégie nationale (SNH2)

- **Projet soumis à consultation en décembre 2023**
- **Les priorités de la nouvelle stratégie**
 1. **Objectifs de déploiement** : installer 6,5 GW de capacité de production électrolytique d'hydrogène bas-carbone en 2030 et de 10 GW en 2035
 2. Coordonner le développement des **réseaux d'hydrogène** économiquement pertinents en tenant compte des particularités des territoires
 3. Favoriser la **production d'hydrogène compétitive en France**
 4. Une stratégie ouverte sur le monde, assumant l'émergence d'un **marché mondial de l'hydrogène et ses dérivés**
 5. Une **diplomatie française à l'international**
 6. **Renforcer la maîtrise de la chaîne de valeur hydrogène** et ses technologies
 7. Faire du déploiement de l'hydrogène une opportunité pour **flexibiliser notre système énergétique** : une capacité d'effacement des électrolyseurs et des stockages à développer ainsi qu'une priorisation des usages d'hydrogène
 8. Déployer une **approche intégrée** à l'échelle nationale pour les **mobilités hydrogène**
 9. **Garantie les conditions cadres nécessaires** au développement de la filière hydrogène française
- Consultation : www.ecologie.gouv.fr/consultation-sur-nouvelle-strategie-francaise-deploiement-lhydrogene-decarbone



Projet de nouvelle Stratégie nationale (SNH2)

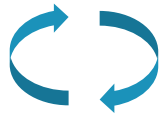
- Déploiement de 6,5 GW d'électrolyse bas-carbone en 2030 et de 10 GW en 2035
 - Correspondant à 600 kt d'H2 décarboné en 2030 puis 1 Mt en 2035
 - Suivi du développement de **technologies de production d'hydrogène par voie de biomasse** (pyrogazéification, pyrolyse de la biomasse) et de l'exploration sur **l'hydrogène naturel**
- **Ouverture aux importations d'hydrogène ou de ses dérivés** « *dès lors que celui-ci est disponible de manière compétitive et décarbonée* »
- Développement de **l'infrastructure de transport et de stockage de l'hydrogène**
 - **500 km de canalisations**
 - Connexion des hubs hydrogène, fin du tracé des premiers réseaux en 2026
- **Infrastructure de recharge** limitée aux contraintes du règlement européen AFIR
- Usages :
 - **Flexibilité du système énergétique** en améliorant la **capacité d'effacement** des électrolyseurs et en développant des **capacités de stockage**
 - **Mobilité routière** : **usages intensifs** (**VUL** ou les engins off-road) et sur les **véhicules lourds**
 - Examen de toutes les « **solutions de motorisation par combustion de l'hydrogène** » pour le routier et dans une moindre mesure pour le secteur maritime et fluvial.
 - **Secteurs maritime et aérien** : travail sur les carburants de synthèse.
- Export Filière industrielle française
 - Accompagnement des sociétés françaises à l'export pour des équipements industriels français ou des solutions françaises

t

De la SNH1 à la SNH2

Un challenge énorme de transformation :
changer d'échelle et **passer du gris au bas-carbone**

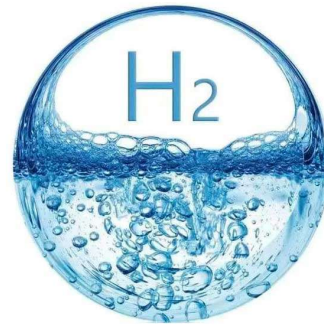
Hydrogène :
facilite l'intégration des **ENR** et
apporte de la **flexibilité**



La question centrale des infrastructures...



- Déploiement des infrastructures intra-hubs, inter-hubs et locales
- Rôle clé des collectivités dans la planification territoriale



Un focus sur la **production d'hydrogène bas-carbone** et les **usages prioritaires**

Des **subventions massives** au niveau mondial, avec la France dans les premiers rangs