



LES VÉHICULES « PILE À COMBUSTIBLE HYDROGÈNE » PAR L'EXEMPLE

Bertrand Chauvet – ASPROM 18-11-2011



RÈGLES D'OR DES TECHNOLOGIES DE SUBSTITUTION



1) Une nouvelle technologie n'est adoptée qu'à un niveau de service supérieur ou un coût < 30%...

- Pas d'exemple du contraire
- L'homme n'aime pas régresser dans sa qualité de vie
 - Sauf via une bonne guerre !

2) Seul le consommateur décide

- Sur sa perception de la Valeur
- Quelle que soit la rationalité de la nouvelle solution proposée

→ Aujourd'hui le succès des BEV nécessite un changement comportemental fort des utilisateurs

- C'est au mieux extrêmement risqué
- Au pire totalement illusoire

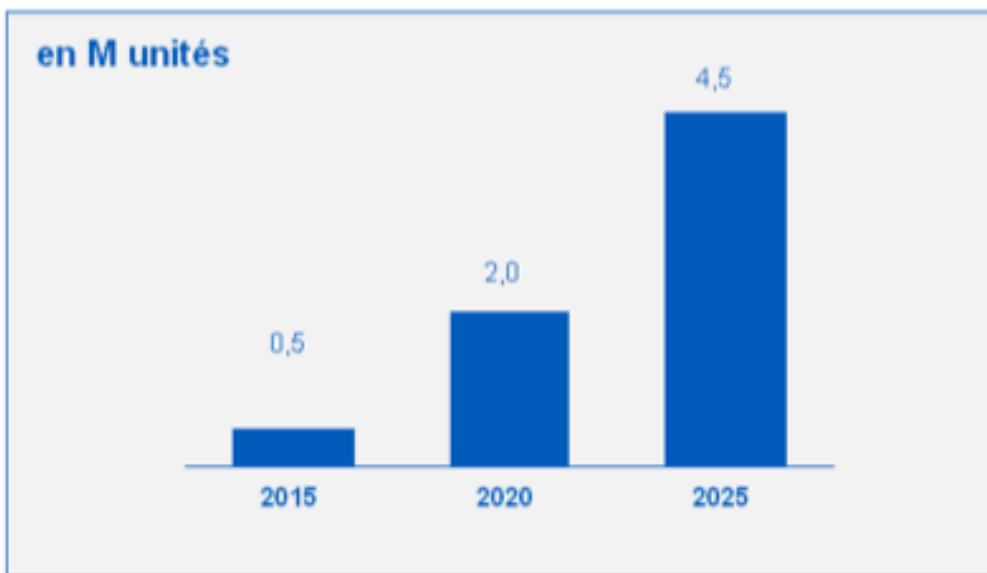


VÉHICULES ÉLECTRIQUES, LE SCÉNARIO THÉORISÉ...

Objectif 2 M de VE en 2020, 33% Batteries, 67% Hybrides

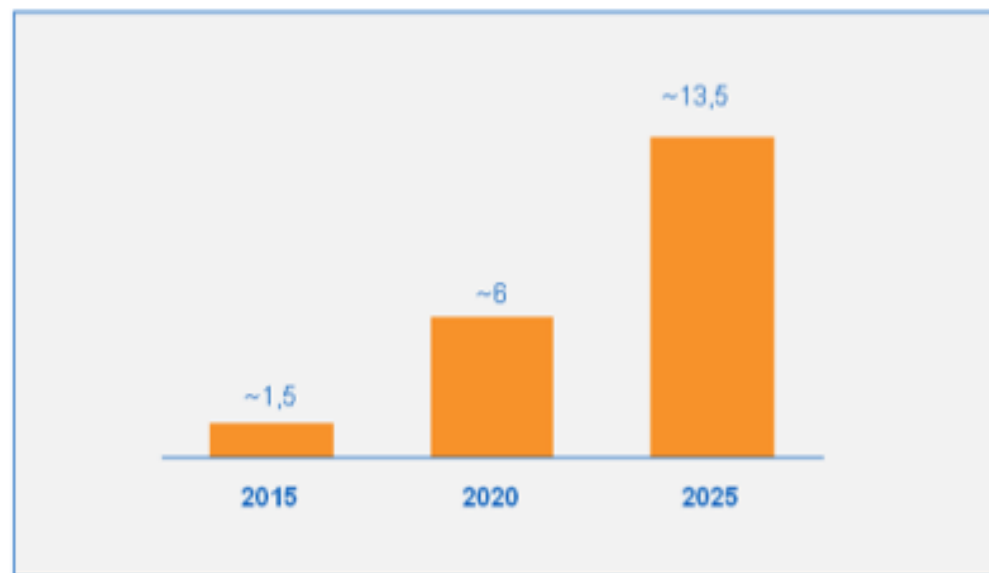
- Consommation électrique entre 5 et 6 TW en 2020
- « Absence de problème sur la courbe de charge nationale si on décale la charge en dehors des heures de pointe »

Croissance du parc véhicules rechargeables



Source : Résultats du Groupe Legrand.

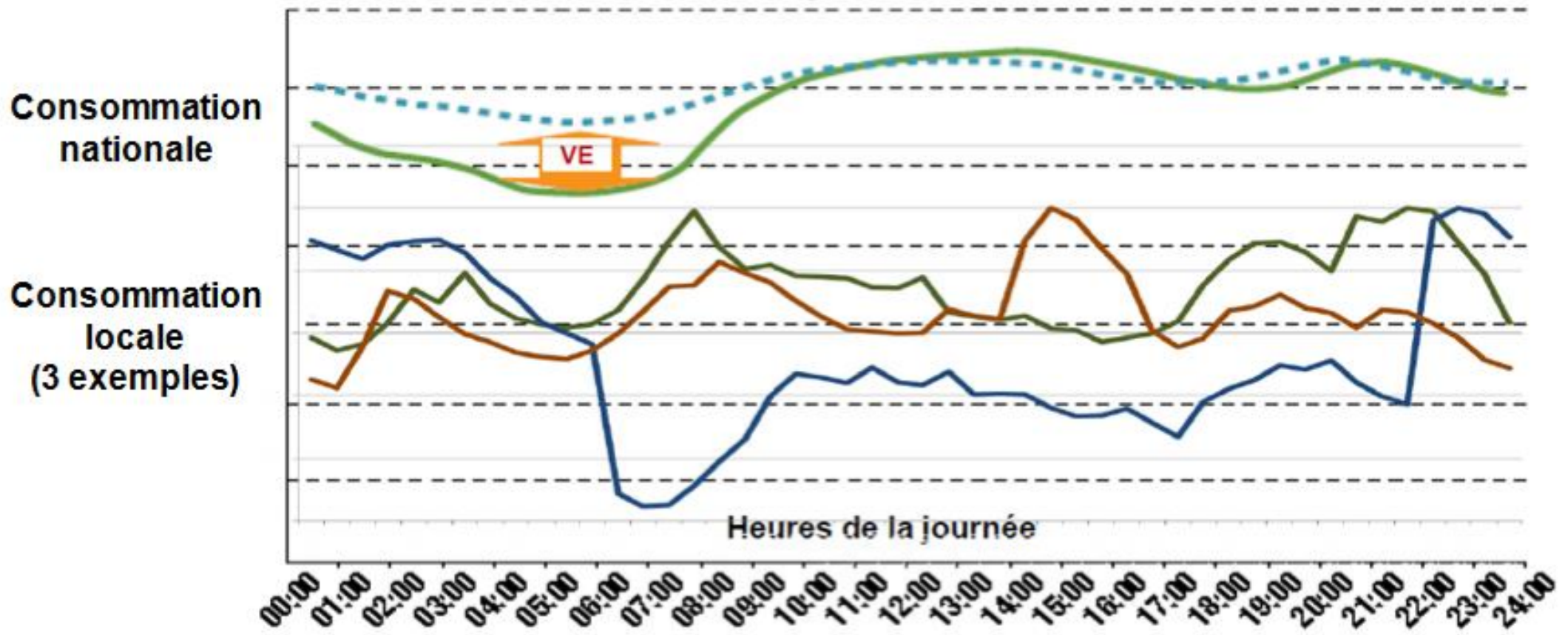
Consommations annuelles prévisibles en TWh



Source : Résultats du Groupe Legrand.



LE SCÉNARIO THÉORIQUE DU GRID / VE



Puissance appelée en fonction de l'heure de la journée

Source : ERDF



CETTE THÉORIE DU DÉPLOIEMENT VE EN FRANCE SUPPOSE



1 - Les consommateurs se disciplinent et se plient aux exigences du Grid

- Toute contrainte de consommation limite... la consommation (achat des VE)
- 2 millions d'automobilistes éco-responsables au point de se plier aux contraintes ?
- « Moi, si j'ai une course urgente à faire je veux être sûr que ma voiture soit prête à partir »

2 - Le Grid est suffisamment intelligent pour faire les bons choix

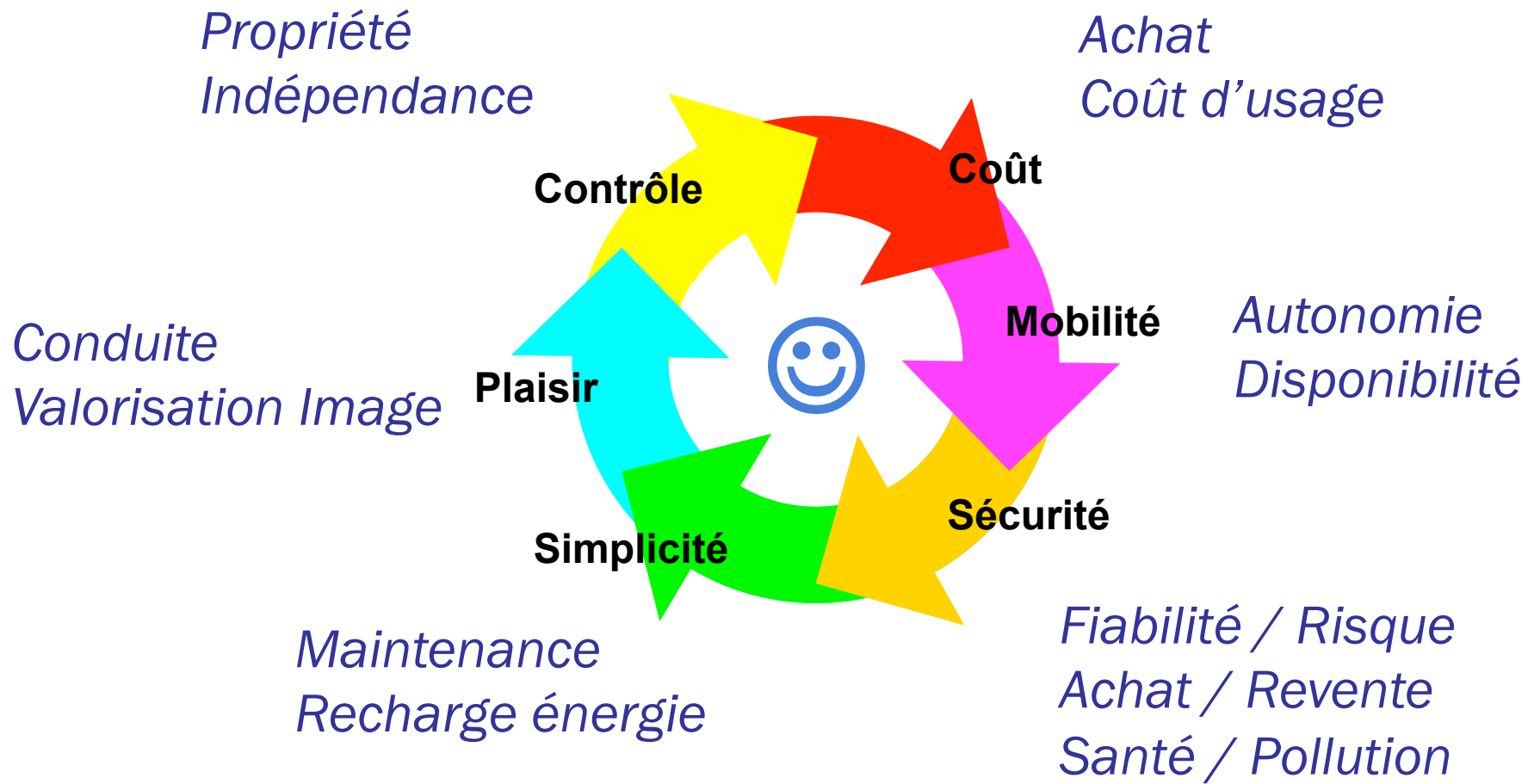
- Et que tout un chacun ait la discipline de brancher son véhicule dès qu'il est parké
- Combien de milliards d'euros pour un SmartGrid opérationnel et temps de déploiement ?

Il faut 2,5 bornes de recharge en moyenne par véhicule (rapport Nègre)

- 3 K € / borne, coût prévisionnel = 6 Md €



LA PERCEPTION DE VALEUR POUR L'UTILISATEUR



Source : energies consulting 2011

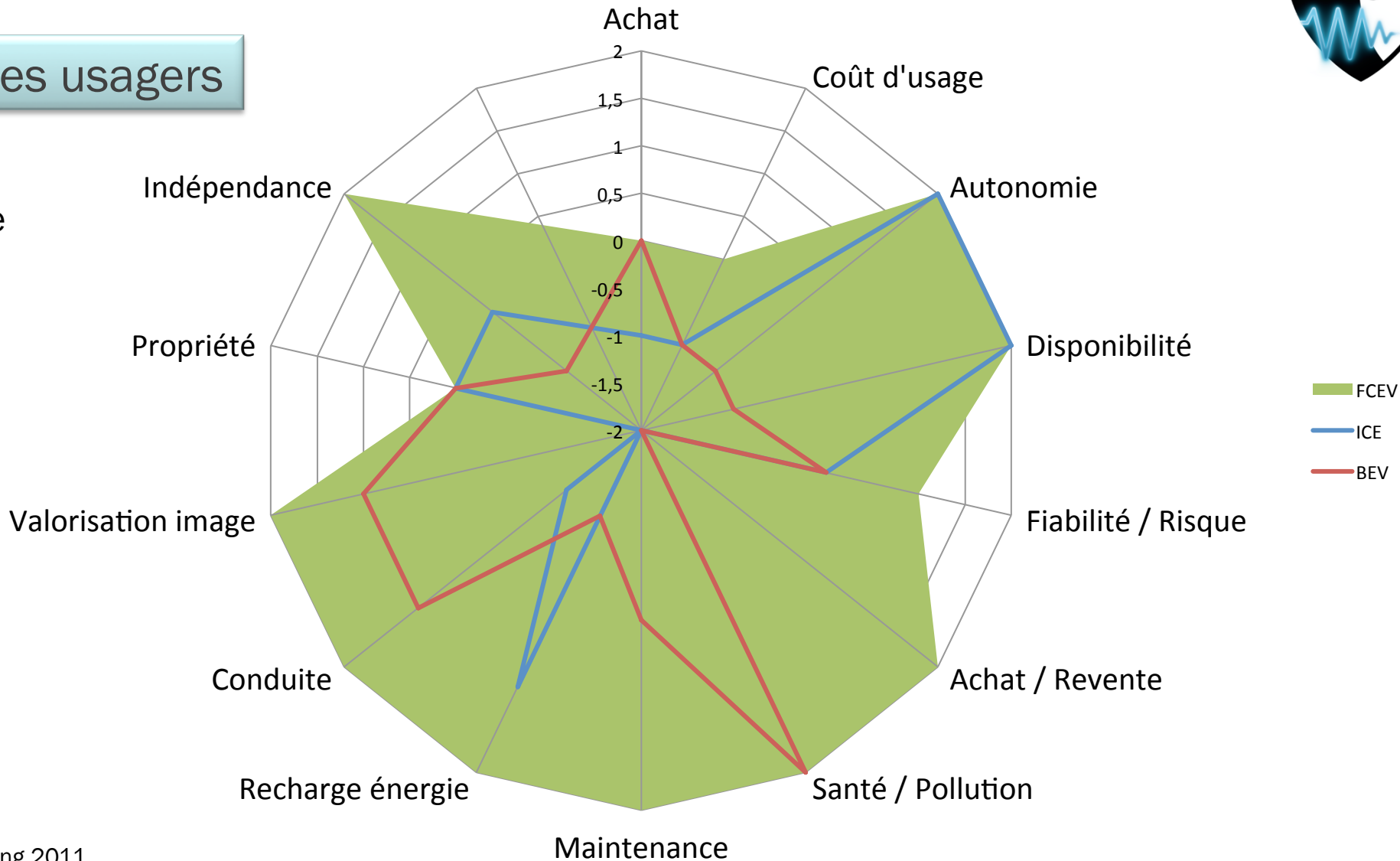


EN VALEUR, L'HYDROGÈNE SORT VAINQUEUR !



Perception des usagers

Echelle relative
(zéro = neutre de
référence)



Source : energies consulting 2011



La France contre le reste du monde... ?

RAPIDE TOUR D'HORIZON DES PRIORITÉS DE NOS VOISINS INDUSTRIELS...



CHEZ NOS AMIS CHINOIS...



The winner is Fuel Cells!

Figure 24: Examples of incentives for alternative powertrains in China

Incentives for city buses in 10 m+ segment [RMB 10,000]

Subsidy target and amount for electric motors

Vehicle type	Fuel-saving rate	Lead-acid battery	Nickel-metal hydride battery, lithium-ion battery and super-capacity hybrid		PRODUCT TYPE	Rated power [kW]	Subsidy [RMB/kW]	
			Max. electric power rate: 20%-50%	Min. electric power rate: >50%			1 st level	2 nd level
Hybrid vehicle	10-20%	5	20	-	Low-voltage three-phase asynchronous motor (voltage < 690V)	0.55 ≤ power ≤ 22	40	35
	20-30%	7	25	30				
	30-40%	8	30	36				
	>40%	-	35	42				
Pure EV	100%	-	-	50	High-voltage three-phase asynchronous motor	355 ≤ power ≤ 25,000	12	
Fuel-cell vehicle	100%	-	-	60	PMSM motor (voltage < 690V)	0.55 ≤ power ≤ 22	60	
						22 < power ≤ 315	40	

Source: Chinese government website



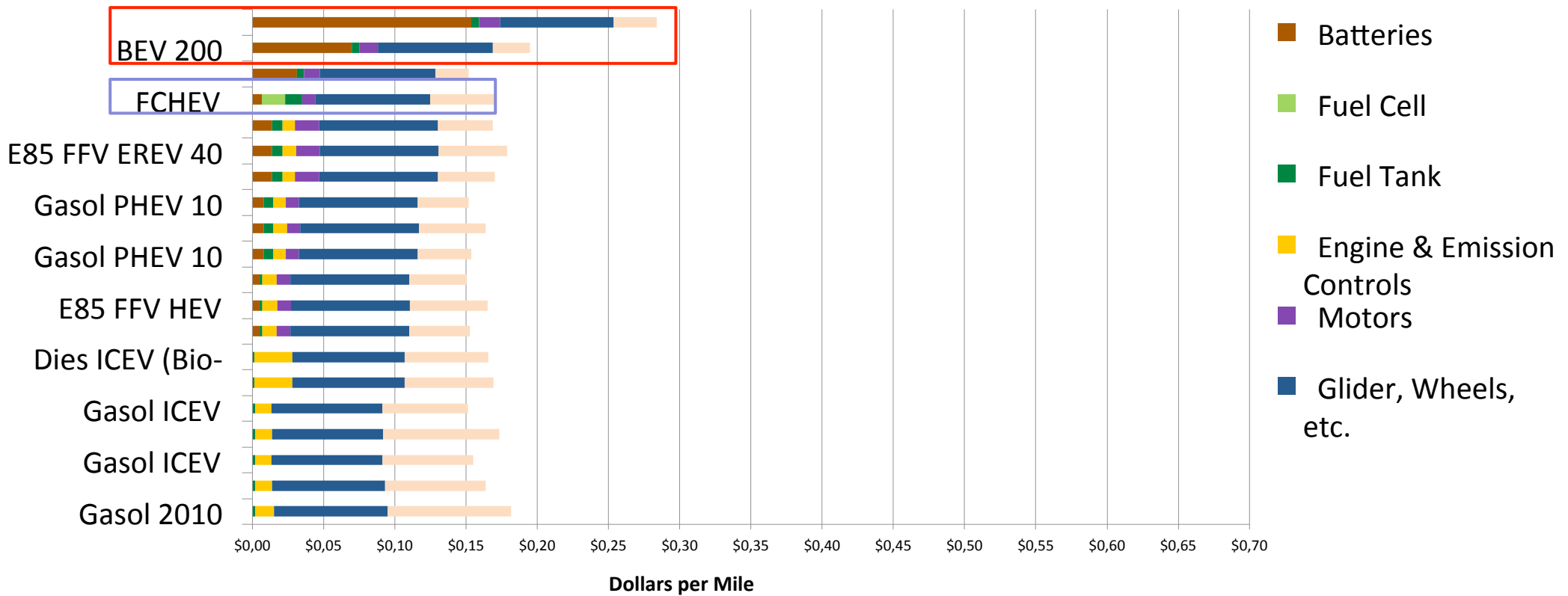
CHEZ NOS AMIS AMÉRICAINS...



The winner is... toujours Fuel Cells!

Component Cost per Mile in Year 2030
(except where indicated)

Etude TCOs 2030 du DoE US (21 octobre 2011)





QUE DISENT LES CONSTRUCTEURS ÉTRANGERS ?

Herbert Kohler, R&D director Mercedes.

- “Nous comptons vendre 100 000 Mercedes Class B fonctionnant à l’hydrogène en 2014, à un prix équivalent à un véhicule hybride diesel”

President Ito, Honda motors

- “We continue to believe that a fuel cell electric vehicle is the ultimate solution to reduce CO2 emissions”

Larry Burns, vice president of research and development and strategic planning for Detroit-based GM

- “Hydrogen is a key to solving the nation’s mid- to long- term issues of energy security, reduced petroleum use and greenhouse gas emissions as well as being part of the reinvention of General Motors”

Bob Lutz, Vice Chairman GM

- “Fuel cells could create a new golden age for GM hearkening back to the 1950s and 1960s”



FUEL CELL VEHICLES



GENERAL MOTORS Equinox



FORD EDGE HYSERIES DRIVE



HYUNDAI Tucson FCEV



GENERAL MOTORS HydroGen3



NISSAN



TOYOTA FCHV



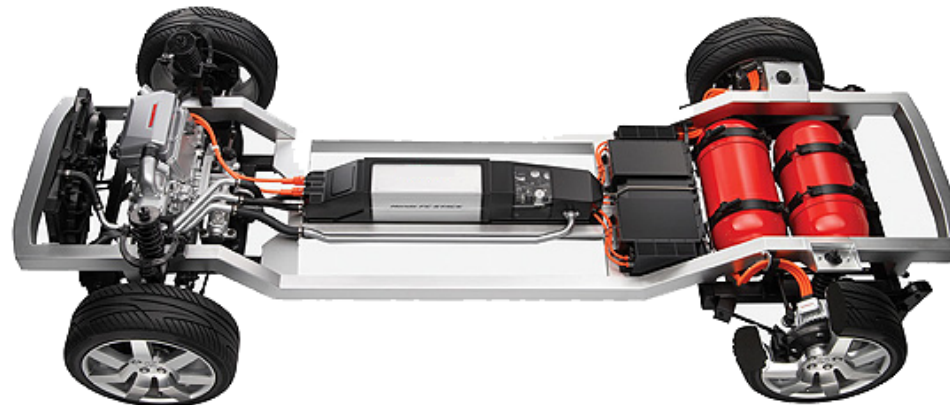
FCX Clarity is **HONDA**



DAIMLER "F-Cell"



VOLKSWAGEN'S Touran HyMotion





MIROIRS DÉFORMANTS ET LUNETTES À DOUBLE Foyer



POURQUOI LA FRANCE DEVRAIT
AVOIR RAISON CONTRE TOUT LE
MONDE ???



Pouvons-nous éviter ça ?



Mais si, les batteries sont nos amies !!!

Des solutions françaises, dès 2012...

SOLUTIONS HYBRIDES BEV/FC-RE
SOLUTIONS FCEV FORTES PUISSANCES



DANGEROUSITÉ ? FINISSONS-EN AVEC LES MYTHES FRANÇAIS SUR H2

Toute énergie est dangereuse par définition

MAIS, les solutions PAC H2 actuelles sont moins dangereuses que les solutions batteries et combustion



Cette expérience compare les effets d'une fuite dans un réservoir d'hydrogène et dans un réservoir d'essence. Après 60s, la flamme d'hydrogène commence à s'affaiblir. L'intérieur du véhicule est intact. La température à l'intérieur du véhicule hydrogène ne dépasse pas 20°C. Après 100s, tout l'hydrogène a été consommé, alors que le feu dans le véhicule essence s'intensifie. Après quelques minutes, le véhicule essence a été entièrement détruit.

Dr. Michael Swain, University of Miami



LA SIMPLICITÉ DE RECHARGE H2

Moins de 3mn

- Technologies traditionnelles et déjà normalisées de distribution de gaz





STRATÉGIE PILE À COMBUSTIBLES FRANCE

Les véhicules proposés

- Issus de véhicules et composants industriels existants
- Les bases électrifiées sont déjà produites en petites série et commercialisées
 - Par les constructeurs
 - Par les intégrateurs et transformateurs de véhicules

L'équipement en pile à combustible

- Sur la base de piles qui seront produites en série pour l'industriel des transports
- Réalisées en petite série aujourd'hui

Deux marchés en France

- Les prolongateurs d'autonomie pour VE batteries
- Les besoins en forte puissance / autonomie / productivité



HYKANGOO BY SYMBIOFCELL





HYKANGOO : VÉHICULE ÉLECTRIQUE À RANGE EXTENDER



Basé sur un véhicule électrique standard : Renault Maxi Z.E.

Étend l'autonomie jusqu'à 320 km (NEDC)

Zéro carbone, pollution sonore faible

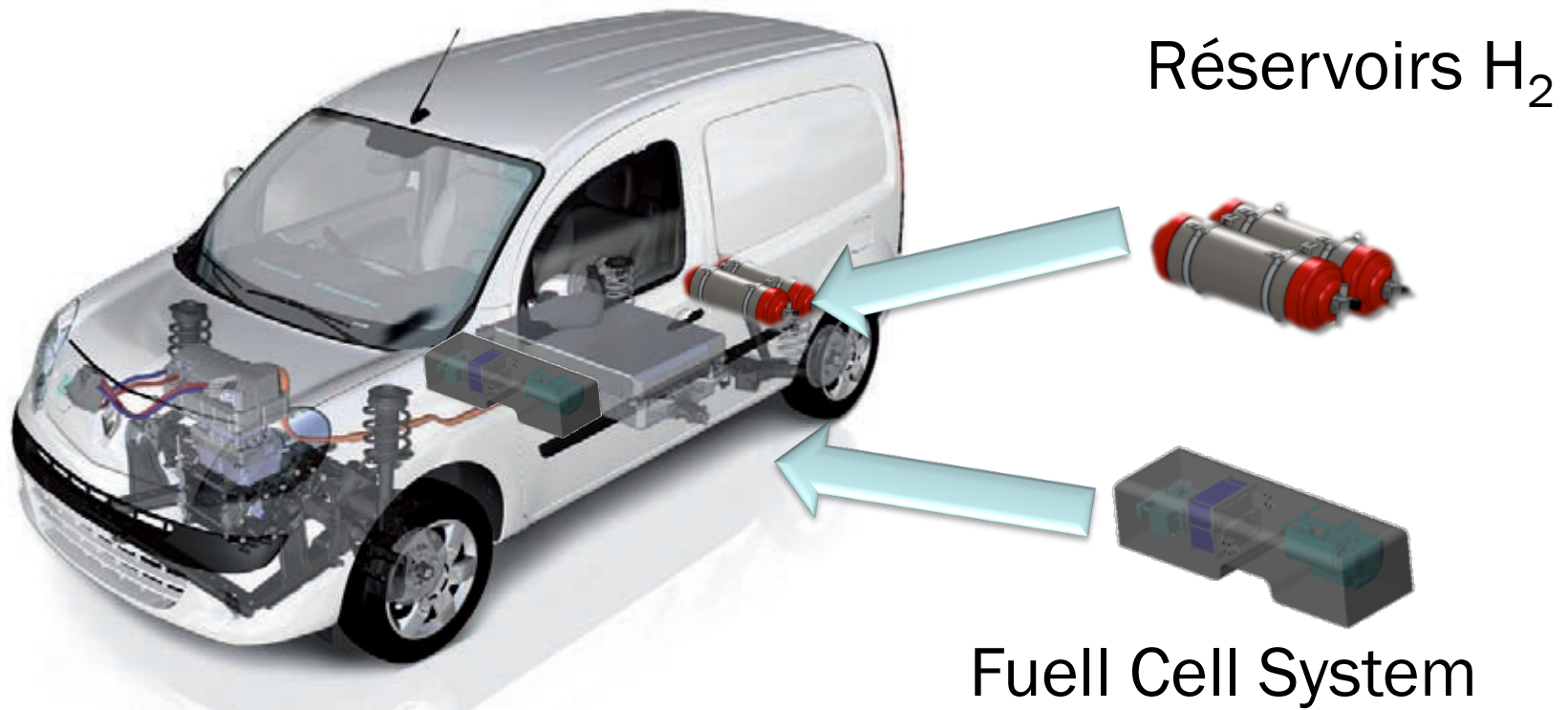
Full Payload (> 4,5 m³)



Tous les avantages d'un véhicule électrique sans les limitations de la solution batteries seules

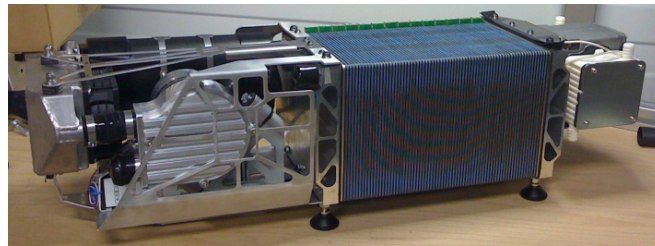


UNE INTÉGRATION AISÉE





“REFERENCE DESIGN” DE SYMBIOFCCELL



5kW System



10kW System



100kW System

Pour les voitures électriques, les camions
et les bus



DAMEUSE DE SKI ALPIN



Partenaire : AZTEC

- Issu d'une base conventionnelle modèle Galaxit
- 5 m de largeur de travail (largeur fraise et chenilles)
- Lame 12 positions, pilotée par vérins hydrauliques
- Vitesse maxi 22km/h, capacité ascensionnelle 120% (50°)

Caractéristiques :

- Puissance combinée des moteurs de 400 kW
 - 2x 130 kW pour la propulsion
 - 100 kW pour la fraise
 - 40 kW pour les accessoires (circuit hydraulique de lame, relevage fraise...)
 - Température extérieure de fonctionnement -30° + 15°
- Energie:
 - 8 réservoirs de 3.8 kg H2, total embarqué 30,4 Kg H2, 501 kWh net utilisable
 - 5 à 6 heures d'autonomie estimées en fonction des cycle d'usage
- Disponibilité:
 - Première livraison des premiers prototypes en Novembre 2012





UN PROJET LOCAL, « GREEN » DE BOUT EN BOUT



L'absence totale d'émission de CO₂ et de polluants

- L'hydrogène est produit localement à base d'hydro-électricité et de photovoltaïque
 - Les piles à combustible ne rejettent que de l'eau ultra pure
 - Les piles sont recyclables à 95%
- L'Ecoconception fait parti de nos valeurs

Plus de 100 tonnes de CO₂ par an et par dameuse !

Réduction notable de la pollution sonore

- Seuls les moteurs électriques et les frottements de la fraise sont audibles

En comparaison, un parc de 25 dameuses sur 5 mois d'exploitation consomme près de 1 million de litres de diesel si elles sont utilisées sur 2 factions, 150j/an rejette 2600 tonnes de CO₂ par an. La moyennes officielles européenne de CO₂ dégagé par la consommation d'un litre de gazole est de 2 650 grammes si l'on ne tient pas compte de la désulfuration...



DES RETOMBÉES LOCALES



Réduction de la facture pétrolière locale:

- 200 M€ de diesel sur 10 ans pour 20 stations (pour les dameuses uniquement) remplacés par une production locale en énergie de transport
→ Une création de valeur locale

Arguments touristiques impactant la fréquentation

- Au-delà de l'effet de curiosité, la qualité de l'environnement (bruit)

Pour certaines stations un « premium », source de revenus

- Immobilier de proximité de piste, valorisation des stations
- Un positionnement « responsable » avec effet d'entraînement
 - Réhabilitation des produits locaux, l'agriculture biologique de proximité etc..



LES DONNÉES ÉCONOMIQUES



4 facteurs déterminants pour le business case

- Cout de l'énergie primaire (Gaz Naturel ou Electrique)
- Prix de vente de l'hydrogène
- Taux d'utilisation de la station:
 - Flotte multi-type
- CAPEX initial dans la station de recharge H2



L'HYDROGÈNE À UN PRIX ACCEPTABLE

Vecteur énergétique	Prix à la pompe	Rendement véhicule	Prix du plein ⁽¹⁾
Diesel →	1,3€/l PCI: 11 kWh/l	Moteur/trans η: 25%	284€ 0,47€/kWh
GNV →	0,88€/kg PCI: 13,9 kWh/kg	Moteur / trans η: 15%	253€ 0,42€/kWh
Hydrogène →	7€/kg PCI: 33 kWh/kg	PAC, Electronique, Moteur η: 45%	284€ 0,47€/kWh
E85 →	0,85€/l PCI: 6.5 kWh/l	Moteur / trans η: 20%	392€ 0,65€/kWh

(1) 200l de Gazole, soit 600kWh "d'énergie mécanique"

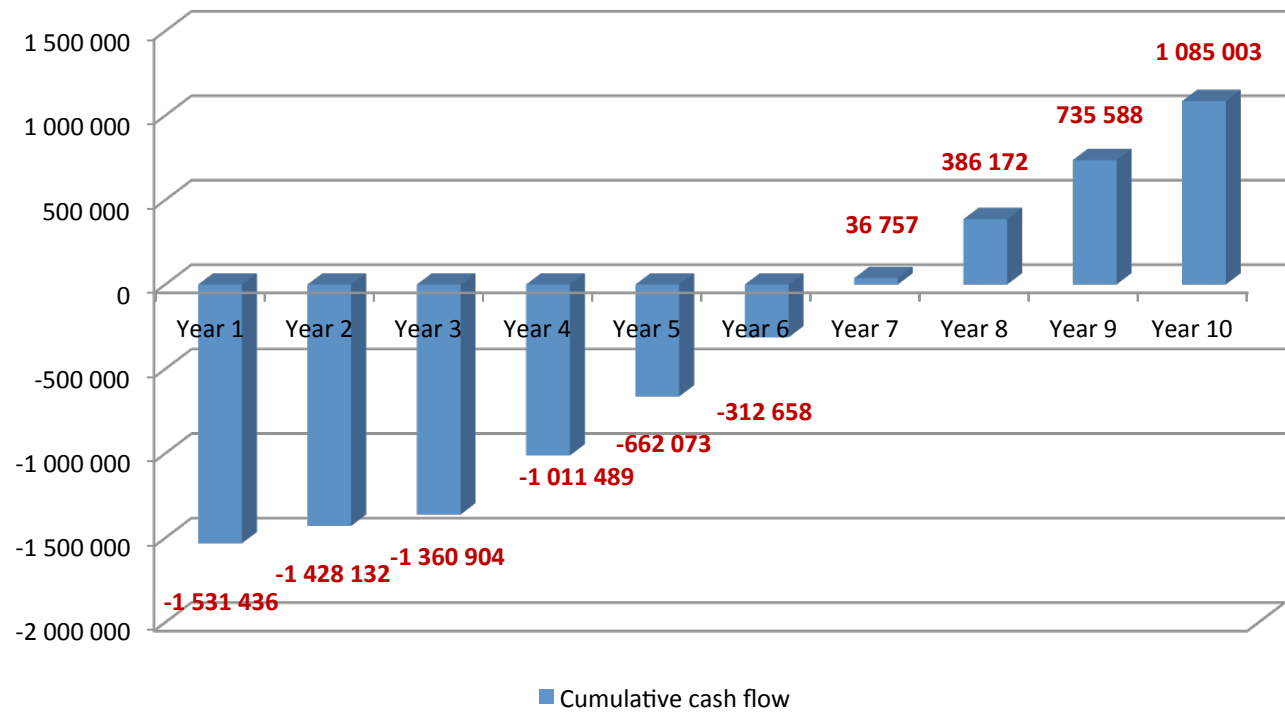


PAYBACK EN MOINS DE 6 ANS



Énergie gratuite dès la 7^{ème} année !

Cumulative cash flow





Des solutions françaises, dès 2012...

AUTRES EXEMPLES SOLUTIONS FCEV FORTES PUISSANCES



ETUDES EN COURS



Partenaire : Renault Truck

- Châssis Maxity électrifié PVI



Partenaire : PVI

- OREO 4X, Base châssis OTOKAR
- Bus 45 places



Partenaire : PVI

- Chassis Denis Eagle 26 T, Homologation UTAC
- Benne à ordures ménagères 26 tonnes





GREEN GT – ÉTUDE EN COURS



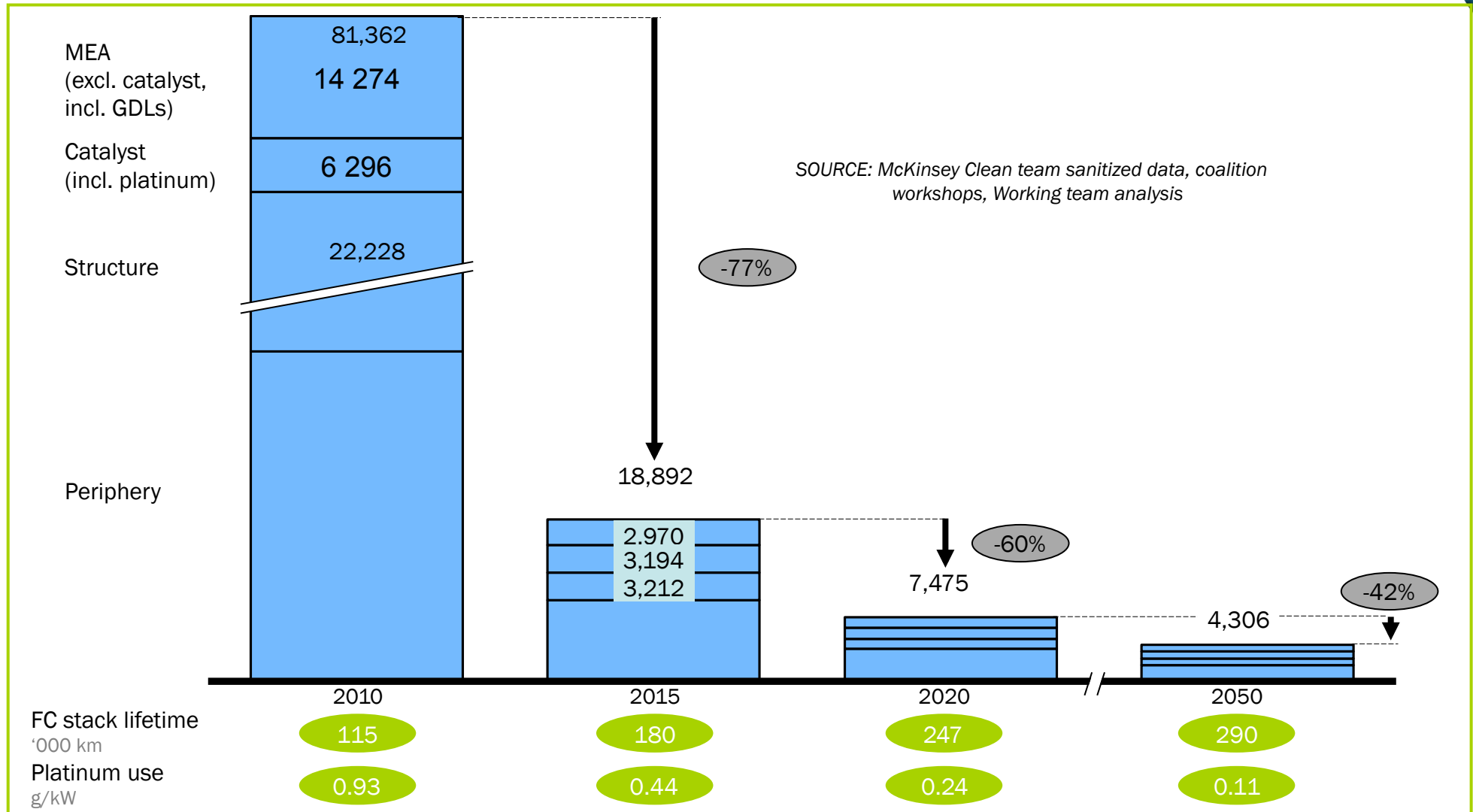
Un projet de voiture de course pour Le Mans 2012

- Écurie Suisse Green GT / système PAC SymbioFCel de 300 kW
- Phase 1 réalisée en 2011 : Green GT V2V / système PAC SFC de 100 kW





EVOLUTION DES COÛTS PACs





CERCLE VERTUEUX DE LA CONVERGENCE ÉNERGÉTIQUE : OPTIMISONS LA PRODUCTION !



Stockage +
Optimisation
du Grid

Infra H₂

Applications H₂

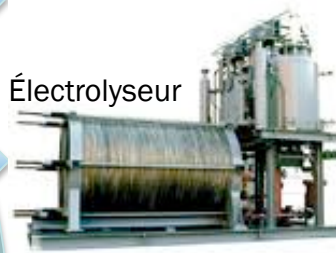
Indépendance
énergétique



Reformeur de biomasse



Électrolyseur



Stockage / Distribution



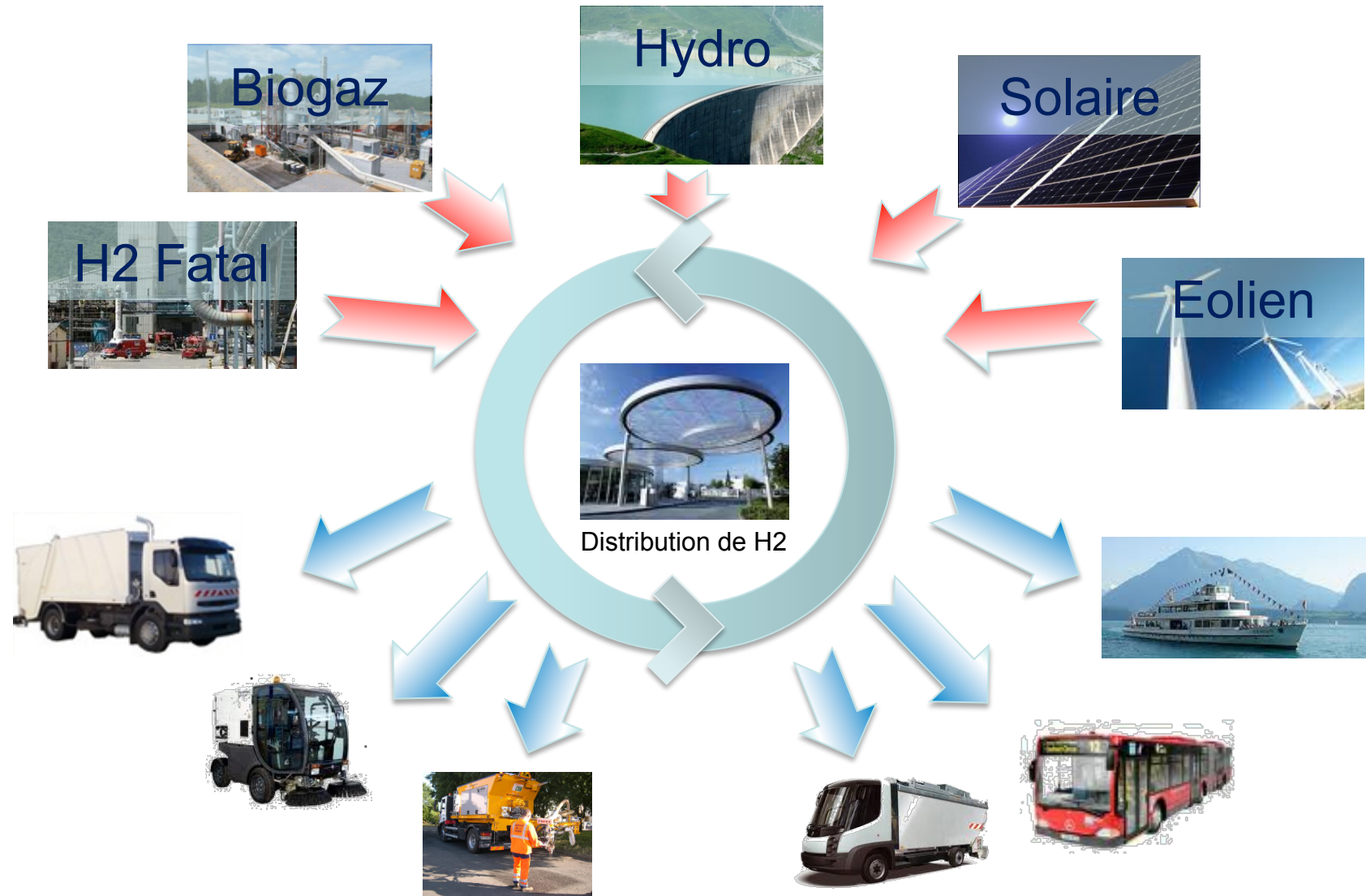
OFF PEAK
PEAK

Contrôle SmartGrid





LA CLEF DU FUTUR : LA PRODUCTION DE H₂ PAR LES ENR





A UN PRIX ABORDABLE !

H2 par électrolyse, en utilisant les Énergies Renouvelables

Business Case ITM Power (publié le 14-11-2011) :

- Cible « H₂ vert » : €5.50/kg en 2025⁽¹⁾
 - €16.60/kg en 2010, puis €9.90/kg en 2015
- Après 5 ans, le coût de l'H₂ est de €2.80/kg !
 - Inférieur à la cible européenne pour 2025.

Co-génération centrale nucléaire :

- H₂ nucléaire à €3,5/kg, (source tests du CEA)
- On utilise les hautes températures pour produire H2 à partir de la vapeur

(1) A 100kg/j le system HFuel generation de ITM Power, avec un amortissement de Capex sur seulement 5 ans, et un prix de €0.05/kWh pour l'électricité, produit de l'H2 au prix de €9.70/kg, ce qui est plus bas que la cible européenne 2015.



Thank You

© 2011 SymbioFCell. All rights reserved. SymbioFCell Proprietary Information. The information contained in this document is protected by international laws relating to intellectual property. This document and the information contained herein may not be summarized, translated, modified, copied or otherwise adapted to a third party's needs without the written permission of SymbioFCell. All information is subject to change without notice and SymbioFCell does not warrant the information's accuracy or correctness. SymbioFCell and the SymbioFCell logo are trademarks, service marks or registered trademarks or service marks of SymbioFCell