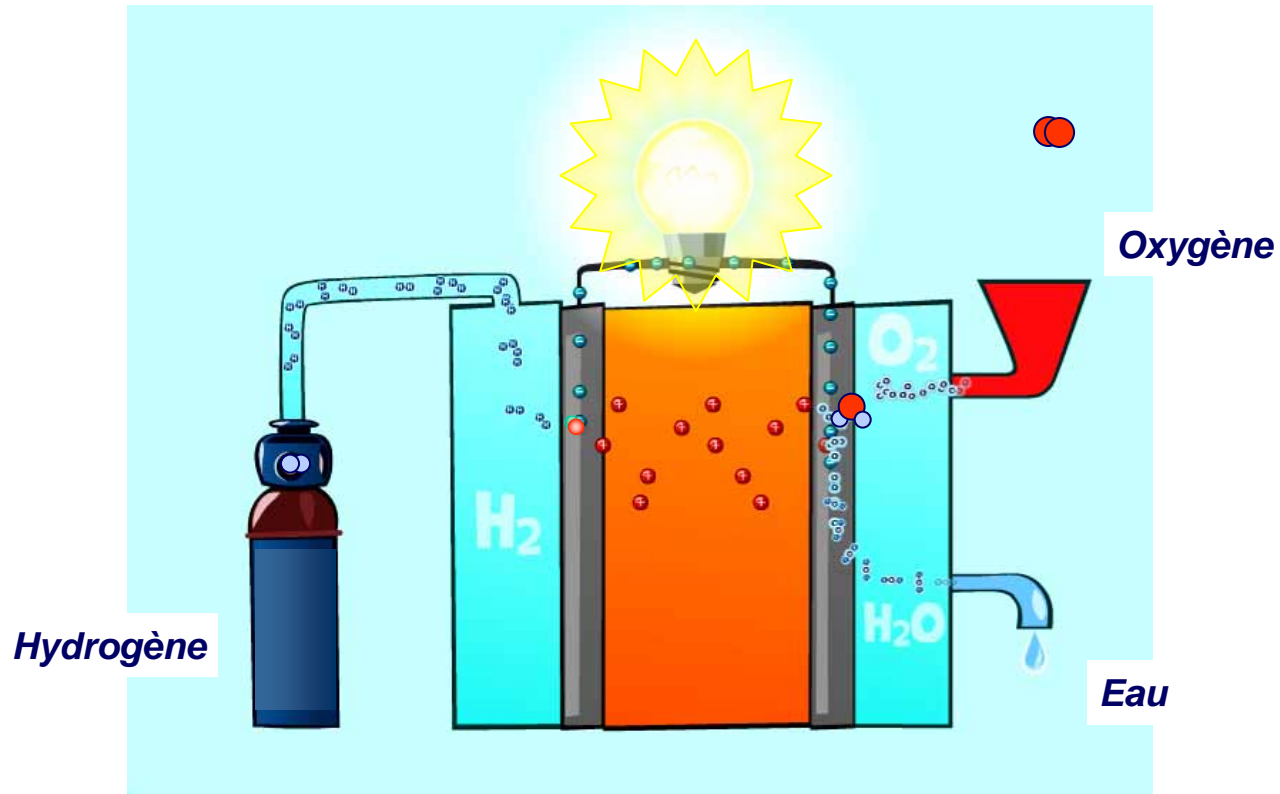


Hydrogène-énergie et Mobilité durable

Jean-Baptiste Mossa
Air Liquide Hydrogen Energy

Qu'est-ce que l'hydrogène-énergie ?



Un vecteur énergétique qui permet de produire de l'électricité à partir d'hydrogène sans polluer.

Les applications de l'Hydrogène énergie

Marchés précoces



**Chariot élévateurs électrique à hydrogène
Walmart ravitaillé par une station Air Liquide**

Mobilité



Stationnaire



Antenne-relais Bouygues Telecom Pile à combustible Axane

Marchés de niche



Tournage de cinéma alimenté en électricité par une pile à combustible Axane

■ **Faits :** un nouveau mix énergétique est nécessaire rapidement

■ **Convictions :**

- ✓ les motorisations électriques seront prédominantes, en raison de leur efficacité et de leurs faibles émissions de CO₂
- ✓ l'hydrogène pourrait avoir une place dans cette nouvelle équation énergétique
- ✓ c'est une opportunité de croissance

Comment, quand et à quel coût ?

► Un rapport apporte une première réponse tangible
« *La place des Véhicules Électriques à Hydrogène dans le paysage automobile du futur* »

**Un rapport qui confirme que
les Véhicules Électriques à Hydrogène (VEH₂) arrivent en tête comme la
solution la plus faiblement carbonée
pour les trajets de longue distance
et les véhicules de taille moyenne et grande**

L'étude « A portfolio of power-trains for Europe »

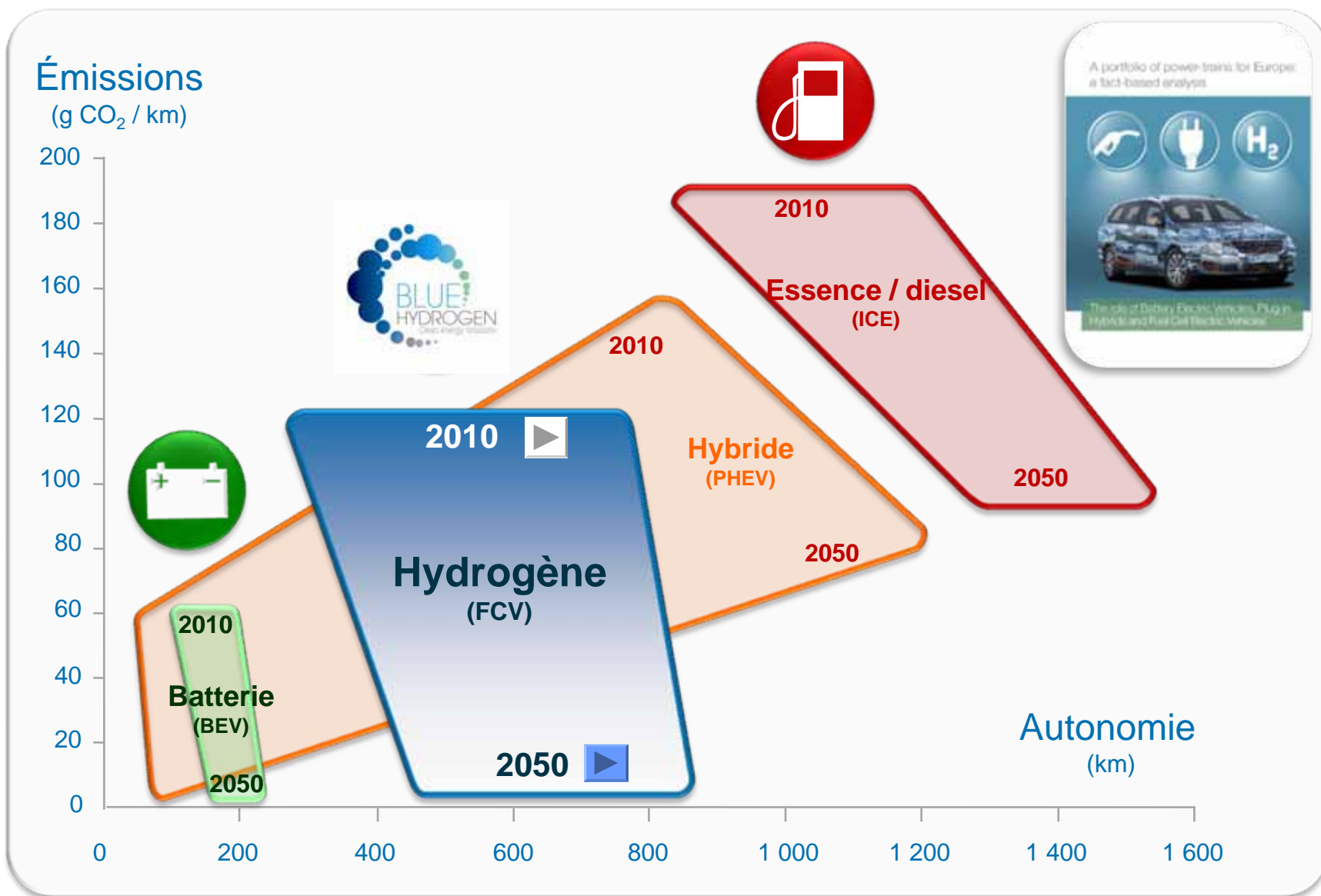


- ### Principes
- données propriétaires confidentielles exclusivement
 - 'Démarche transparente' – pas de promesse optimiste, consultant indépendant pour challenger la démarche et les résultats
 - Partage des résultats avec les parties prenantes extérieures
 - Toutes motorisations pertinentes évaluées (MCI, VEB, VHR, VEH₂)

Car OEMs	DAIMLER HONDA The Power of Dreams	HYUNDAI KIA MOTORS	NISSAN	RENAULT	VW	BMW	TOYOTA
Oil and gas	Eni	OMV	Shell	TOTAL	galp energia		
Utilities	EnBW	VATTENFALL					
Industrial gas companies	AIR PRODUCTS	AIR LIQUIDE					Linde
Equipment OEMs	INTELLIGENT ENERGY Clean fuel and power					Powertech	
Wind	NORDEX						
Electrolyser companies	HYDROGENICS Advanced Hydrogen Solutions	PROTON ENERGY SYSTEMS	ELT Elektrolyse Technik			Hydrogen Technology	
NGOs, GOs	European Climate Foundation	NOW Nationale Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie				New Energy World AG	

www.zeroemissionvehicles.eu

Les VEH₂ : une solution performante



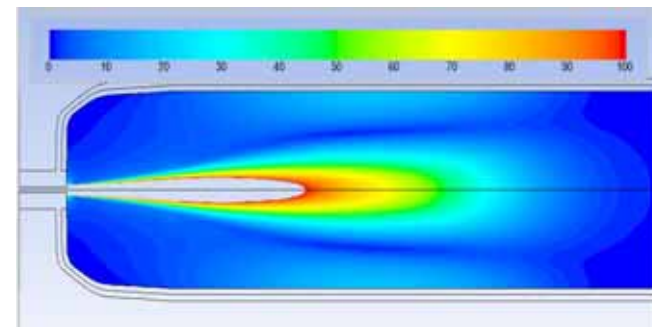
Des progrès technologiques majeurs



Stockage composite



Tests en laboratoire



Modélisation numérique du remplissage rapide

Démarrage à froid



Connexion rapide



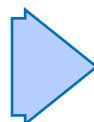
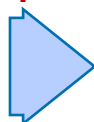
General Motors, Kapuskasing (Canada)
latitude 49° Nord



Assemblage de piles à combustible

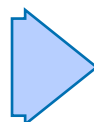
Aujourd'hui

Dépendance aux hydrocarbures : 100 %



Efficacité : plafond théorique 25 %

Performances environnementales : potentiel d'amélioration limité



Moteur à combustion interne

Véhicule hybride

Demain

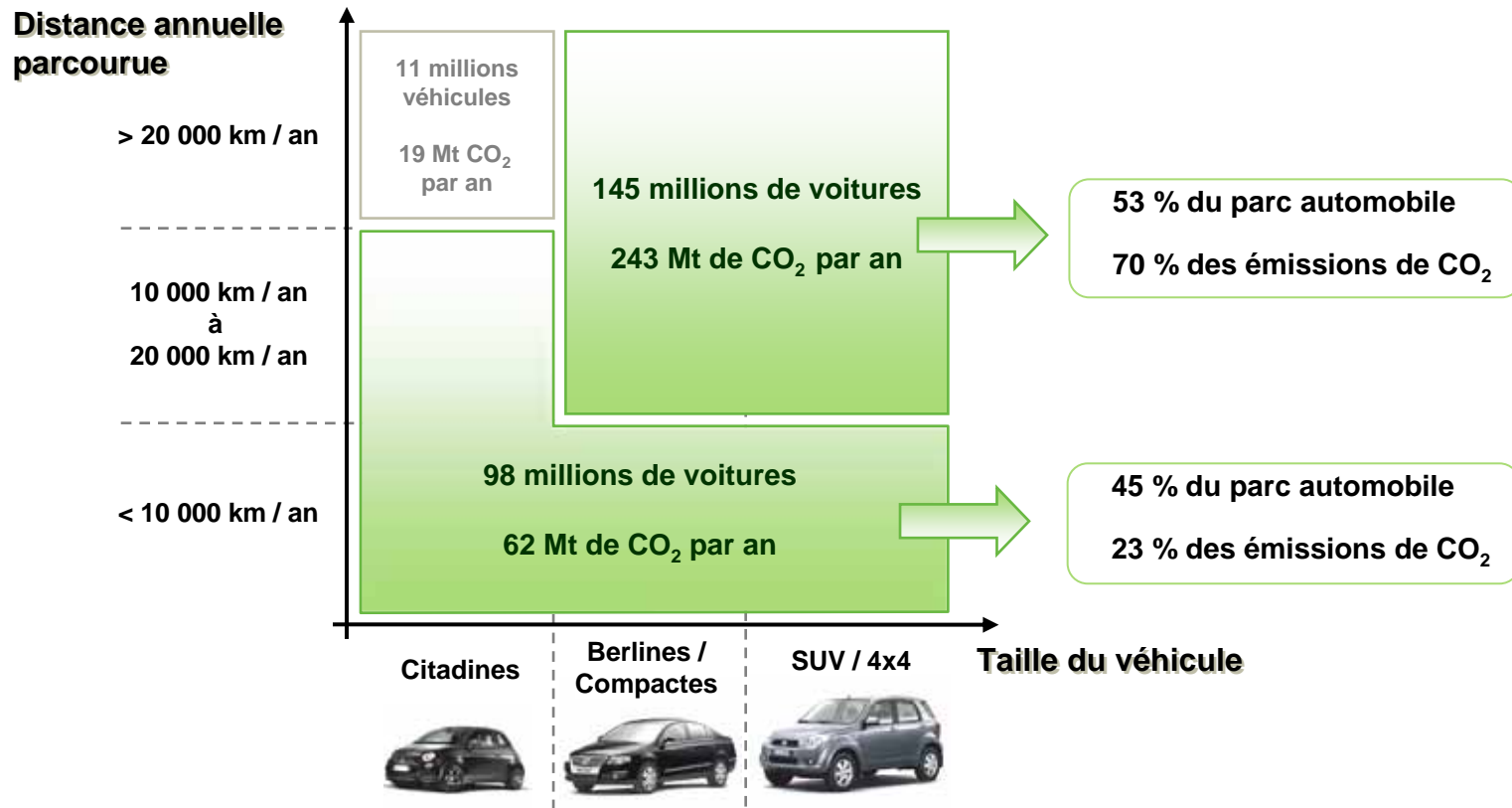


Véhicule Électrique à Batterie (VEB)



Véhicule Électrique à Hydrogène (VEH₂)

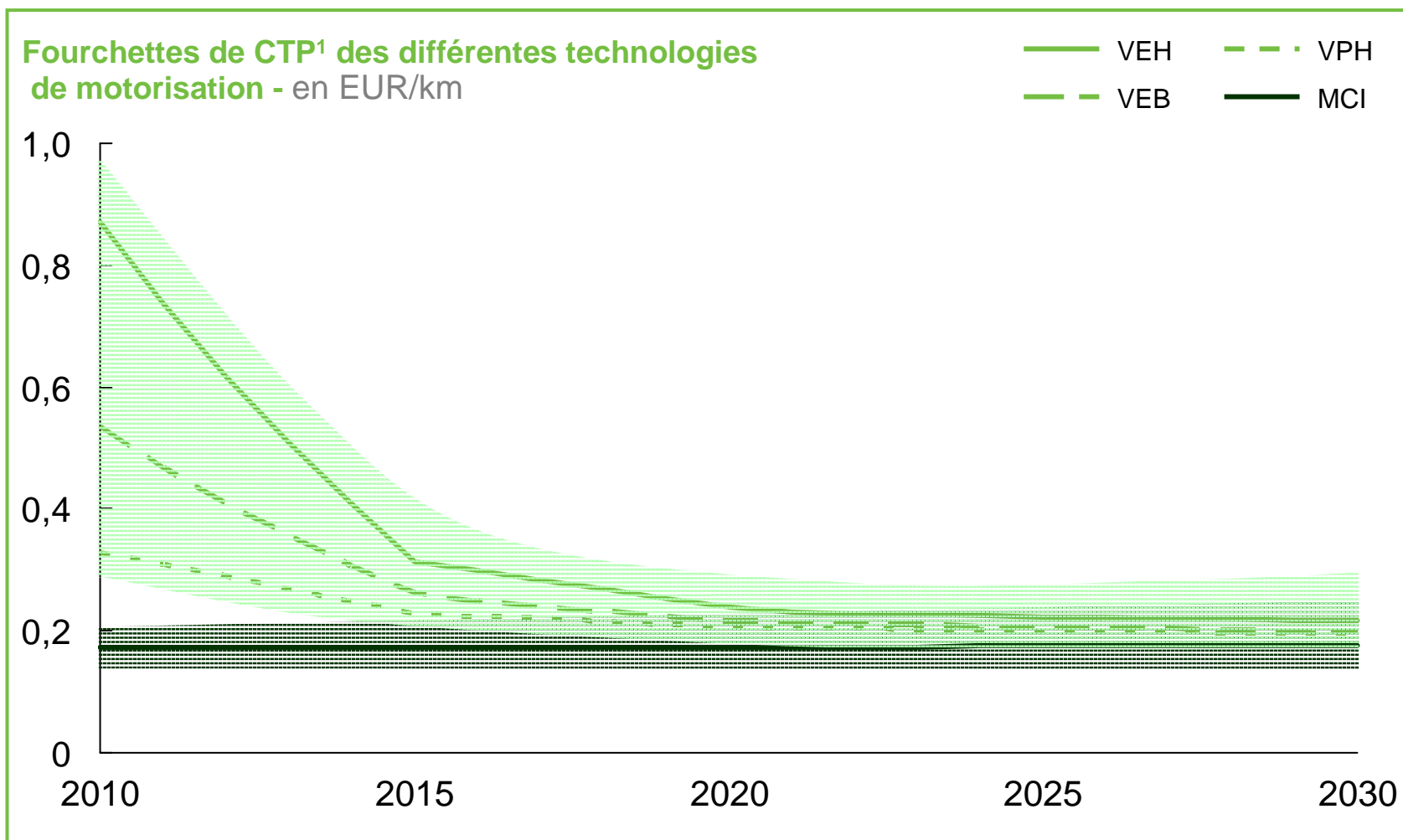
Une pollution inégalement répartie



Il est trois fois plus efficace de réduire les émissions:

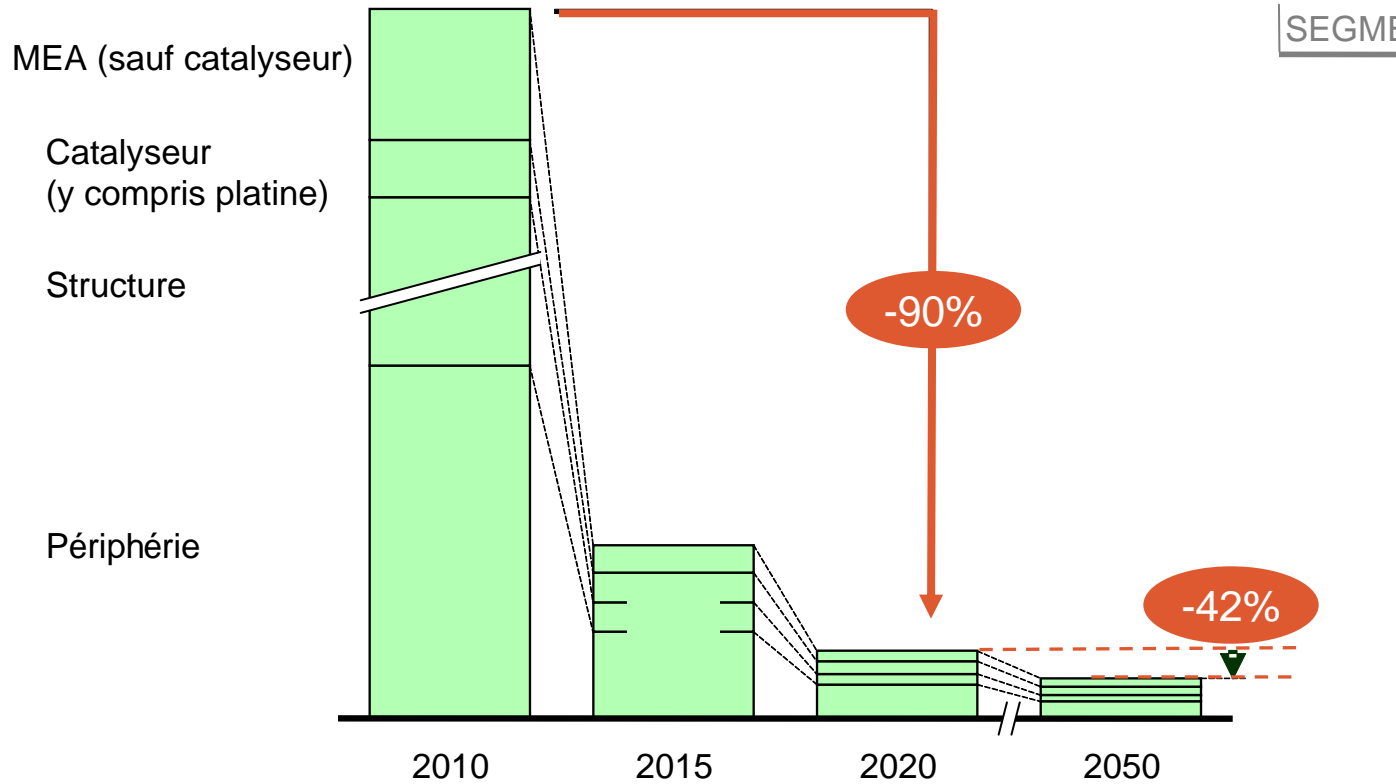
- pour les véhicules plus grands que les citadines
- sur les longues distances

Après 2025, les coûts de possession pour toutes les motorisations convergent (pages 39 à 41)



90% de réduction du coût des piles à combustible attendu d'ici 10 ans (page 34)

SEGMENT C/D



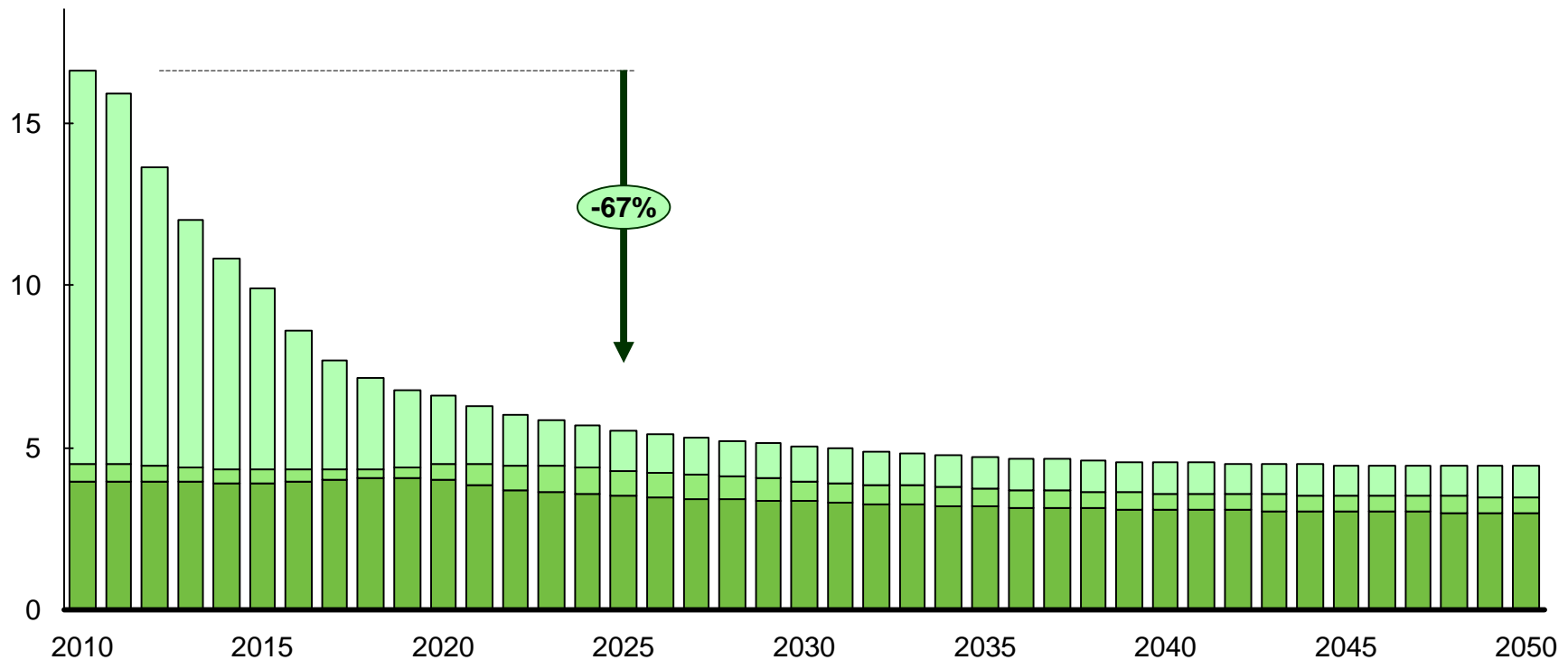
Durée de vie , '000 km	115	180	247	290
Platine en g/kW	0.93	0.44	0.24	0.11
Coût , en EUR/kW	500	110	43	

Mini	221	42	16	
Maxi	781	252	98	

Coût du kg d'H2 : une vente à prix coûtant est inenvisageable les 15 premières années (page 38)

■ Vente au détail ■ Distribution ■ Production

Coût de l'hydrogène
en EUR par kg

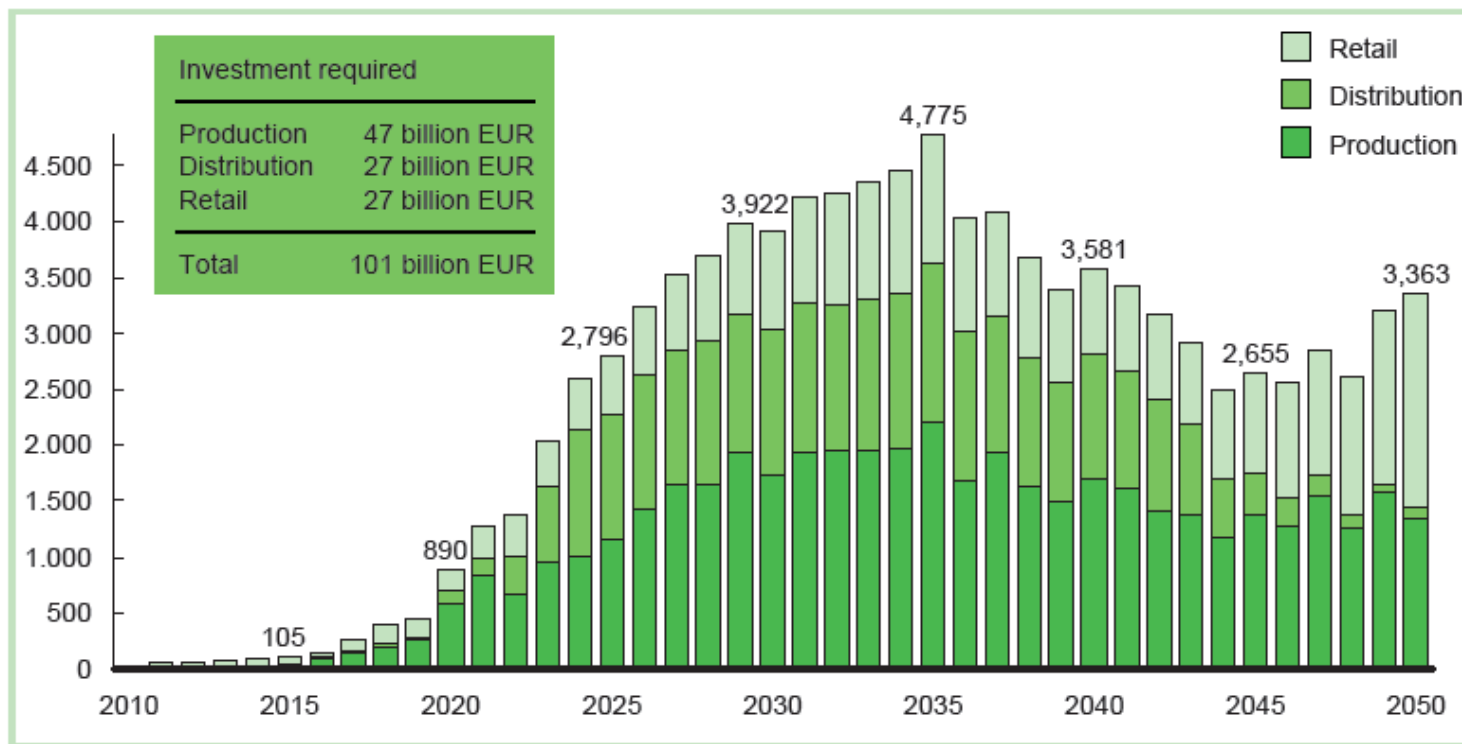


- Politique de 'pricing'
- Mesures incitatives

L'infrastructure

- Pour 100 millions de véhicules hydrogène
 - ✓ 1000-2000 € par véhicule

EUR million



Investment required	
Production	47 billion EUR
Distribution	27 billion EUR
Retail	27 billion EUR
Total	101 billion EUR

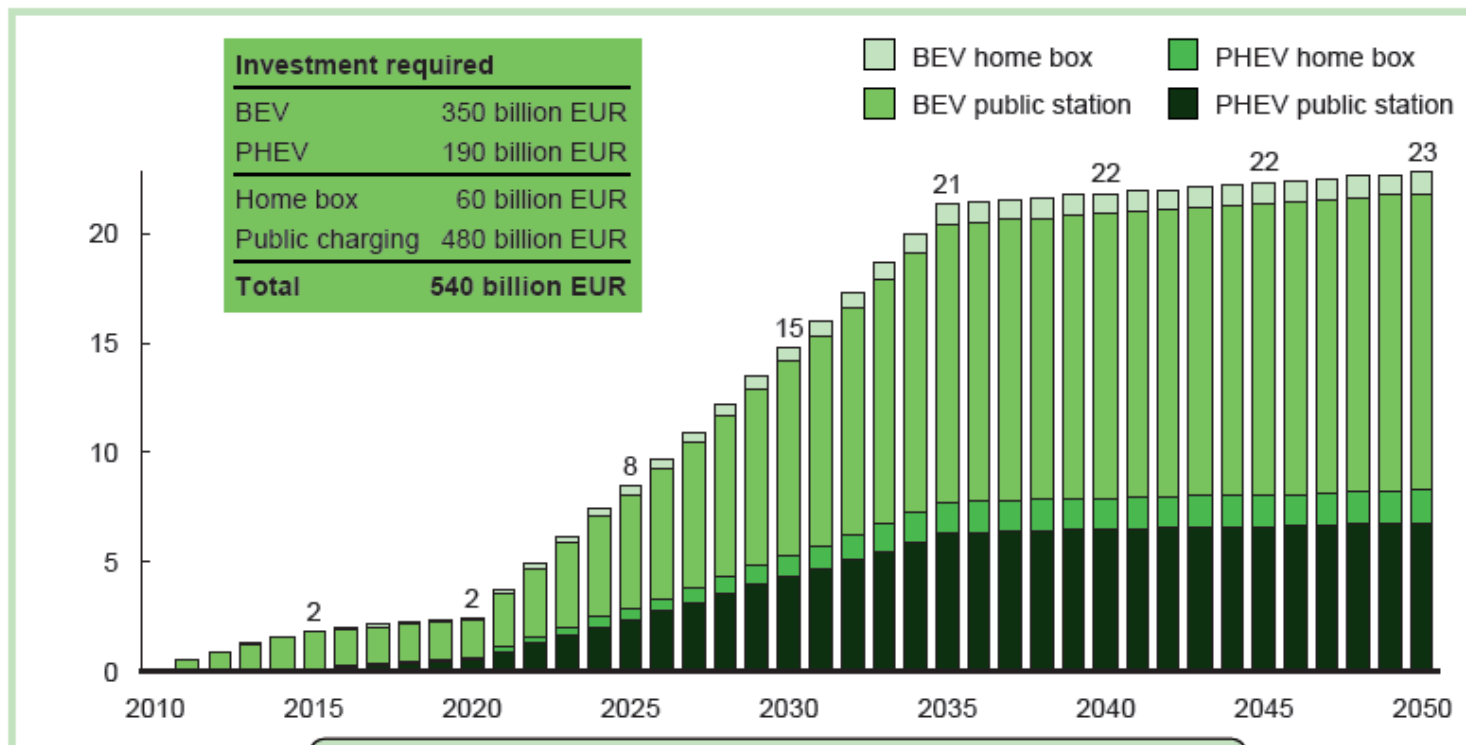
- Retail
- Distribution
- Production

L'infrastructure

■ Pour 300 millions de véhicules électriques et hybrides

✓ 1500-2500 € par véhicule

EUR billion



Average annual investment of 13+ billion EUR over next 40 years is considerably larger than investment needed for FCEVs, but serves more vehicles (~300 million BEVs/PHEVs¹ compared to ~100 million FCEVs)

Les deux infrastructures sont nécessaires et accessibles

Les technologies sont prêtes



- **TOYOTA - Chris Hostetter, Sales Group vice-president of strategic resources - 10/05/2011.**
"Fuel cell technology is viable and ready for the mass market," "Toyota plans to bring a fuel cell vehicle to market in 2015 or sooner, and we will not be alone in the marketplace."

Source : <http://pressroom.toyota.com>



- **GM-OPEL - Mark Adams, Vice President of Design - 04/07/2011.**
"Fuel cell propelled electric vehicles can be commercialized by a 2015/2016 timeframe,"

Source : <http://media.opel.com>



- **DAIMLER - Dieter Zetsche, CEO - 02/06/2011.**
"We intended to go for volume production in 2015, but because of the experience of the world tour we have pulled forward." He said volume production would begin in 2014. "The product is ready for the market technically"

Source : <http://www.insideline.com>

Pour accueillir ces voitures, il faut investir maintenant dans les infrastructures.



- **HYUNDAI-KIA - Byung Ki Ahn, General manager of Fuel Cell Group - 04/06/2010.**
"Pilot-scale production of 1000 fuel cell cars a year will begin for us in two years,". "Our first cars (...) will allow us to make the final stages of development progress before we begin commercial production of around 10,000 hydrogen cars a year in 2015."

Source : <http://www.autocar.co.uk>



- **Steve S. Yang, Hyundai President and Chief Executive – 11/09/2010.**
"Our ultimate goal is to build fuel-cell vehicles and make them available from 2015. Of course, we need EVs and we need hybrids but these are an intermediate step for FC vehicles."

Source : <http://www.newsmail.com.au>



- **HONDA - Takanobu Ito, CEO – 21/01/2010.**
"I think the ultimate eco car is a fuel cell car."

Takanobu Ito fully expects his company to offer a vehicle powered by hydrogen fuel-cells by the year 2018 (01/03/2007)

Source : <http://www.detnews.com>

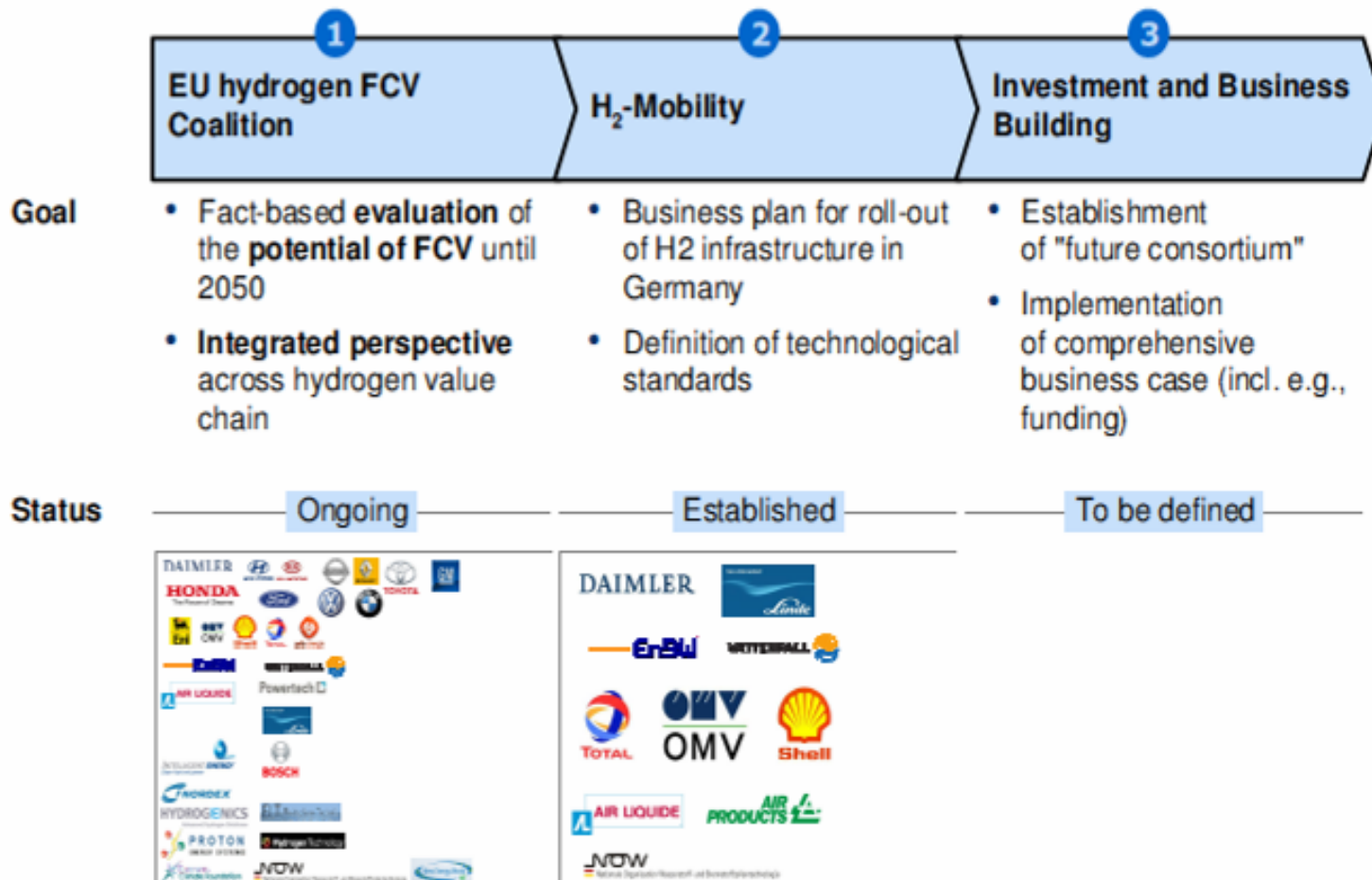


- **FORD - Alan Mulally , CEO – 26/06/2009.**
Alan Mulally sees 2015 as the date that fuel cell cars would go on sale.

Source : Edison Electric Institute conference

Prochaines étapes

Le premier d'une série de projets destinés à construire la filière VEHs



Un avenir déjà en marche

- 200 stations services à hydrogène opérationnelles dans le monde
- 50 bus et 300 véhicules de démonstration
- 5 000 systèmes stationnaires
- 1 000 chariots élévateurs



Shanghai – Challenge Bibendum



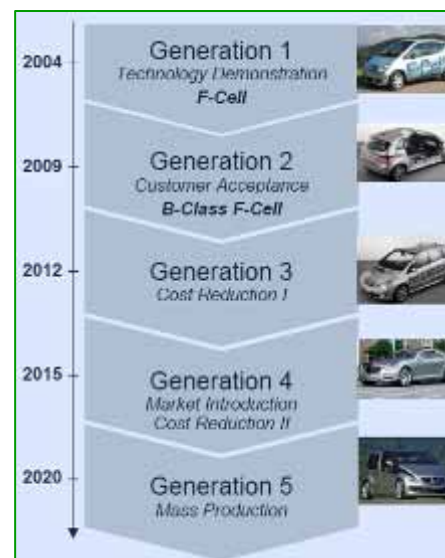
London – Bus à pile à combustible



France – Bouygues Telecom



USA – Chariot élévateur



Feuille de route de Daimler

H2 Mobility – Projet allemand



- Initiative associant le gouvernement allemand et des entreprises industrielles pour construire une infrastructure de distribution d'hydrogène en Allemagne
- Une vingtaine de partenaires industriels
- Entre 500 et 1000 stations de distribution d'hydrogène en 2020
- Entre 150 000 et 500 000 VEH₂ en 2020



Approvisionnement en H2 : quelques chiffres

2010

APPROVISIONNEMENT EN H2

La situation actuelle en Allemagne

**Points de distribution
aux consommateurs:**

~1000 sites

Camions:

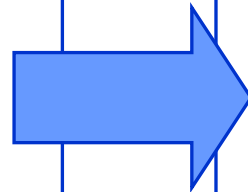
250-300 Camions 'Tube trailers'

Fréquence:

~60 000 livraisons / an

~160 livraisons / jour

~1 livraison / semaine / site



2020

H2 POUR L'AUTOMOBILE (VEHs)

Exemple de déploiement

Consommateurs :

300 000 véhicules (12 000 km/an)

25 remplissages/véhicule/an

Points de distribution:

~ 500 SRH

(Stations de Remplissage Hydrogène)

Camions:

250 Camions 'haute pression'
supplémentaires



Fréquence :

Livraison tous les 3 jours

~170 livraisons par jour

Implantation des stations H2 dans le monde

- Environ 200 stations sont déjà installées dans le monde:

-  Station déployée
-  Station prévue






- ✓ Amérique du nord (États-unis, Canada)
- ✓ Asie (Japon, Corée)

Source : www.h2stations.org

Implantation des stations H2 en Europe



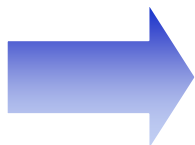
-  Station déployée
-  Station prévue
-  Station pour utilisation spéciale (R&D, démo...)

- En Europe, un axe nord-sud fort émerge:
 - ✓ partant des pays scandinaves
 - ✓ en passant par l'Allemagne
 - ✓ jusqu'à l'Italie
- Cet axe pourrait devenir une future autoroute de l'hydrogène
- Un seul point jaune en France : la station expérimentale d'Air Liquide Sassenage

Source : EHA Hydrogen Stations Map

De nombreux soutiens publics en France

- Environ 150 M€ dédiés à l'hydrogène énergie depuis 2005
- Programme H2E d'OSEO: 19 partenaires, 200 M€ sur 7 ans
- Appel à Manifestations d'Intérêt - Hydrogène et Piles à combustible
 - ✓ Projet ALByO: projet de production d'Hydrogène par biogaz
 - ✓ Projet Cryocap à Port Jérôme: captage de CO2 lors de la production d'H2
- Appel à Manifestations d'Intérêt - Chaînes de traction électrique
 - ✓ Projet Taxi Mia: déploiement d'une flotte de taxis PaC
 - ✓ MobilHytEst: utilisation d'Hydrogène fatal pour l'alimentation d'une flotte captive de véhicules



A ce jour, pas de soutien effectif au déploiement de l'infrastructure

Conclusions

- L'hydrogène est une des solutions pour répondre à court terme aux défis de la mobilité durable (réduction des GES, de la pollution locale et moindre dépendance aux carburants pétroliers), **contribuant ainsi aux enjeux environnementaux et sociétaux**
- **AL, leader mondial, jouera pleinement son rôle** pour que, comme en Allemagne, **une filière H2 se mette en place en France.**
- La France doit investir dans des **projets de déploiement des infrastructures en complément de son soutien aux applications de l'H2 énergie.** C'est un moyen de contribuer à l'emploi et à la **compétitivité de la France** en Europe et dans le monde.

A solid green vertical bar on the left side of the slide.

■ Merci de votre attention!

BACK UP

H₂ énergie : avantages du puits à la roue



Emissions de CO₂

**Production
de carburant**

Emissions automobiles

Pétrole

30 g/km

150 g/km

180 g/km

Hydrogène

90 g/km

ZERO Emission

90 g/km

Réduction de moitié des émissions de CO₂

Sources : EUCAR-Concave 2007



H₂ énergie : la mobilité propre



Emissions de CO₂

**Production
de carburant**

Emissions automobiles

Pétrole

20
g/km

90 g/km

110 g/km

←
Moteurs hybrides

Hydrogène







ZERO Emission

←
Hydrogène « vert »

Zéro émission de CO₂

Rendement, Pourcentage

Voies de production courantes 2020

Porteur d'énergie primaire	Production carburant		Transport		Distribution		Véhicule		Rendement puits à roue
		%		%		%		%	%
	Essence	86%	Transport	98%	Distribution	99%	MCI	30%	25%
	Diesel	84%	Transport	98%	Distribution	99%	MCI	35%	29%
	Énergie	51%	Transport	90%			VEB	68%	31%
	Énergie → H ₂	34%	Transport	89%	Distribution	90%	VEH2	56%	15%
	H ₂	51%	Transport	89%	Distribution	90%	VEH2	56%	23%
	CNG	94%	Transport	93%	Distribution	90%	MCI	30%	24%
	Diesel ¹	63%	Transport	98%	Distribution	99%	MCI	35%	21%
	Énergie	58%	Transport	90%			VEB	68%	35%
	Énergie → H ₂	39%	Transport	89%	Distribution	90%	VEH2	56%	18%
	H ₂	70%	Transport	89%	Distribution	90%	VEH2	56%	31%
	Essence ¹	40%	Transport	98%	Distribution	99%	MCI	30%	12%
	Diesel ¹	40%	Transport	98%	Distribution	99%	MCI	35%	14%
	Énergie	50%	Transport	90%			VEB	68%	30%
	Énergie → H ₂	34%	Transport	89%	Distribution	90%	VEH2	56%	15%
	H ₂	41%	Transport	89%	Distribution	90%	VEH2	56%	18%
	Éthanol	35%	Transport	98%	Distribution	99%	MCI	30%	10%
	Biodiesel	35%	Transport	98%	Distribution	99%	MCI	35%	12%
	Énergie	35%	Transport	90%			VEB	68%	21%
	Énergie → H ₂	24%	Transport	89%	Distribution	90%	VEH2	56%	11%
	H ₂	31%	Transport	89%	Distribution	90%	VEH2	56%	14%
	Énergie	100%	Transport	90%			VEB	68%	61%
	Énergie → H ₂	68%	Transport	89%	Distribution	90%	VEH2	56%	30%
	Énergie	28%	Transport	90%			VEB	68%	17%
	Énergie → H ₂	19%	Transport	89%	Distribution	90%	VEH2	56%	8%

1 Production d'essence et diesel par traitement de Fischer-Tropsch