



MOBILITÉ HYDROGÈNE FRANCE

Proposition d'un plan de déploiement national des véhicules hydrogène

LA FRANCE A DÉFINI SON PLAN DE DÉPLOIEMENT DES VÉHICULES HYDROGÈNE

- Intégré au plan européen *Hydrogen Infrastructure for Transport* (HIT)
 - Financé par l'Europe (programme TEN-T)
 - 4 pays membres, 7 partenaires
 - Dutch ministry of Infrastructure and the Environment, Air Liquide, AFHYPAC, Copenhagen Hydrogen Network, HyER, Hydrogen Link Denmark, Hydrogen Sweden
- Avec le support du Ministère de l'Ecologie, du Développement durable et de l'Energie et de l'ADEME
- Pris en compte dans le plan Nouvelle France Industrielle « Stockage de l'Energie »
- Elaboré par le consortium Mobilité Hydrogène France
- Avec le soutien des consultants d'Element Energy

Source :



H2 MOBILITÉ FRANCE :

CONSORTIUM REGROUPANT
L'ENSEMBLE DES ACTEURS DE LA
FILIÈRE : DES ENTREPRISES DE
L'ÉNERGIE AUX UTILISATEURS

Gouvernement	
Entreprises de l'énergie	
Producteurs d'hydrogène et stations	
Véhicules et systèmes pile à combustible	
Electrolyseurs	
Centres de Recherche	
Associations régionales-et-pôles	
Associations européennes et françaises	

Source :





RÉSULTATS DE L'ÉTUDE

BÉNÉFICES ENVIRONNEMENTAUX

LA MOBILITÉ HYDROGÈNE AIDERA LA FRANCE À ATTEINDRE SES OBJECTIFS DE RÉDUCTION DE CO₂

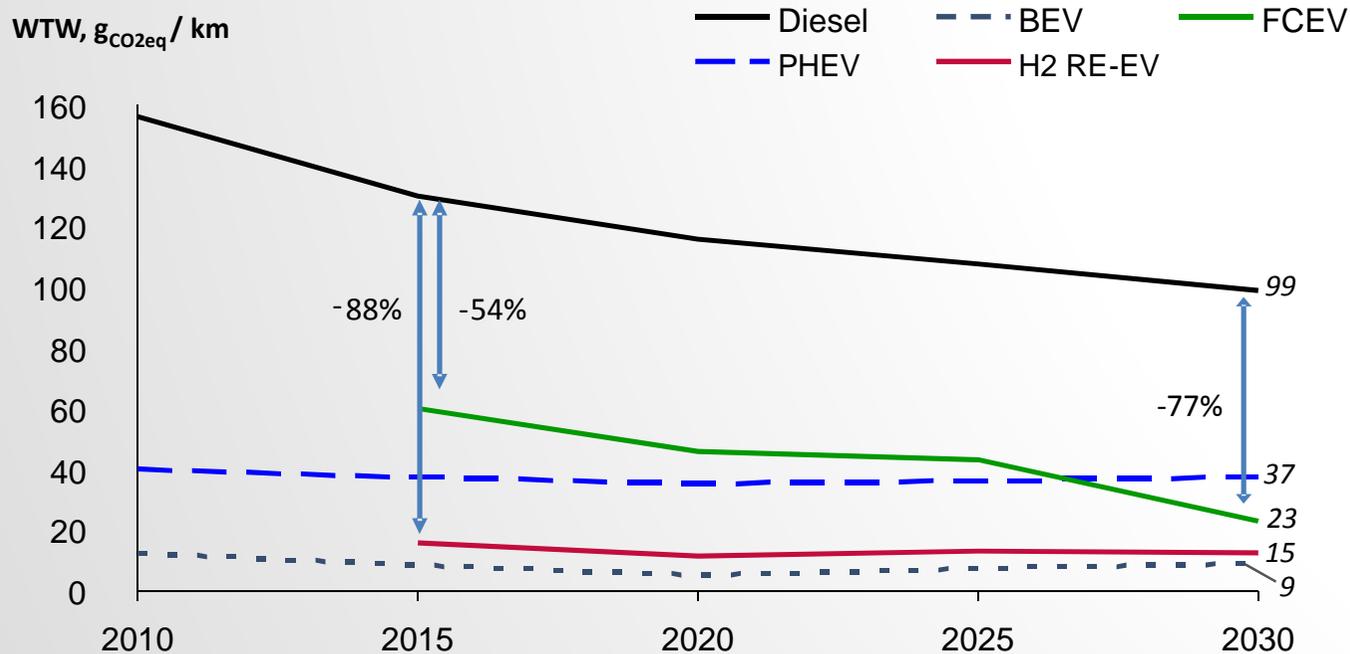
Qualité de vie	<ul style="list-style-type: none">• Economie de 500M€ de couts sociétaux sur la période 2015-2030₂ Le cout sociétal en émissions CO₂, bruits et polluants d'un véhicule thermique est de 510€ par an, à comparer au 160€ d'un véhicule hydrogène₁
CO₂	<ul style="list-style-type: none">• D'ici 2030, une économie de 1,2Mt de CO₂ Soit l'équivalent de 780 000 véhicules diesel
Sécurité Énergétique	<ul style="list-style-type: none">• 3 TWh_e produit localement d'ici 2030 Avec un mix de production basé principalement sur l'électrolyse• Création de 700M€ de valeur par le marché des véhicules hydrogènes
Transition Énergétique	<ul style="list-style-type: none">• La production d'hydrogène permet une meilleure intégration des énergies renouvelables dans le mix énergétique et les transports et une optimisation du réseau électrique• L'hydrogène peut aussi être injecté dans les réseaux de gaz naturel ou combiné au CO₂ pour produire du méthane de synthèse

Source :



1. Source CGDD, étude de 2011 sur le cout total de possession d'un véhicule
2. Avec un taux d'actualisation de 4%, 850M€ sinon

LES VÉHICULES À PROLONGATEUR D'AUTONOMIE H₂ RÉDUISENT DE 88% LES ÉMISSIONS DE CO₂ COMPARÉ AU DIESEL

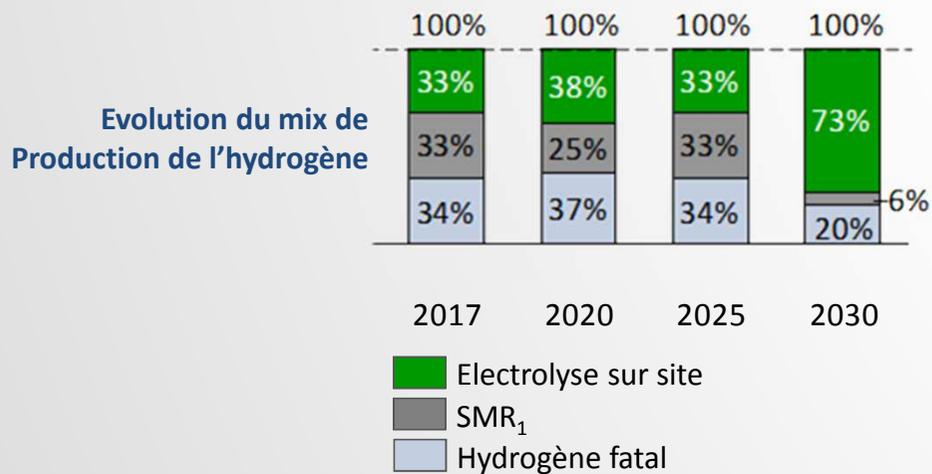


- Les Véhicules Hydrogène ne génèrent ni pollution locale ni CO₂
 - Pas de particule, de NOx, de SOx, de bruit
- Réduction de 77% des émissions de CO₂ du puit à la roue en 2030
 - Comparé au Diesel et en suivant le mix de production électrique et H₂, les véhicules hydrogène

BEV: Véhicule Electrique à Batterie, **H₂RE-EV:** Véhicule Electrique à Range Extended H₂,
FCEV: Véhicule à Pile à Hydrogène, **PHEV:** Véhicule Electrique Plug-In, **WTW:** du puit à la roue

Hypothèses prises :
 • Enerdata Balance scenario: Intensité carbone du réseau électrique en 2030 - 67g/kWh
 • Rendement des diesels basé sur les données des constructeurs automobile du consortium

L'HYDROGÈNE PERMET DE RÉDUIRE L'EMPREINTE CARBONE DES TRANSPORTS



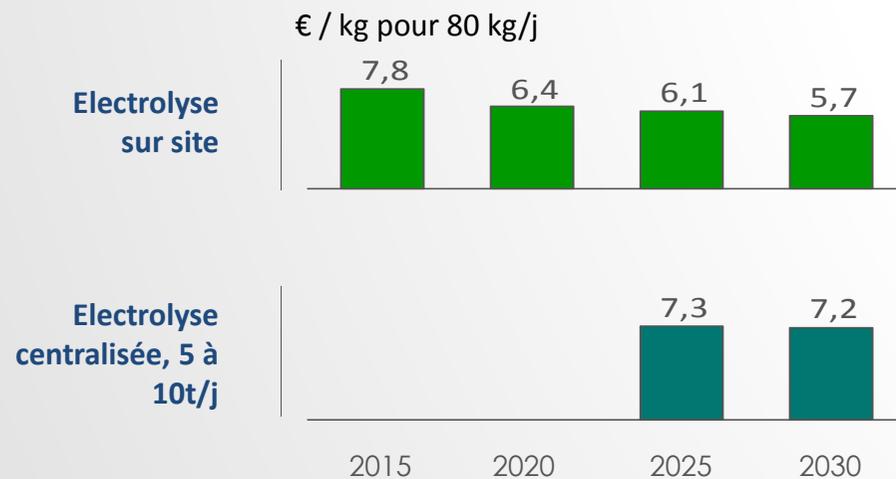
- La production d'hydrogène va être de plus en plus décarbonée grâce à l'électrolyse et au biogaz
- La production H₂ « bas carbone » peut diviser par deux l'émission de CO₂
- Le mix de production électrique français est favorable
- L'usage du biogaz aide à la réduction de l'empreinte carbone de la production par SMR₁

Source :



1. SMR : Steam Methane Reforming

LA PRODUCTION D'HYDROGÈNE PAR ÉLECTROLYSE DEVIENT COMPÉTITIVE DÈS QUE LA STATION EST A PLUS DE 150KM ENVIRON D'UN SITE DE PRODUCTION INDUSTRIELLE



Hypothèses :

- Hors marges, compression et coût de distribution pour l'électrolyse centralisée
- En incluant des services réseau électrique évalués à ~1€/kg

Source :

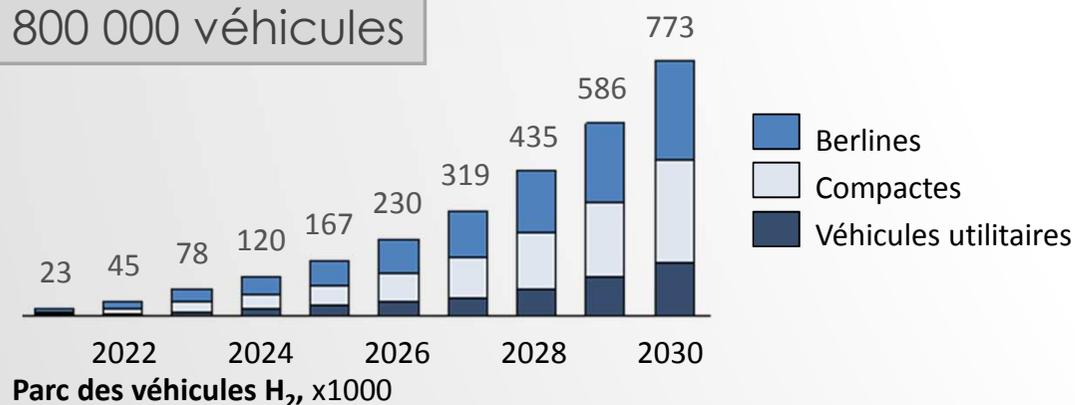


Hypothèse prise :

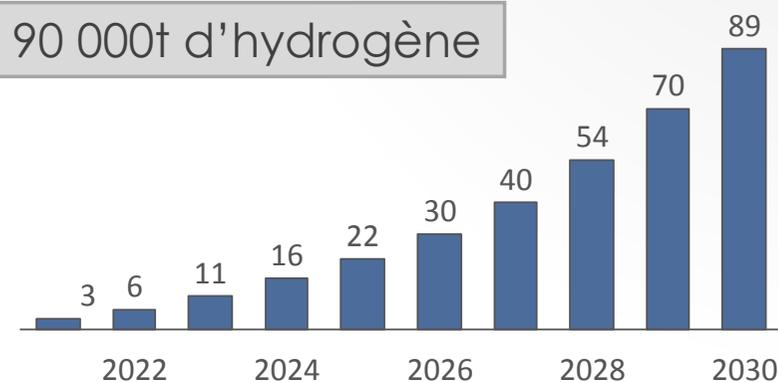
- Enerdata Balance scenario: Prix de l'électricité en 2030 - 114 €/MWh

LE MARCHÉ DES VÉHICULES HYDROGÈNE POURRAIT REPRÉSENTER EN 2030 :

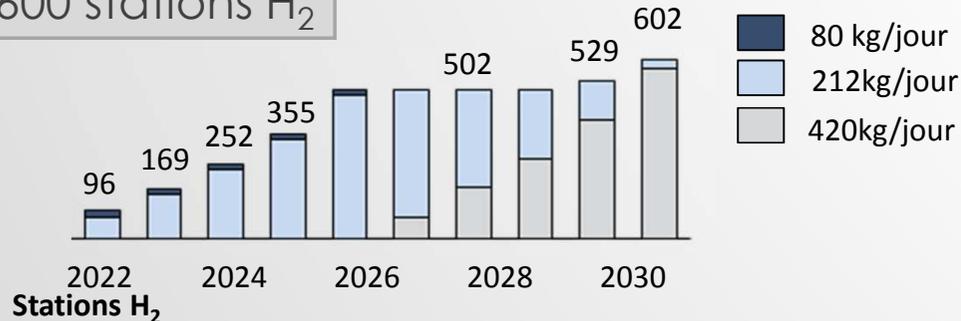
800 000 véhicules



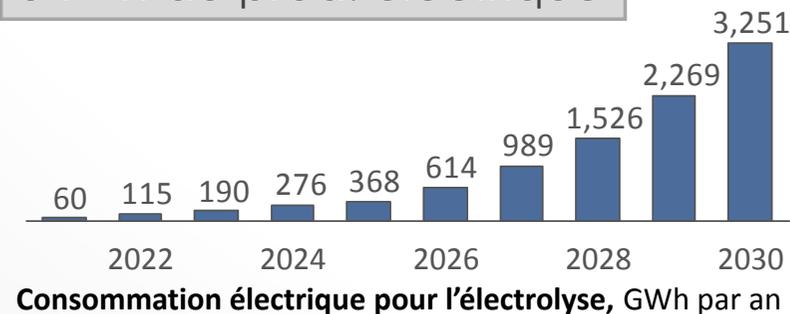
90 000t d'hydrogène



600 stations H₂



3 TWh de prod. électrique



Source :

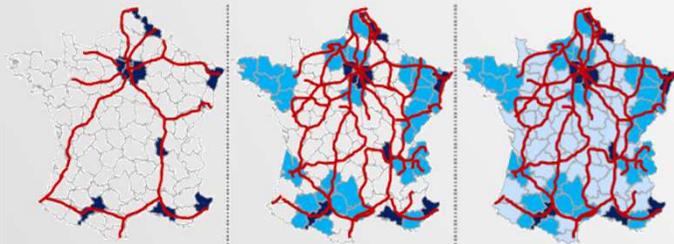


APPROCHE MARCHÉ

NOUS SOMMES PARTIS D'UNE APPROCHE NATIONALE CLASSIQUE

- Basée sur la méthodologie et hypothèses allemandes et anglaises
- En sachant que pour un marché réel, il faut une véritable couverture nationale
- Ce qui demande d'admettre des pertes opérationnelles sur de longues années sur un investissement important

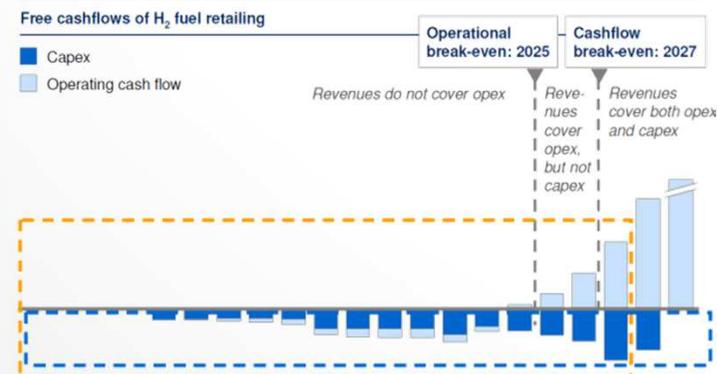
Déploiement en suivant les autoroutes et les zones à forte densité urbaine



Source :

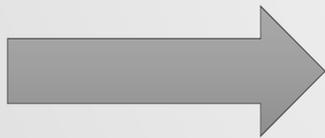


Investissement de 600M€ sur 10 ans



NOUS AVONS ENSUITE DÉCIDÉ DE NOUS CONCENTRER SUR DES PREMIERS MARCHÉS POUR RÉDUIRE LES RISQUES

- Focus sur les flottes captives
 - Les véhicules et les stations sont déployés là où il y a de la demande
 - Pour atteindre une charge correcte de la station dès son ouverture
 - Et réduire le besoin d'investissement et le risque d'une station peu chargée
- Nous avons identifié les segments suivants¹ :



Livraison/Services



Taxis



Logistique urbaine



Flottes de véhicules

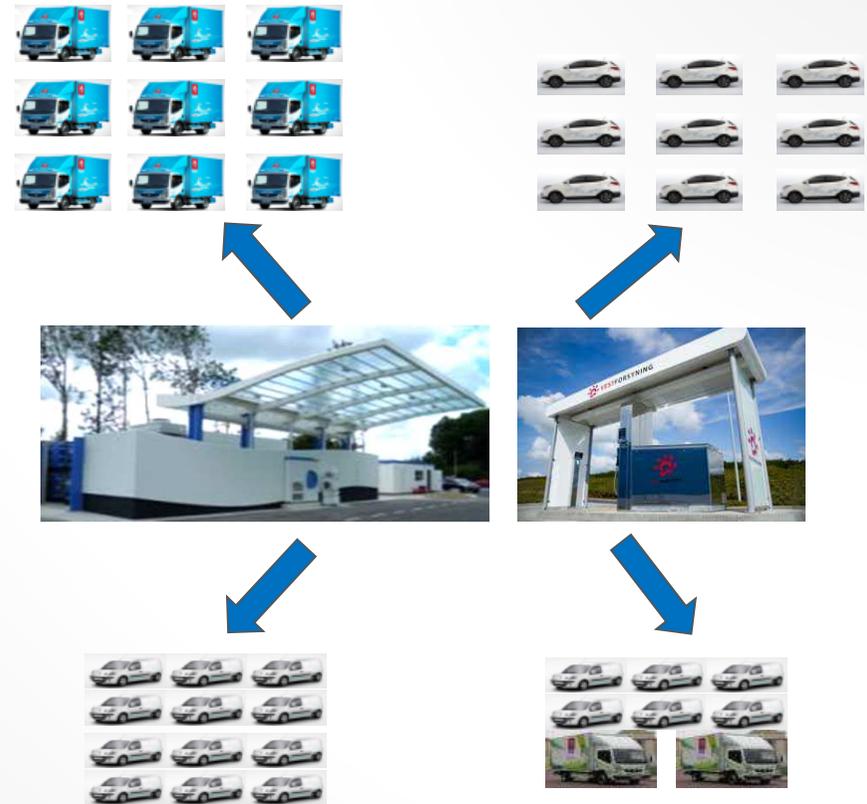
Source :



(1) Les bus n'ont pas été retenus, car la rentabilité économique n'est pas établie actuellement 13

CE QUI A FAIT APPARAÎTRE LA NOTION DE CLUSTERS DE FLOTTES CAPTIVES

- Définition d'une flotte captive
 - Flotte de véhicules avec des circuits et consommations assez prévisibles
 - Qui rentre régulièrement au même parking ou dépôt
- Définition d'un Cluster
 - Des flottes captives « multicients » autour d'une zone définie
 - Une ou plusieurs stations H₂



L'APPROCHE FLOTTE CAPTIVE : UNE MANIÈRE DE DÉMARRER LE MARCHÉ, AVANT UN DÉPLOIEMENT NATIONAL COMPLET

Déployer les premiers Clusters

Relier les Clusters

Couverture nationale

Clusters

- Des investissements raisonnables
- Des stations H₂ chargées

Déclencheurs du plan national

Disponibilité réelle des véhicules à des prix de marché
Une réglementation adaptée
Un support politique clair
Des intentions marquées des clients

Déploiement national

- Déploiement d'une infrastructure qui donne une bonne qualité de service aux clients

Le plan de couverture réel sera défini lors des prochaines étapes

2017

2020

2025

2030

Source :



■ Area where HRS provide coverage ▲ HRS in place as of 2014 — Highway with HRS

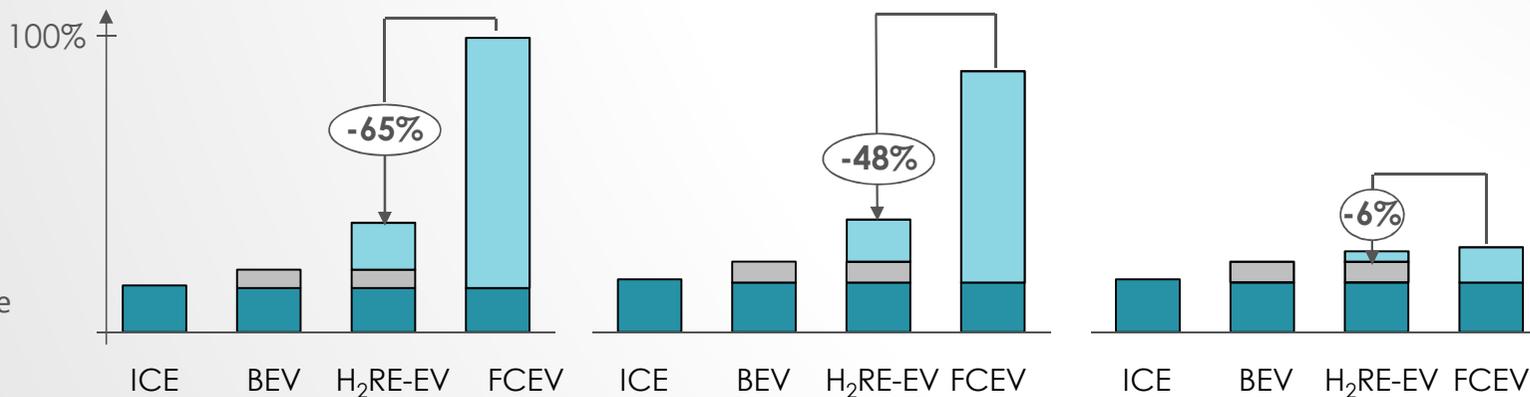
DÉMARRER AVEC DES PROLONGATEURS D'AUTONOMIE H₂: DIMINUTION DE 65% SUR LES COÛTS DES VÉHICULES

Comparaison effectuée sur un utilitaire type Kangoo

100 à 500 unités/an
(2015-2020)

1000 à 5 000 unités/an
(2020-2025)

10 000 à 50 000 unités/an
(2025-2030)



BEV: Véhicule Electrique à Batterie, **H₂RE-EV:** Véhicule Electrique à Range Extended H₂, **FCEV:** Véhicule à Pile à Hydrogène

- Les véhicules électriques à Prolongateurs d'Autonomie H₂ sont 65% moins chers que l'équivalent hydrogène à bas volume de production
- A haut volume de production, le surcôt d'un véhicule hydrogène se réduit à 6 000€

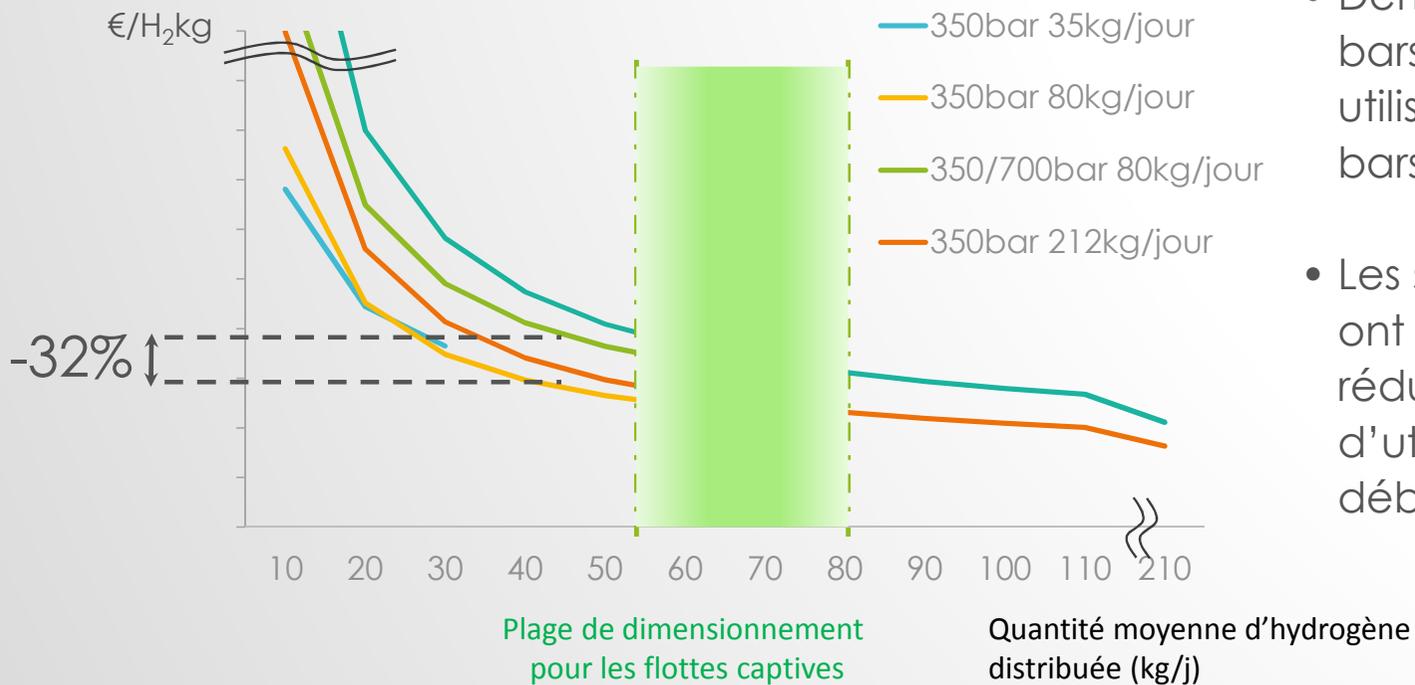
Source :



* Le système de bonus/malus actuel réduit le surcôt des véhicules électriques de 6 300€ par rapport à un diesel. D'ici 2020, les coûts des batteries devraient permettre de se passer de ce bonus.

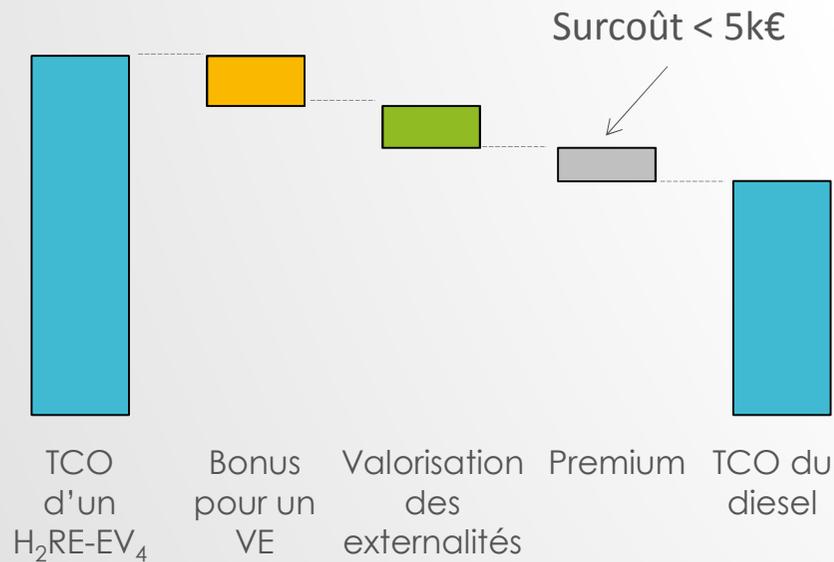
DÉMARRER AVEC DES STATIONS H₂ ADAPTÉES PERMET DE RÉDUIRE DE 32% LES COÛTS D'HYDROGÈNE À LA POMPE

Coût de l'hydrogène à la pompe pour des stations dimensionnées pour les flottes captives



- Démarrer avec des stations à 350 bars réduit les coûts et reste utilisable par des véhicules 700 bars
- Les stations pour flottes captives ont un dimensionnement plus réduit et un meilleur taux d'utilisation de la station dès le début

LES VÉHICULES À PROLONGATEUR D'AUTONOMIE H₂ ONT UN TCO₁ TRÈS PROCHE DES VÉHICULES À DIESEL : SURCÔUT <5k€



- Des « externalités » significatives identifiées
 - Usage plus important du véhicule donc meilleur amortissement comparé au VE₃
 - Moins d'accidents comparé au diesel
 - Meilleure disponibilité du véhicule grâce à la recharge rapide en hydrogène
- Améliore l'accessibilité aux centres urbains
 - Demande appuyée de véhicules utilitaires propres
- En prenant en compte du bonus VE de 6 300 €

Source :

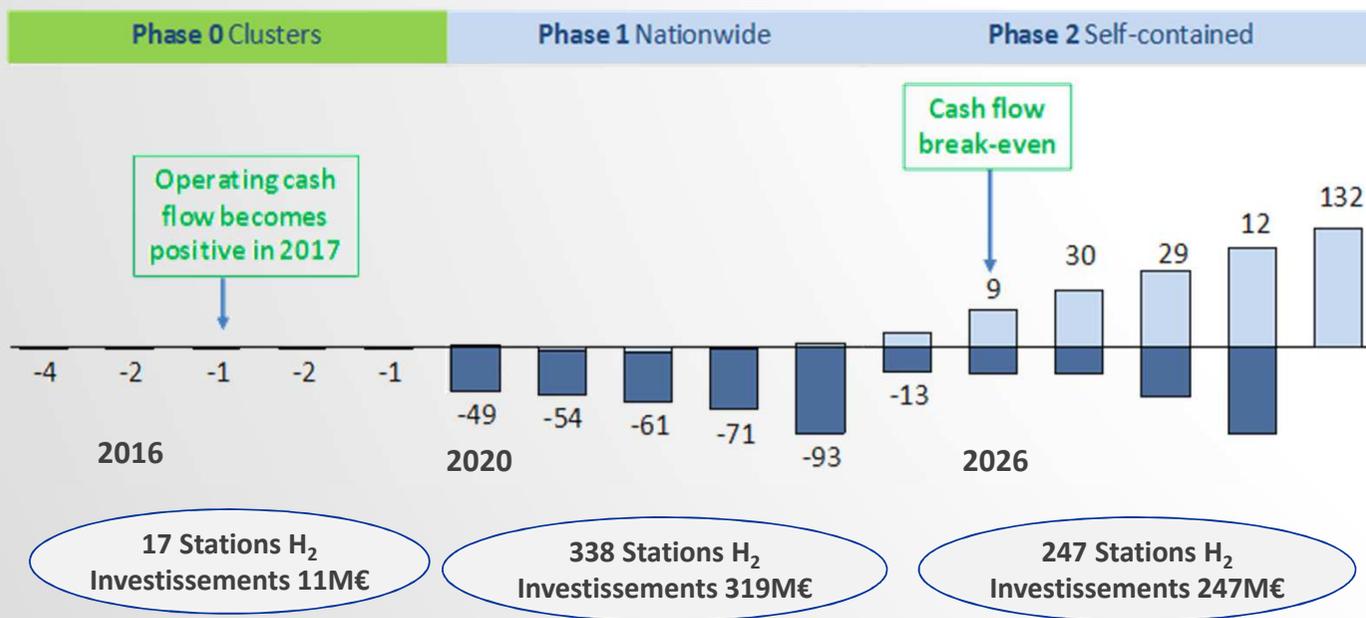


(1) TCO: Total Cost of Ownership, Coût Total de Possession
(2) Identifié lors d'une session de travail effectuée avec 10 opérateurs français en fev. 2014
(3) VE : Véhicule Electrique
(4) H₂RE-EV: Véhicule Electrique à Prologateur d'Autonomie H₂

LA VALLÉE DE LA MORT RESTE À PASSER POUR ATTEINDRE LA RENTABILITÉ FINANCIÈRE

Free cash flow d'une infrastructure hydrogène
Million EUR

■ Investissements ■ Cashflow opérationnel

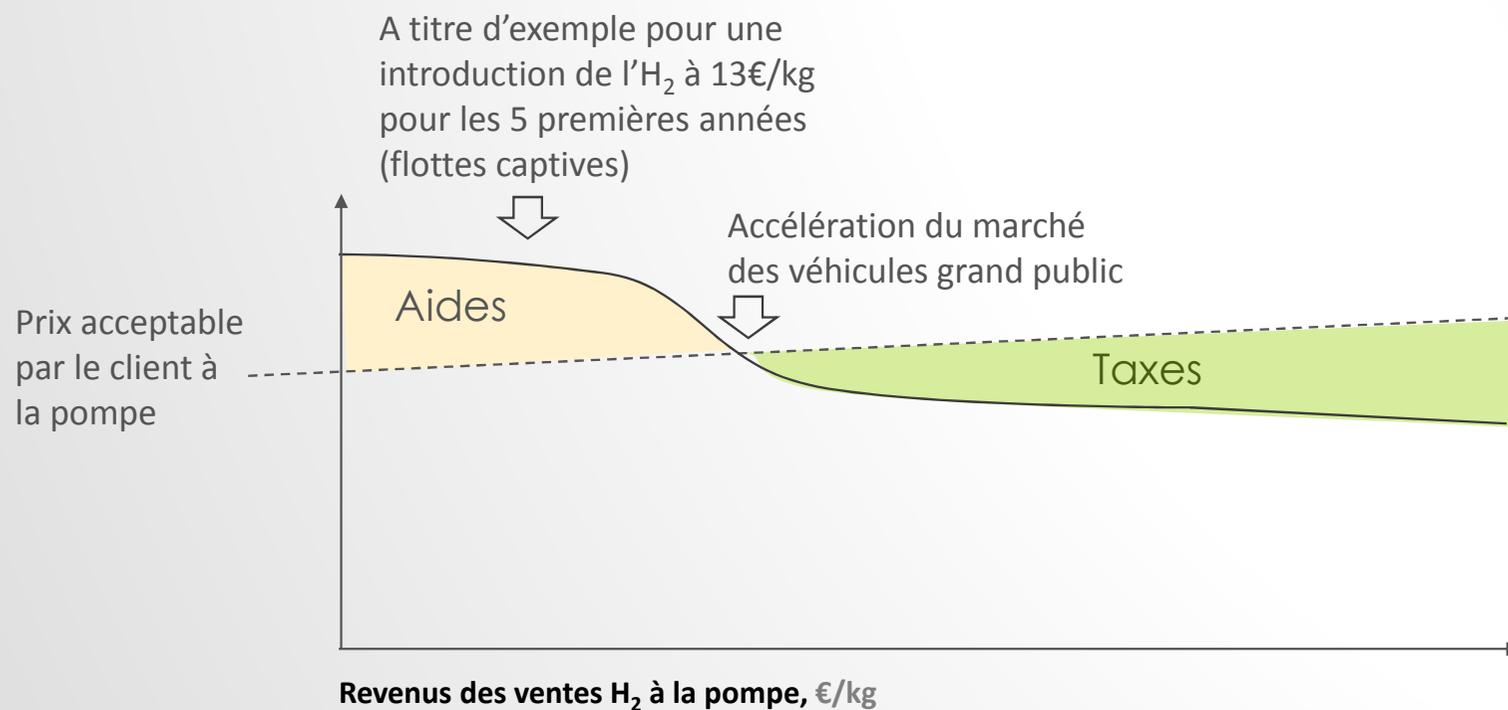


- Les déficits sont réduits grâce à cette approche
- Les stations peuvent avoir un cash flow positif dès 2020
- Le surcoût des véhicules hydrogène devrait être de 15 000€ sur la période 2020-2025

Source :



LA STRATÉGIE DE PRIX À LA POMPE MAXIMISE LES PREMIERS REVENUS ET DOIT PERMETTRE LA PARITÉ DIESEL DÈS 2020



Source :



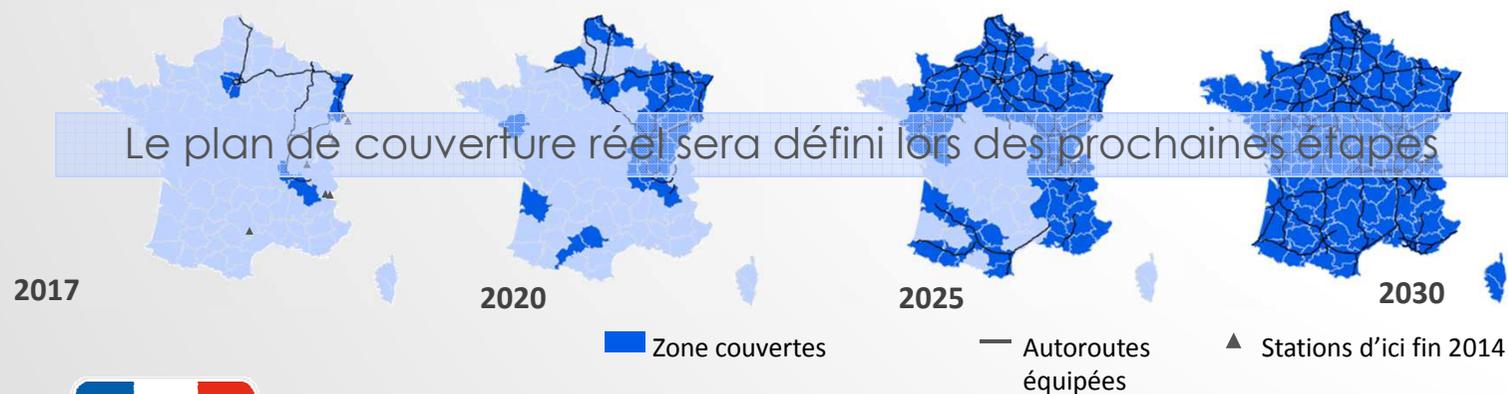
CONCLUSIONS ET PROCHAINES ÉTAPES

UN PLAN RÉALISTE POUR LE DÉPLOIEMENT D'UNE
INFRASTRUCTURE HYDROGÈNE NATIONALE A ÉTÉ
ÉTABLI

IL PERMET UN DÉMARRAGE RAPIDE D'UN
MARCHÉ RENTABLE

DES CLUSTERS QUI VONT REPRÉSENTER LA BASE DE LA FUTURE INFRASTRUCTURE NATIONALE

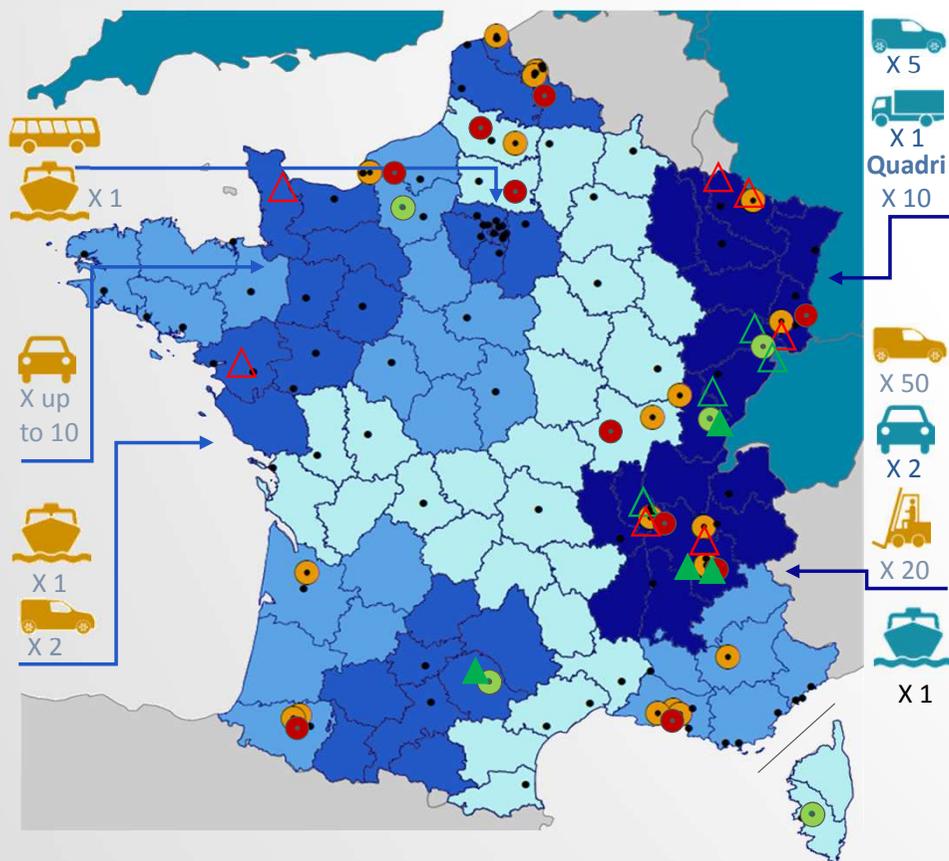
- Le déploiement des stations H₂ doit être structuré pour réduire les risques financiers
- L'identification des besoins des clients oriente l'implantation des premiers clusters
- Les premiers clusters permettent une couverture progressive et orientent les déploiements inter-clusters. Ces derniers seront moins rentables au début
- Les premiers Clusters n'empêchent pas le développement d'autres initiatives en région



Source :



NOUS POUVONS NOUS APPUYER SUR DES RÉGIONS VOLONTAIRES



Véhicule Hydrogène

- En usage
- Commandés/planifiés

Stations Hydrogène

- Démonos (4)
- Planifié 2014
- Planifié

Sources d'hydrogène

- Issu de SMR (Steam Methane Reforming)
- Hydrogène Fatal
- H₂ vert: photovoltaïque, éolien, ou biogaz

Source :



LE SUPPORT DES AUTORITÉS PUBLIQUES EST NÉCESSAIRE

- Reconnaissance explicite de la solution hydrogène pour décarboner les transports
 - Dans les textes officiels, telle la loi de transition énergétique, les plans nationaux pour réduire la pollution et le CO₂, etc.
- Définir et maintenir une réglementation adaptée
 - Pour simplifier les autorisations des DREAL, des industriels et des clients
- Aider au déploiement de démonstrations d'envergure
- Développer des aides pour promouvoir ces solutions

LA RÉGLEMENTATION ÉVOLUE FAVORABLEMENT

- Règlementation et Standardisation
 - Implication forte des DREAL et des régions
 - Règlementation sur les stations H₂ en entrepôts
- Véhicules hydrogène peuvent être homologués et immatriculés en France
 - Réglementations EC 79/2009 et EC 406/2010 appliquées par l'Arrêté du 22 mars 2011 (DEVRI108437A)
 - Les pompiers français fortement impliqués dans la définition des procédures de sécurité
 - Prochaine étape : règles propres aux parkings et tunnels
- Production et transport
 - Harmonisation des procédures d'autorisation des installations de production sur tout le territoire
 - Définition en cours de nouveaux niveaux de production facilitant l'installation des électrolyseurs (ICPE 1415)
- Stations H₂
 - Réglementation planifiée pour fin 2014 pour les flottes captives et 2016 pour les stations publiques

Source :



STRATEGIE D'ICI 2020

- Premiers clients majeurs identifiés
- Les premiers clusters devraient représenter :
 - 500-700 utilitaires légers
 - Quelques dizaines de petits camions
 - 15 à 20 stations H₂
 - En Bi-pression, à proximité des frontières
 - 350 bars pour les flottes captives
 - Certaines avec Electrolyseurs
- Dans des régions volontaires
- Qui vont être la base des couloirs TEN-T Européens
 - Couloir allemand vers Düsseldorf
 - Couloir belge vers Bruxelles et les Pays-Bas

Source :

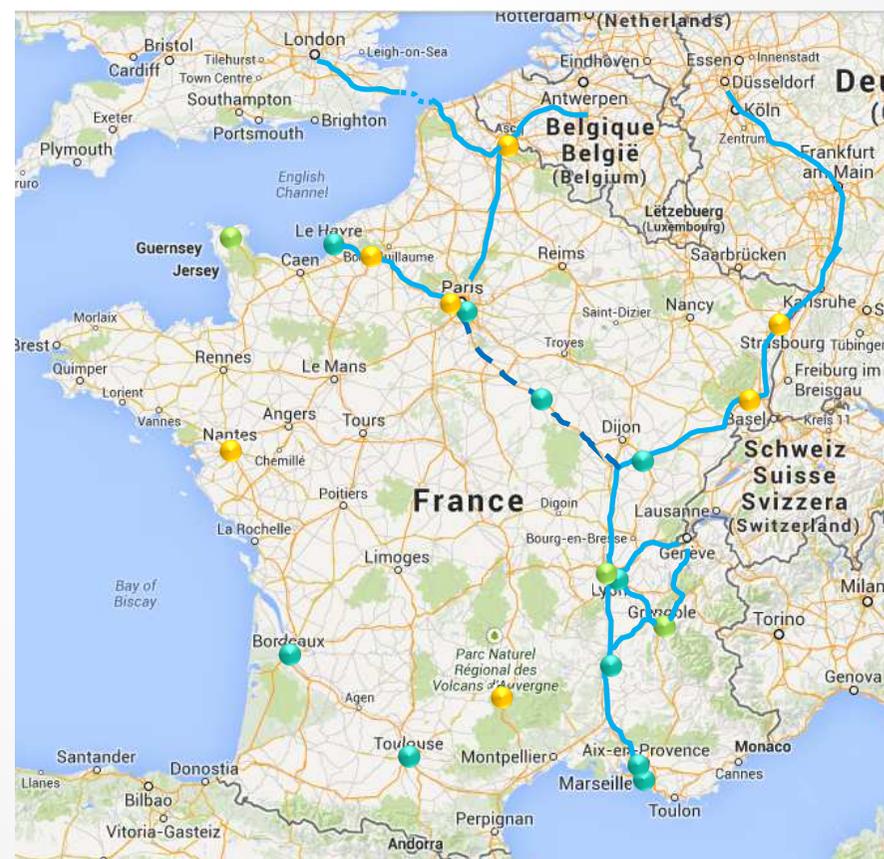


Premiers Clusters



PLAN 2014 – 2015

- Déploiements en cours de définition / sélection
- 4 à 5 stations (en jaune)
 - Une en double pression
 - Les 4 autres en 350 bars
- 400 véhicules hydrogène
 - 300 utilitaires à Prolongateur d'Autonomie H₂
 - 100 véhicules hydrogène



Points verts : stations déjà financées, construites ou en cours de construction

Source :



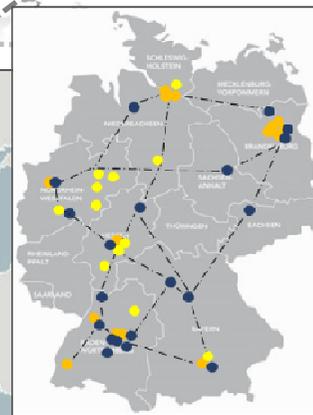
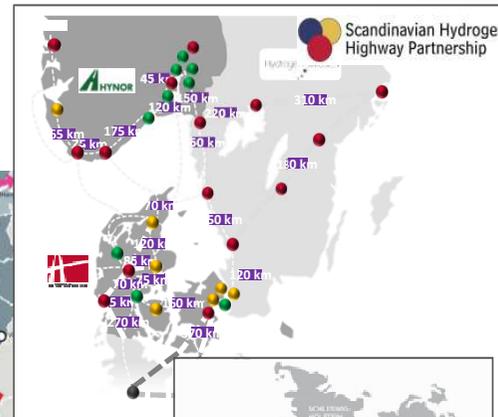
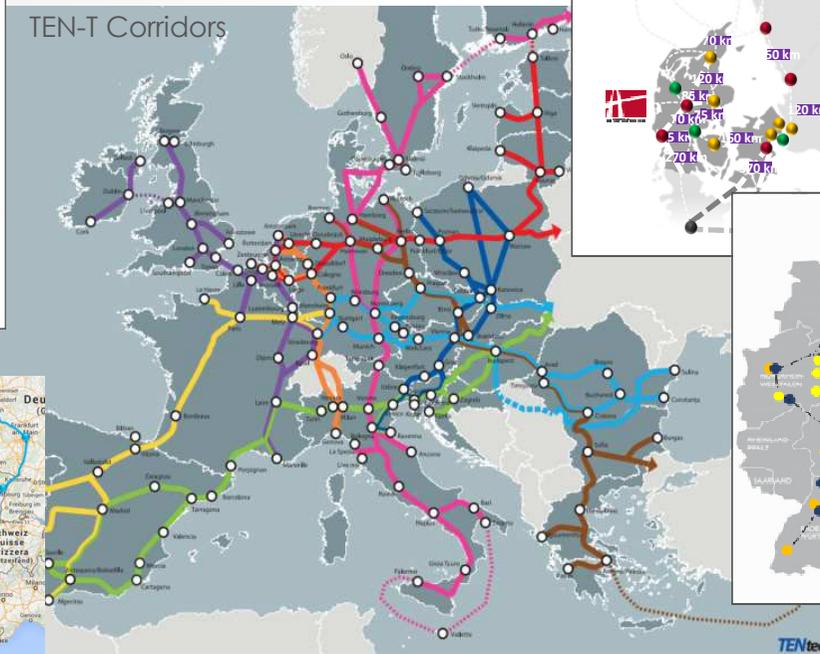
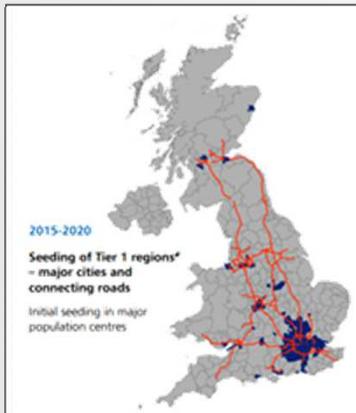
PREMIÈRE ESTIMATION DES BESOINS DE FINANCEMENT

	2014	2015 - 2019	2020-2024	2025-2030
FCEV/U (k€)	100,0	60,0	40,0	25,0
H ₂ RE-EV/U (k€)	50,0	30,0	23,0	19,0
HRS 35MPa (M€)	0,9	0,9		
HRS Medium (M€)	1,2	1,2	0,8	0,6
HRS Large (M€)			0,9	0,7
Vehicles (units)	150	1200	119500	760300
Total CAPEX (M€)	6,5	9,0	4414,5	18045,7
Funding need (M€)	1,7	2,0	0,0	0,0
HRS Deployments (units)	7	15	319	247
Total CAPEX (M€)	4,9	11,5	319,0	246,9
Funding need (M€)	3,8	10,5	95,7	0,0
Total Fundings (M€)	5,4	12,5	95,7	0,0
Private partners HRS	1,2	1	223	247

Source :



LE REGROUPEMENT DES INITIATIVES H2 MOBILITÉ EXISTANTES PERMET D'INITIER UN RÉSEAU HYDROGÈNE EUROPÉEN



Source :



MERCI POUR VOTRE ATTENTION

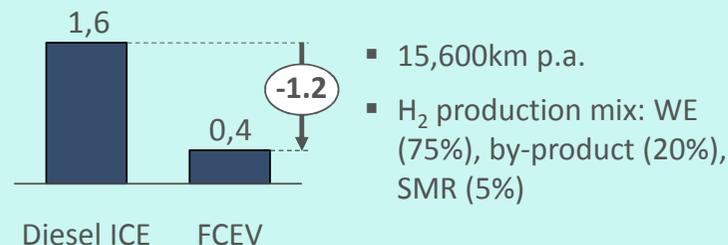
Quality of life

THE SOCIETAL COST SAVINGS BROUGHT BY FCEVs DISPLACING DIESEL ICE WILL AMOUNT TO C. EUR500MILLION OVER THE 2015-30 PERIOD

CO₂ EMISSIONS

A FCEV has no tailpipe emissions, and even accounting for WTW emissions, offer significant savings over a diesel ICE (c. -50% in 2020, increasing to -75% by 2030). This translates into a saving of **1.2tCO₂ per year by vehicle in 2030**, when the societal cost of CO₂ is evaluated at EUR105/tonne¹

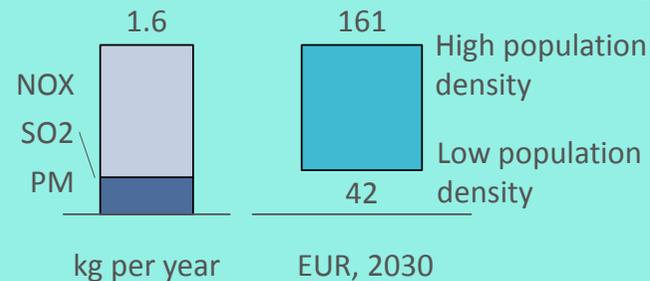
Annual CO₂ emission savings (WTW), tCO₂, 2030



AIR QUALITY

Air pollutants (e.g. NOx, Particulate Matter, SO₂) affect people's health and life expectancy. Air quality targets are not met in 15 areas in France, leading to the risk of fines by the European Commission. **The parc of FCEVs will avoid 1,300 tonnes of air pollutants by 2030, representing EUR98million annual societal cost savings**

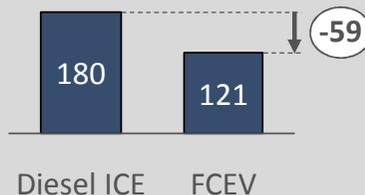
Emissions of EURO 6 diesel ICE and corresponding cost¹



NOISE

Noise also impacts on health, leading to further benefits from FCEVs that are quieter than equivalent diesel vehicles

Societal cost of noise¹, EUR/year, 2030



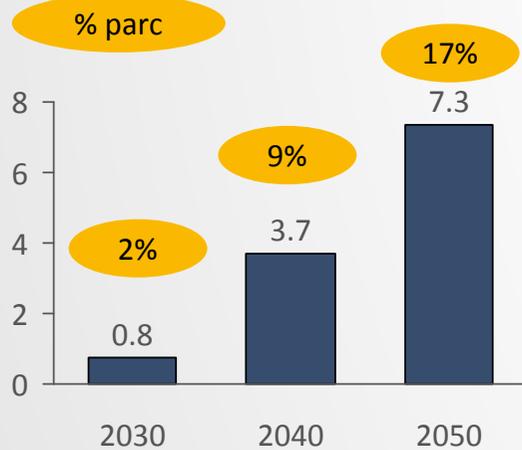
- The societal cost of the CO₂ emissions, noise and pollutants of a ICE vehicle amounts to EUR510 per year vs. EUR160 for a FCEV in 2030
- Accounting for discounting of savings, the cumulative **benefits of the FCEV parc will be EUR140million per year in 2030 and c. EUR500million over 2015-2030²**

Source: Element Energy 1 – As per societal cost used by the CGDD, before applying a discounting factor 2 – Discounting factor of 4%, as per CGDD approach, undiscounted annual savings = EUR260m, 2015-30 savings = EUR850m

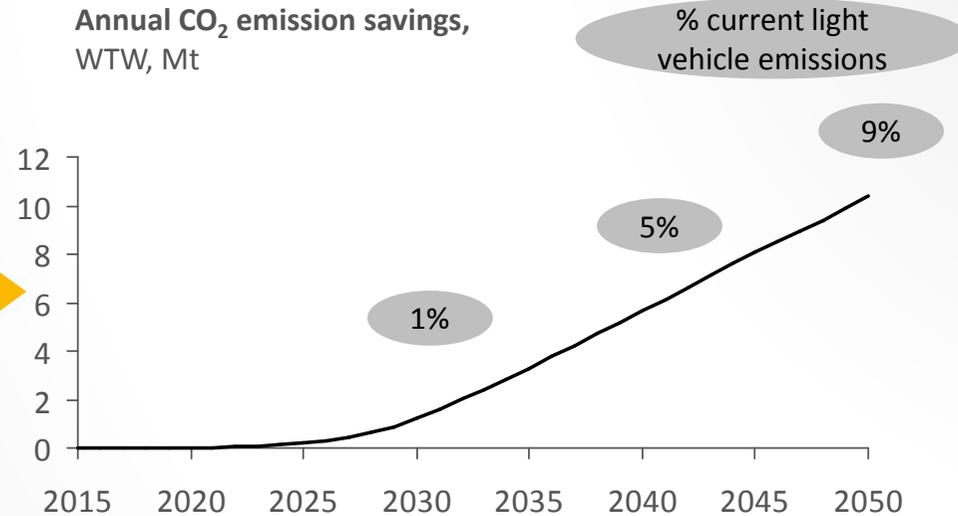
CO₂ emissions

CO₂ EMISSION SAVINGS ARE EXPECTED TO REACH 1.2MT P.A. IN 2030 AND 10MT P.A. IN 2050, HELPING FRANCE MEET ITS EMISSION REDUCTION TARGETS

FCEV parc, cars and vans, million



Annual CO₂ emission savings, WTW, Mt



- METHOD: FCEV sales projections as developed by the European Climate Foundation¹ are combined with annual sales assumptions to estimate the number of vehicles in circulation (parc size), taking a 15 year life assumption, in line with the CGDD approach.
- This results in a parc increasing from 0.8 million in 2030 to 7.3 million FCEVs by 2050 (17% of total light vehicles parc, broadly in line with the ANCRE 'decarbonisation through electricity' scenario²)

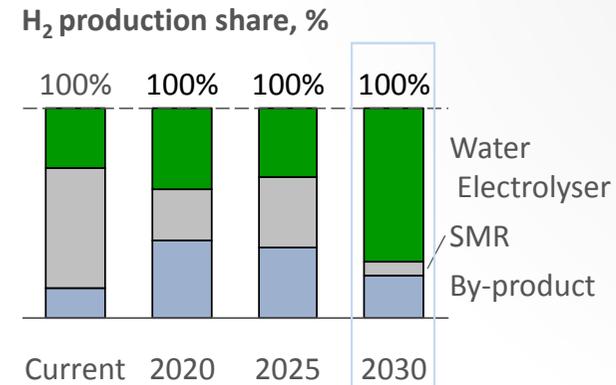
- Despite the limited parc share that FCEVs represent by 2030, their cumulative savings amount to 4Mt of CO₂ between 2015-2030. The annual saving in 2030 (1.2Mt) is the equivalent of **taking 780,000 diesel ICE vehicles off the road**
- The annual savings will increase from **1.2Mt p.a. in 2030 to 10.4Mt p.a. in 2050**, which represent 9% of current WTW emissions of light vehicles
- FCEVs will allow the decarbonisation of long distance vehicles that cannot transition to pure electric powertrain

Source: Element Energy ANCRE: French National Alliance for Energy Research Coordination CGDD: General Committee of Sustainable development 1 - 'Fuelling Europe's future' European Climate Foundation report, June 2013 2 - This ANCRE scenario implies an FCEV share of 5% new passenger car registrations in 2030, rising to 20% in 2050

Energy security and impact on economy

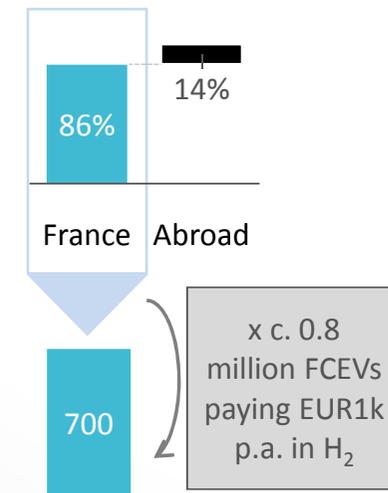
A TRANSITION TO HYDROGEN VEHICLES WILL IMPROVE THE TRANSPORT ENERGY TRADE BALANCE AND ENERGY SECURITY

- **At the EU level**, the evaluation of macro economic impacts of the transition to low emissions vehicles¹ shows it would have a positive impact on GDP. Net additional jobs have been evaluated at between 660,000 and 1.1 million by 2030, across all industry sectors
- **At France level**, the development of the FCEV market presents two opportunities for the transport energy balance trade and for employment:
 - H₂ mobility will allow a move away from diesel (for which value is mostly created abroad) to H₂ production that relies mainly on electricity, an energy vector with a **higher energy independence index** than diesel². **The production and sales of H₂ for vehicles in France would represent a value of over EUR700million p.a. by 2030**
 - The automotive industry is still a large employer in France (135,000 employees in manufacturing and over 200,000 for OEMs supply chain³). The skilled workforce will present the opportunity of **attracting the manufacturing of high-tech FCEVs in France** and thus sustain/ provide further employment opportunities



Hydrogen value chain

Based on assumption that 88% of electricity value is created in France in 2030 (See Appendix B for details)



Source: Element Energy 1 – ‘Fuelling Europe’s future’ ECF report, 2013 2 – As electricity is mostly generated from renewables or based on nuclear for which the strategic storage is equivalent to 1 year of demand vs. 3 months of storage for diesel 3 – CCFA