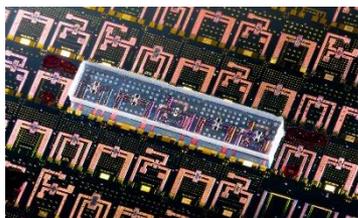


Le Véhicule électrique aspects intégration

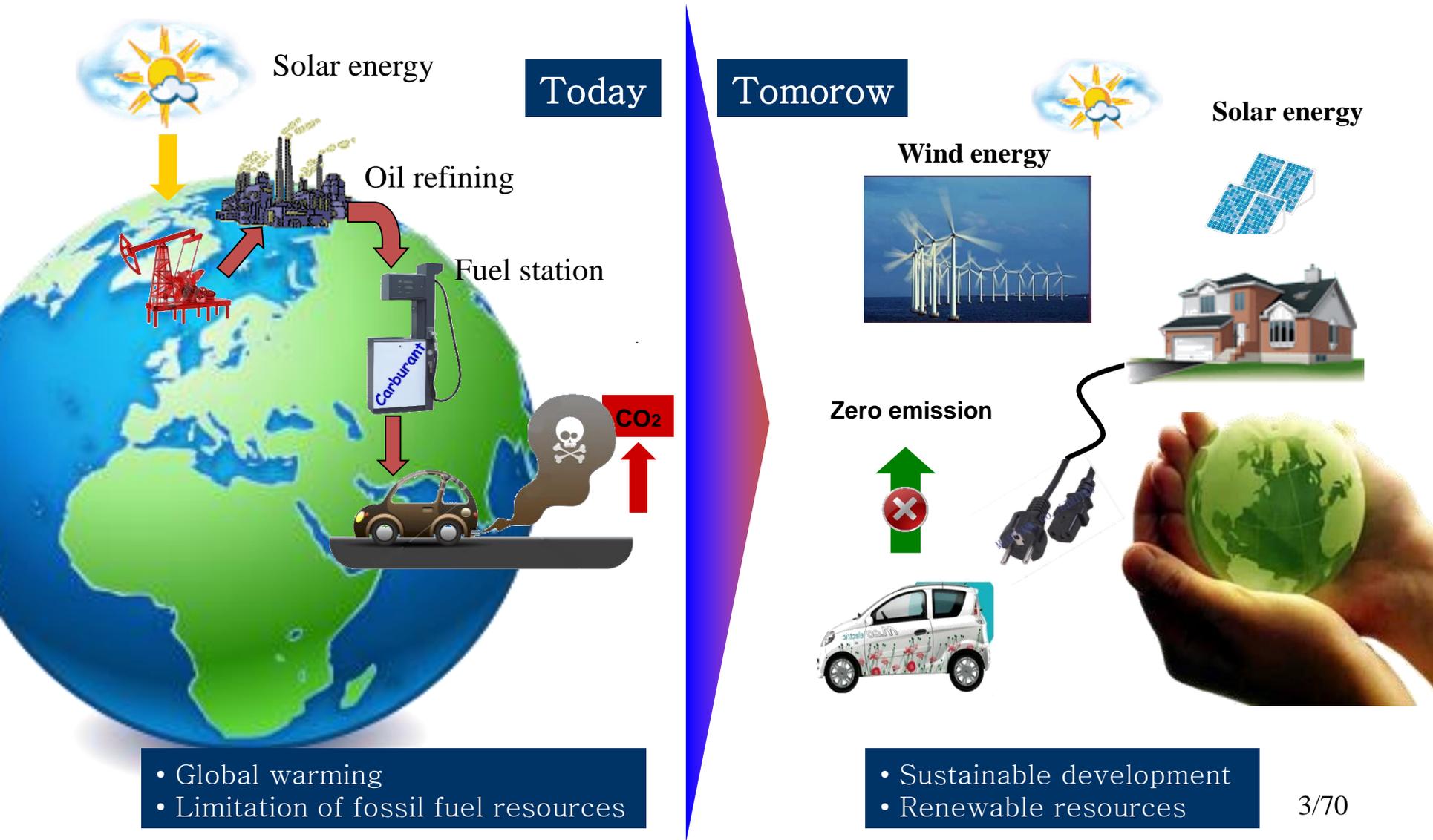
Mardi 23 mai 2017



Agenda

- 1. Généralités sur le VE
- 2 Les architectures internes
- 3. Quelques faits
- 4. La problématique réseau

Vehicles to the vehicle actually ecological



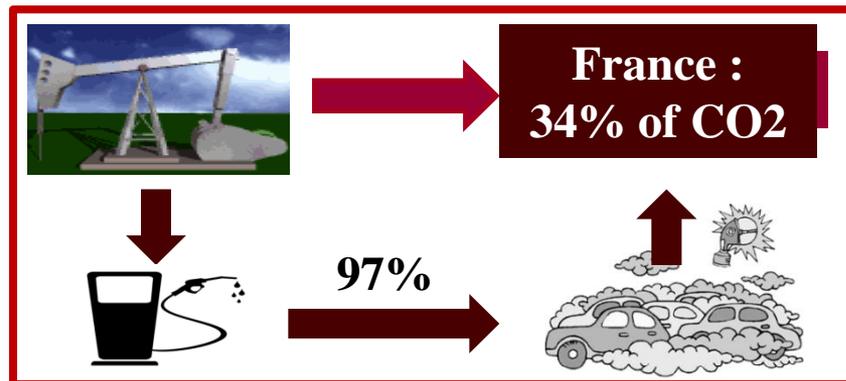
particulier de la France

■ Bilan énergétique

+ 200 000 habitants sur Terre / jour

1900 à 2000 =>  x3.6 ||  x10

 2100 :  x7



Thermique à flamme :
66% de la production
Mondiale d'électricité

États Unis : 72%

France :

88% Nucléaire

8% Hydraulique

4% Thermique à flamme

I) Potentiel des véhicules rechargeables en France

2) Véhicules propres

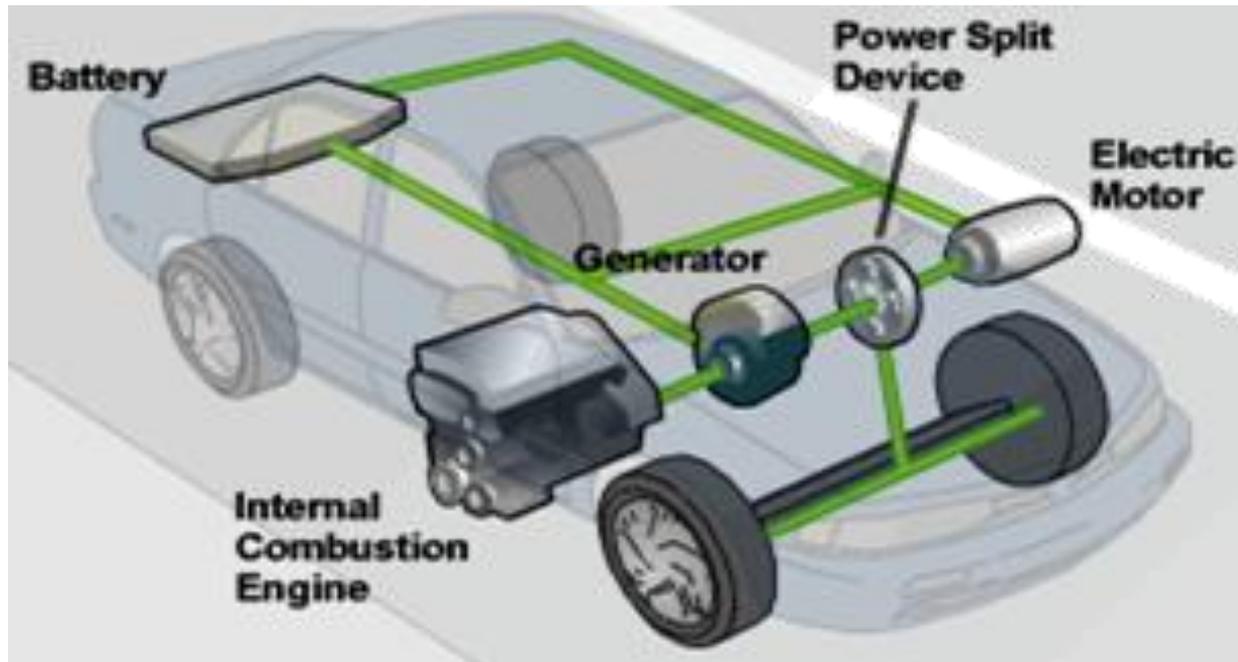
Plusieurs alternatives aux véhicules conventionnels :

- Electric Vehicles (EVs)
- Fuel Cell Vehicles (FCVs)
- Plug-in Fuel Cell Vehicles (PFCVs)
- Hybrid Electric Vehicles (HEVs)
- Plug-in Hybrid Electric Vehicles (PHEVs)

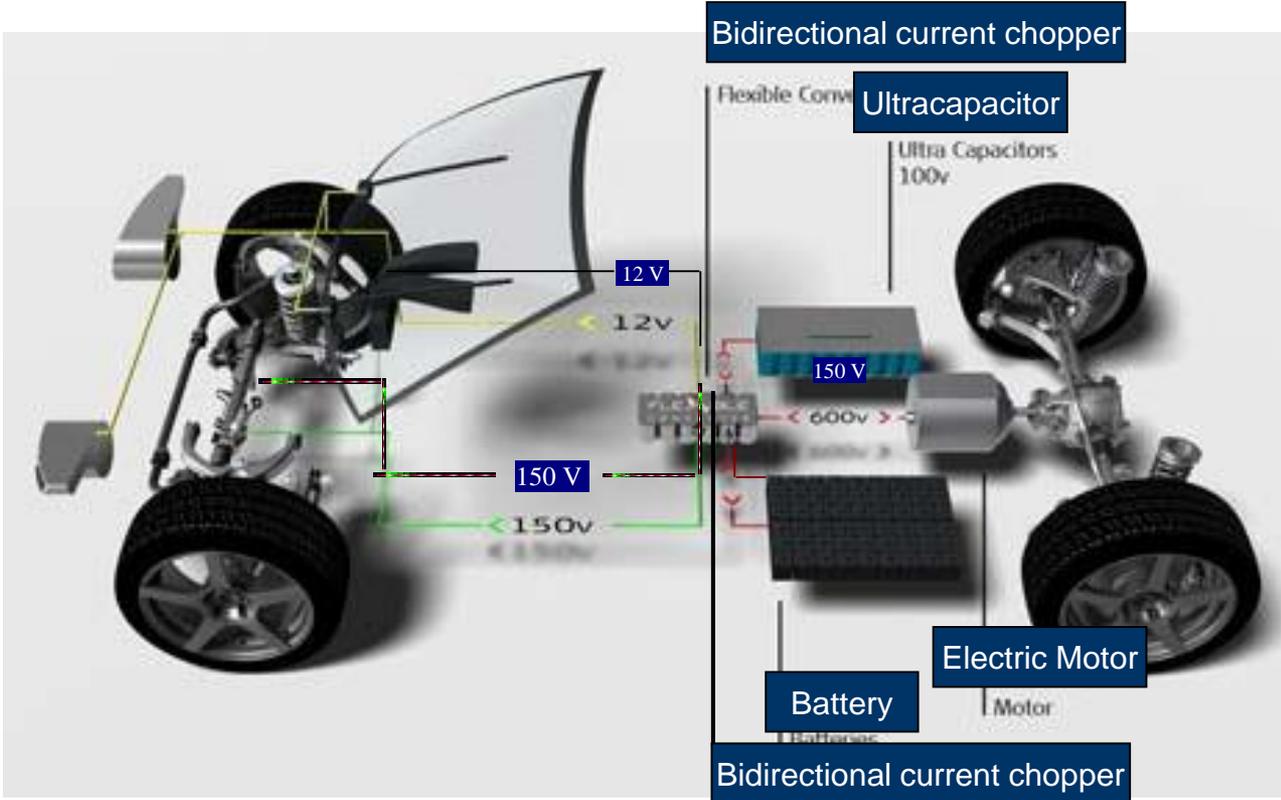
Stockage H_2 150 km

Technologie transitoire

Une vue générale d'un véhicule hybride (rechargeable ou non)

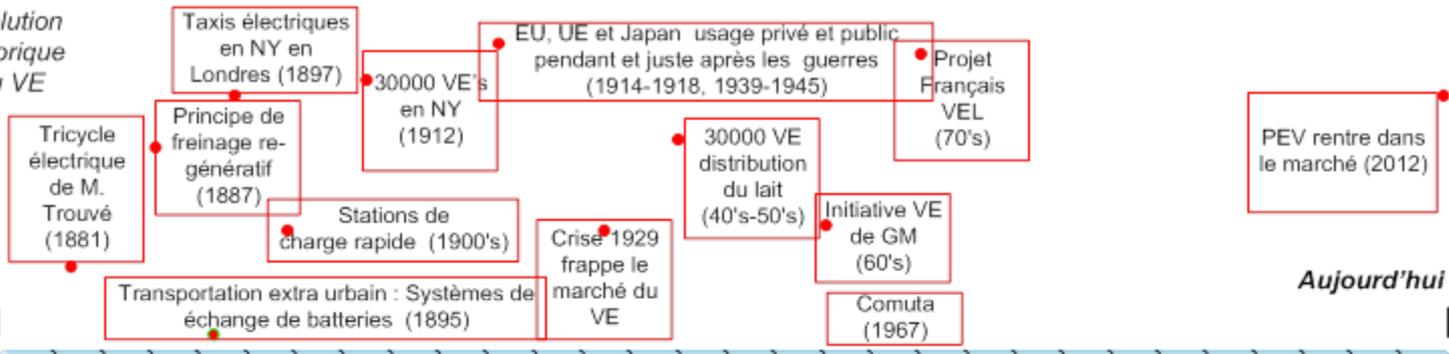


Une vue générale d'un véhicule purement électrique

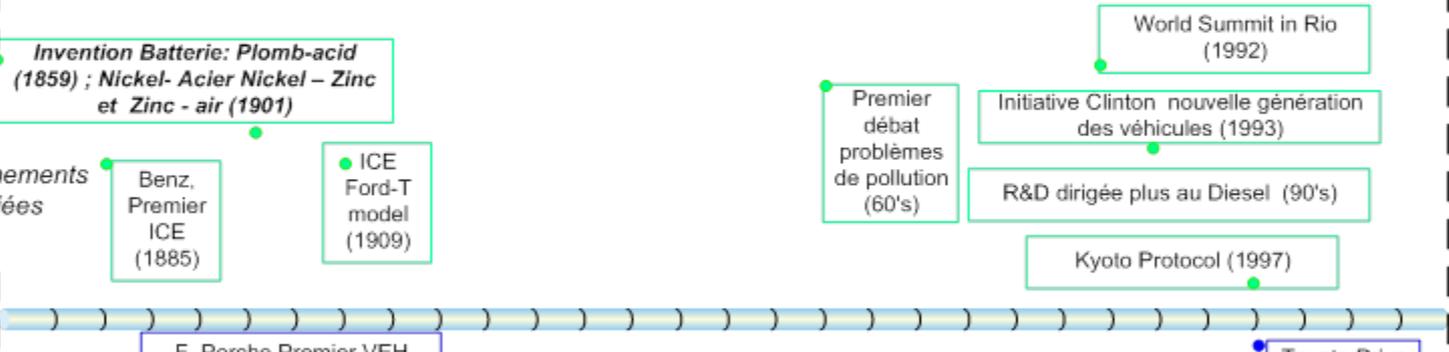


Un peu d'histoire (s)

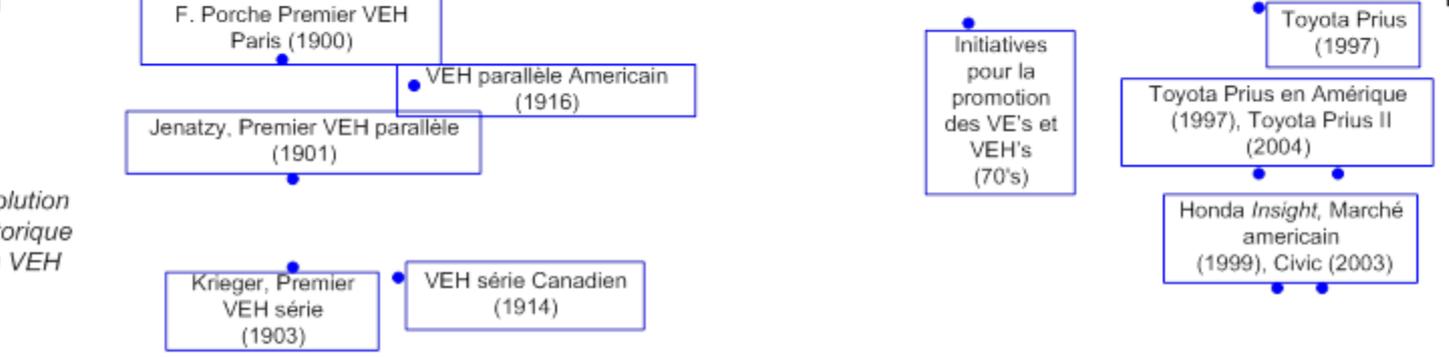
Évolution historique du VE



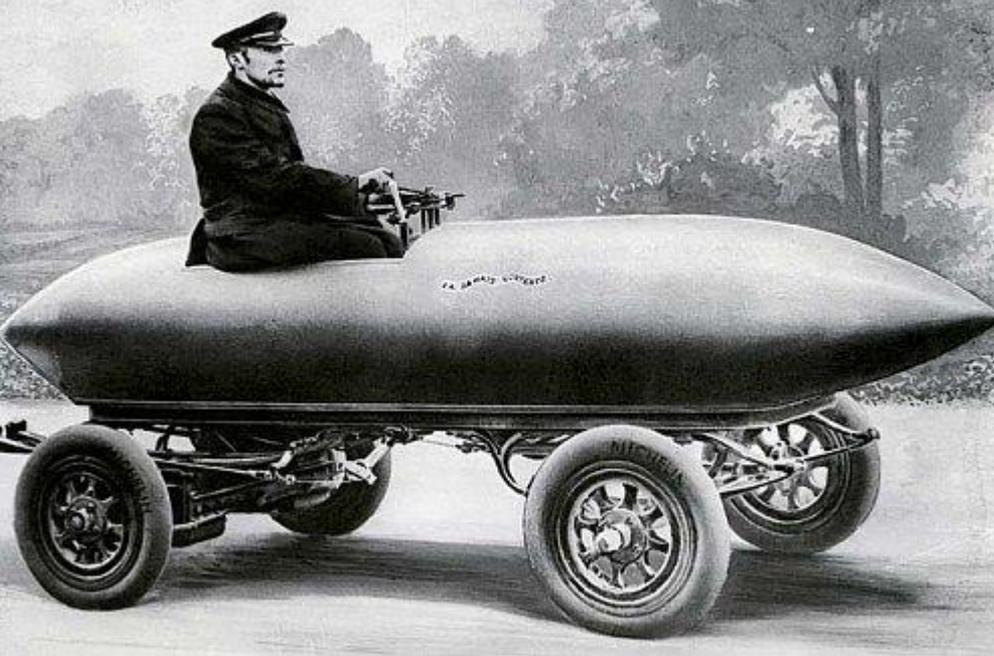
Événements liés



Évolution historique du VEH



Aujourd'hui



« La jamais contente »



Aujourd'hui

PHEV Chevrolet Volt (GM) 100 600 ventes : Dec 2015
Electric range : 85 km - 18.4 kWh lithium-ion
Total range : 680 km

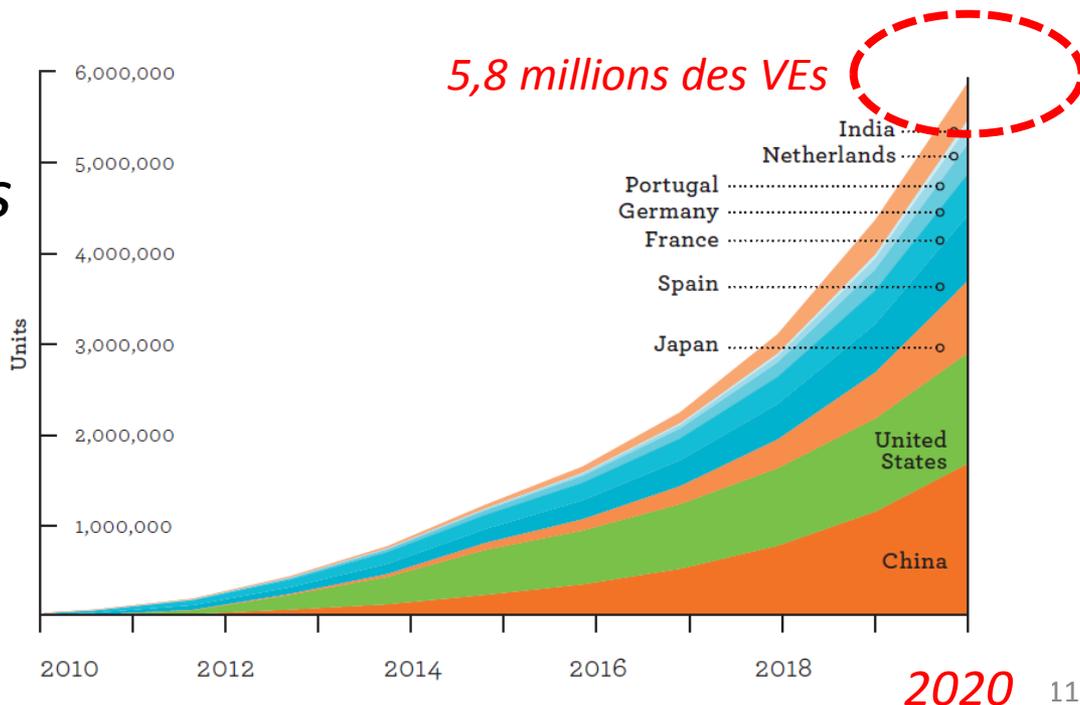


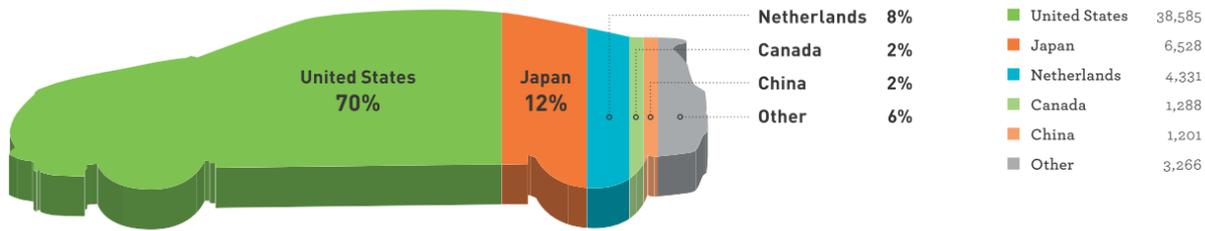
PEV : Nissan Leaf : 201 000 ventes Dec. 2015
Range 135/172 km . 24/30 kWh lithium-ion battery

Le véhicule électrique dans le monde

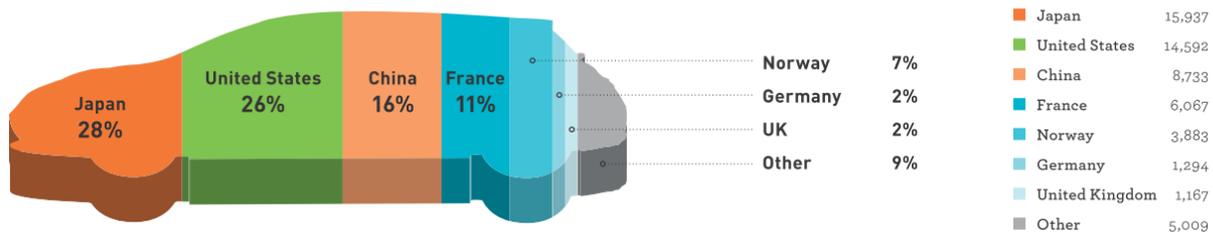
- Un développement exponentiel
 - En 2013 plus de **350 000** VEs de tout type vendus dans le monde (dont **60 000** VEs en France)

Projections des ventes dans le monde (IEA)



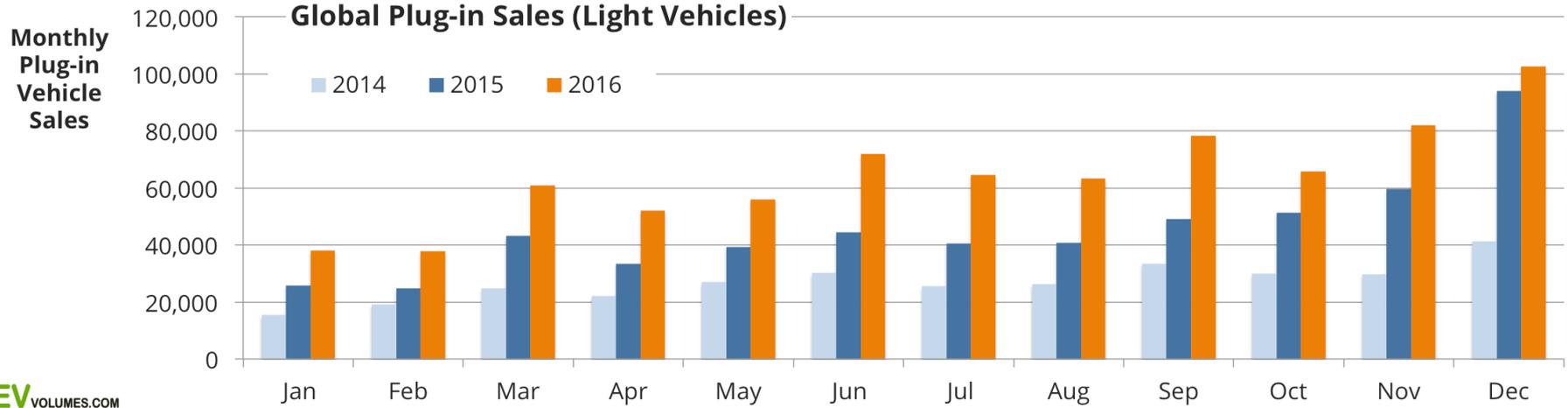


Number of sales PHEV by contry 2012 (CEM, 2013)



Number of sales PEV by country 2012 (CEM, 2013)

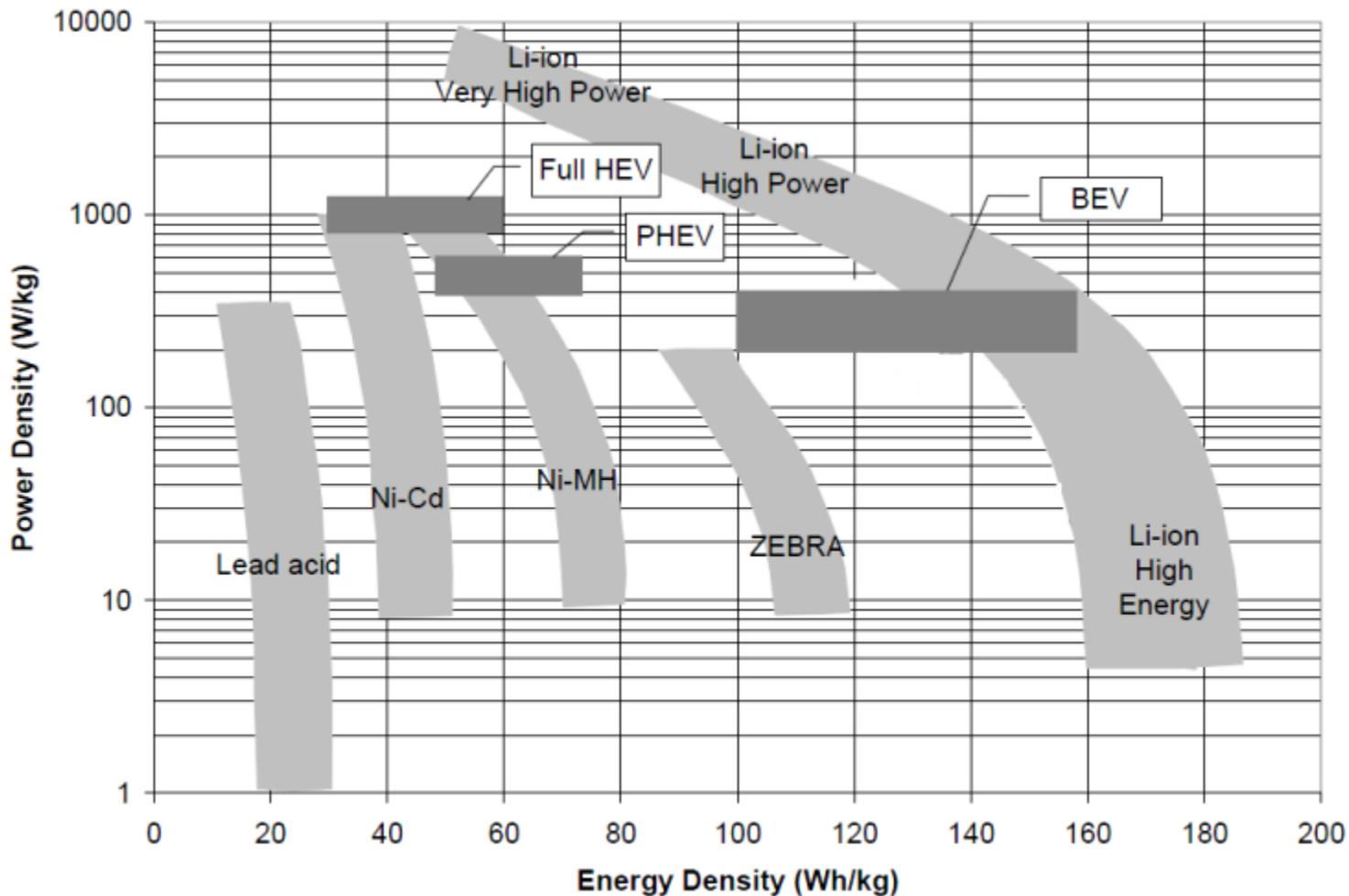
Ventes de VE rechargeables mnde / France



EV VOLUMES.COM

	Janv	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	Total	Prog.
2011	100	136	248	187	143	141	64	108	301	202	466	530	2 626	
2012	311	406	483	395	564	112	594	960	514	763	330	231	5 663	46,37%
2013	250	648	1 350	940	688	903	492	403	644	1 058	694	709	8 779	64,51%
2014	409	411	709	821	902	1 050	743	366	1 514	1 076	911	1 643	10 555	83,17%
2015	619	1 084	1 174	1 726	1 067	2 336	1 299	717	1 731	1 757	1 508	2 222	17 240	61,22%
2016	1 371	1 899	2 794	2 109	1 829	2 378	1 065	919	1 769	1 543	1 298	2 819	21 793	26,41%
2017	2 242	2 271	2 889	1 474									8 876	

Le stockage



Vehicle Performance

Number of batteries	24	48
Battery voltage	6.0	3.2
Capacity (Ah)	260	200
Cost	\$3,300 (in 2006) \$5,500 (2011 price)	\$15,000 (w/BMS; in 2011)
Usable energy storage (kWh)	19 (50% of 37 kWh)	25 (80% of 31 kWh)
Battery weight (lbs.)	1,730	775
Vehicle weight (with batteries)	5,000 lbs.	4,045 lbs.
Typical driving range (miles)	25	60
Max. driving range (miles)	40	75
Acceleration, 0–60 mph (sec.)	35	21
Energy per mile (approx. kWh)	0.75	0.40

<http://www.homepower.com/articles/vehicles/project-profiles/lithium-ion-batteries-electric-vehicles>

Battery Lifetime Price Comparison

Characteristic	Flooded Lead-Acid (FLA)	LFP (LiFePO4) Lithium-Ion*
Reference battery	Trojan Golf Cart	180–200 Ah Prismatic
Average price	\$160	\$270
Average price per Ah	\$0.64	\$1.40
Average price per Wh	\$0.12	\$0.44

Recommended Discharge Depth	Flooded Lead-Acid (FLA)	LFP (LiFePO4) Lithium-Ion	
	50%	70%	80%
Cycle life*	1,000	3,000	2,000
Usable energy capacity (kWh)	0.675	0.426	0.486
Lifetime kWh (cycles × usable capacity)	675	1,278	972
Average BMS price per cell	None	\$35	\$35
Lifetime price per kWh	\$0.24	\$0.24	\$0.31

roject-profiles/lithium-ion-batteries-electric-vehicles

*190 Ah rating. **The long cycle life of LFPs potentially prevents using their full mileage capability within their lifetime.

Les impacts et des faits

Pourquoi cet intérêt si ..."soudain"?

- *Ecologie, développement durable?*
- *Bénéfices économiques?*
- *Volontarisme ?*
- *Irrationnel?*

Quelques faits et chiffres

Une voiture est utilisée moins d'une heure par jour, 90% de temps en stationnement

Environ 20 kWh de consommation pour une distance moyenne de 50 km

10 Million voitures à 18 kWh stockage /jour consommation : ?

Consommation journalière Française: 1,45 TWh

Charger en même temps 10 M de voitures demande :

- Chargement lent (3kW) : ?
- Chargement rapide (43 kW) : ?

Chargement réparti sur 24 h 0024 h : ?

Bornes de chargement

Temps de charge	Puissance	Tension	Courant max
6-8 h	3,3kW	230 VAC	16 A
2-3 h	10kW	400 VAC	16 A
3-4 h	7kW	230 VAC	32 A
1-2 h	24kW	400 VAC	32 A
20-30 minutes	43kW	400 VAC	63 A
20-30 minutes	50kW	400 - 500 VDC	100 - 125 A

Quelques faits et chiffres

Une voiture est utilisée moins d'une heure par jour, 90% de temps en stationnement

Environ 20 kWh de consommation pour une distance moyenne de 50 km

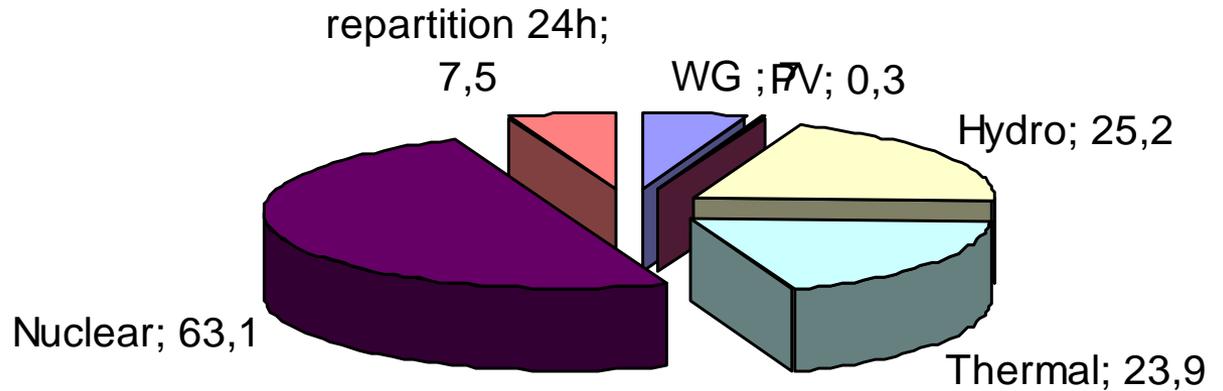
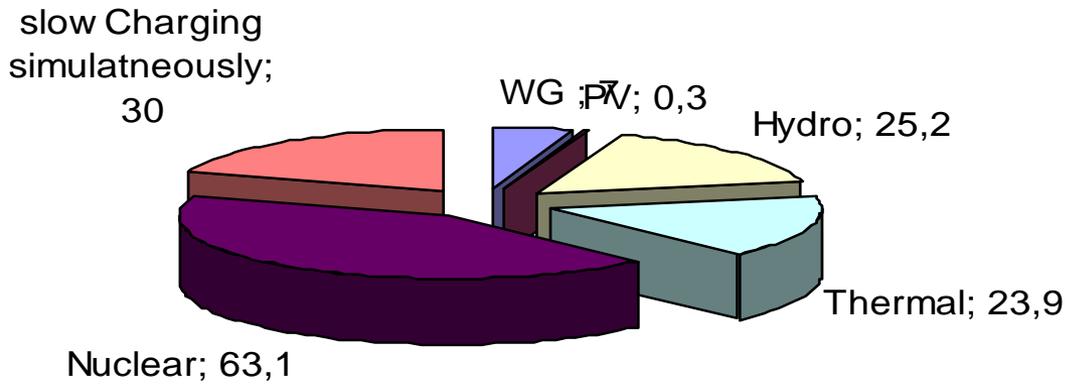
10 Million voitures à 18 kWh stockage /jour consommation : ? **0,18 TWh (12,4%)**

Consommation journalière Française: 1,45 TWh

Charger en même temps 10 M de voitures demande :

- Chargement lent (3kW) : ? **30 GW durant 6 hours**
- Chargement rapide (43 kW) : ? **430 GW Durant 25 min**
- Chargement réparti sur 24 h 0024 h : ? 7,5 GW

En résumé quels changements sur le réseau en puissance installée (1)



En résumé quels changements sur le réseau en puissance installée (2)

10 M de VE

12.5% d'augmentation de la production

7.5 GW d'augmentation de puissance installée dans le meilleur des cas

430 GW d'augmentation de la puissance installée dans le pire des cas (400% environ)

Impacts locaux sur :

profil de tension

qualité de l'énergie

vieillesse prématurée des appareils de distribution

Impacts globaux :

Construction de nouvelles centrales électriques rapides (gaz...)

Nouvelles lignes

Impacts sur la stabilité de fréquence

En résumé , c'est tout de même la langue d'Esopo

Ainsi :

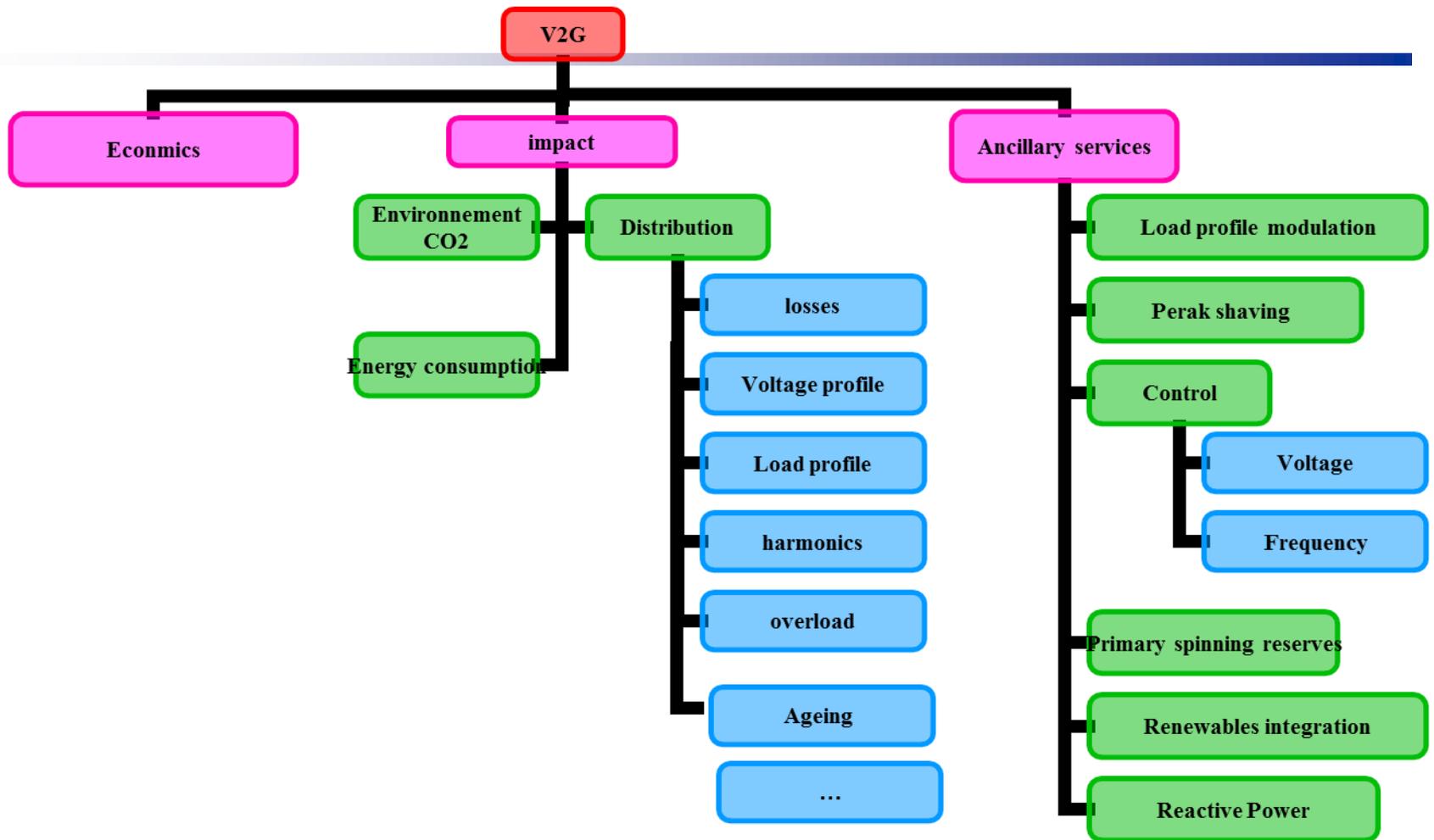
Ces 10 M de VE (stationnés 90% du temps) offrent une opportunité de stockage rapide de 180 GWh
10 fois les réserves primaires française.

Une charge coordonnée des 10 M de VEs offre un réglage supplémentaire pour la stabilité en
fréquence du réseau

Associé au bâtiment dit intelligent EV's, c'est encore mieux!

Le VE peut participer comme levier à l'intégration du renouvelable local (PV) ou sur une large échelle
(éolien)

= Services système Presque gratuits



Il demeure toutefois maintes questions en suspens

Evolution des normes , qui decide, quelles décisions?

Sûreté , maintenance

Quels marchés , quid de l'utilisateur et de son comportement? Quelle culture?

Approche modale (train, tramway, stations de bus...)

Batteries,

- leurs évolutions techniques et économiques?

- charge rapide ou lentes?

échange standart de batteries chargées, ?

location longue durée?

Quels sont les futurs emplois liés au VE, quelles compétences, quelles formations?

Le VE dépasse largement le champs du genie électrique

Sociologie : acceptabilité sociale, comportement de l'humain dans la boucle

Urbanisme : réseaux routiers, voiries diverses, plans de circulation, parking dédiés...?

Infrastructures : bornes de recharge sur la voirie publique, en lien avec l'habitat

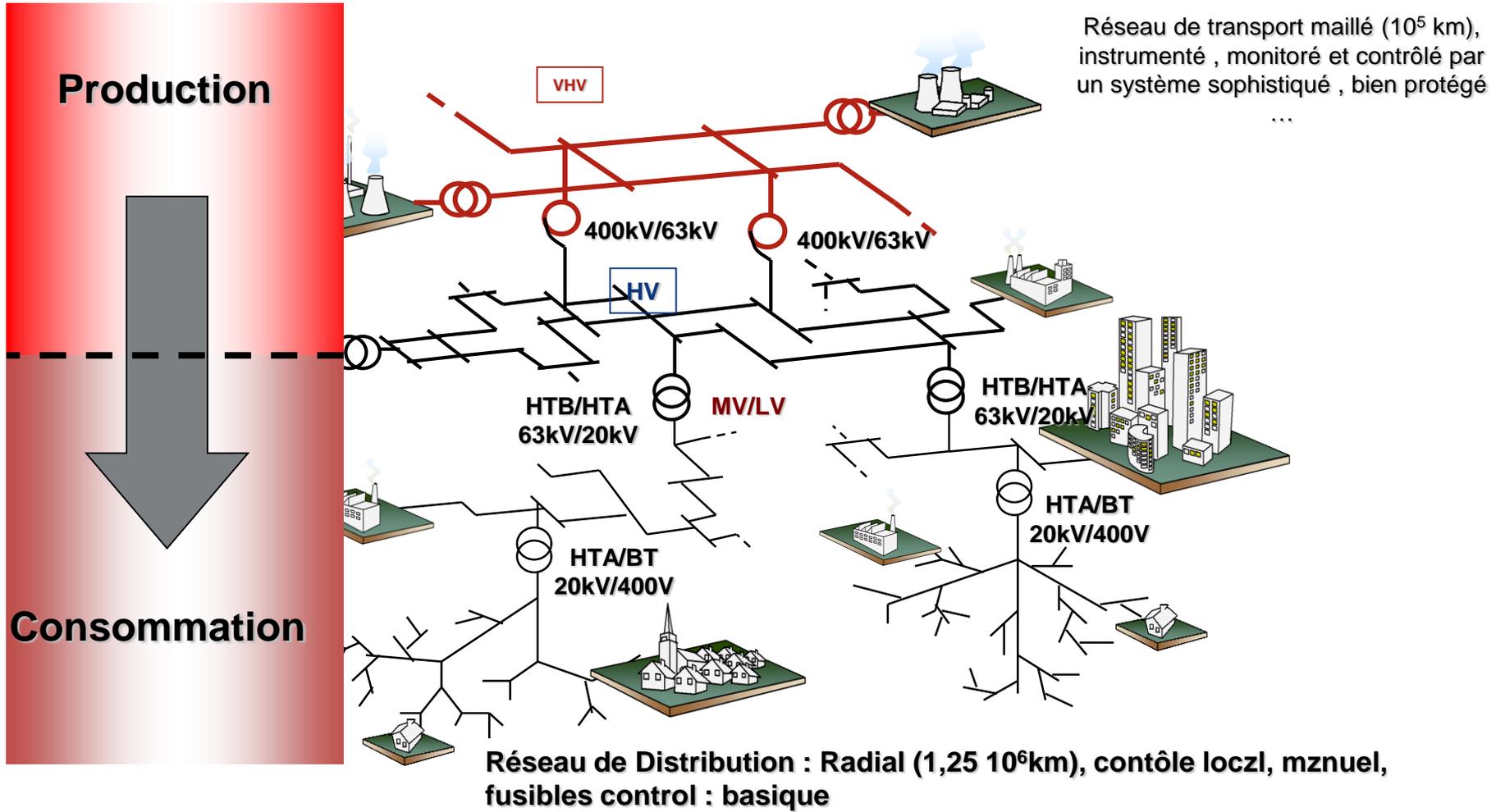
Logistique

Modèles économiques

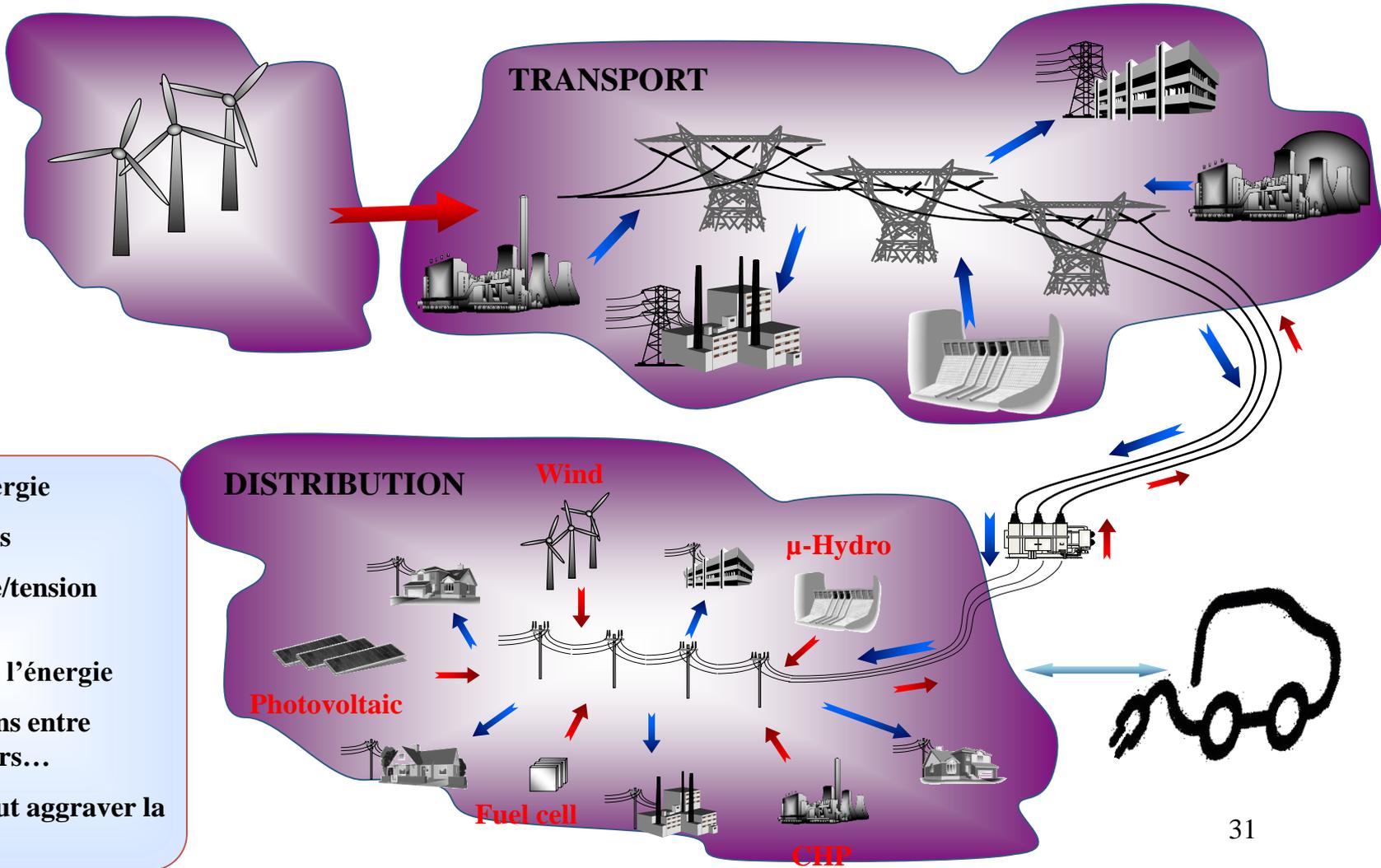
Standardisation

Le VE et le réseau généralités

L'ancien schéma...

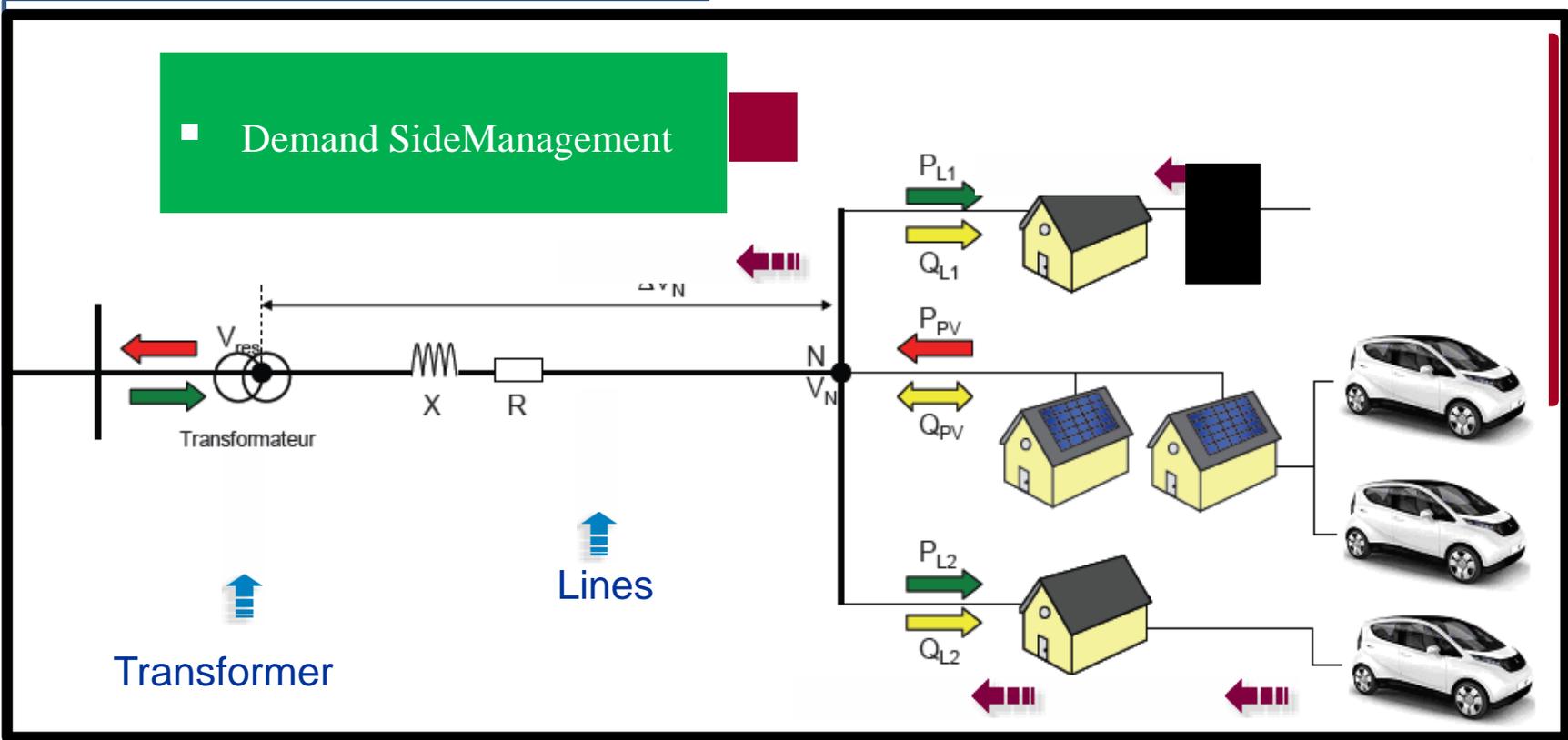


Le nouveau schéma



- ✗ Flux d'énergie
- ✗ Protections
- ✗ Fréquence/tension stabilité
- ✗ Qualité de l'énergie
- ✗ Interactions entre producteurs...
- ✗ Le VE peut aggraver la situation

Demand Side Management



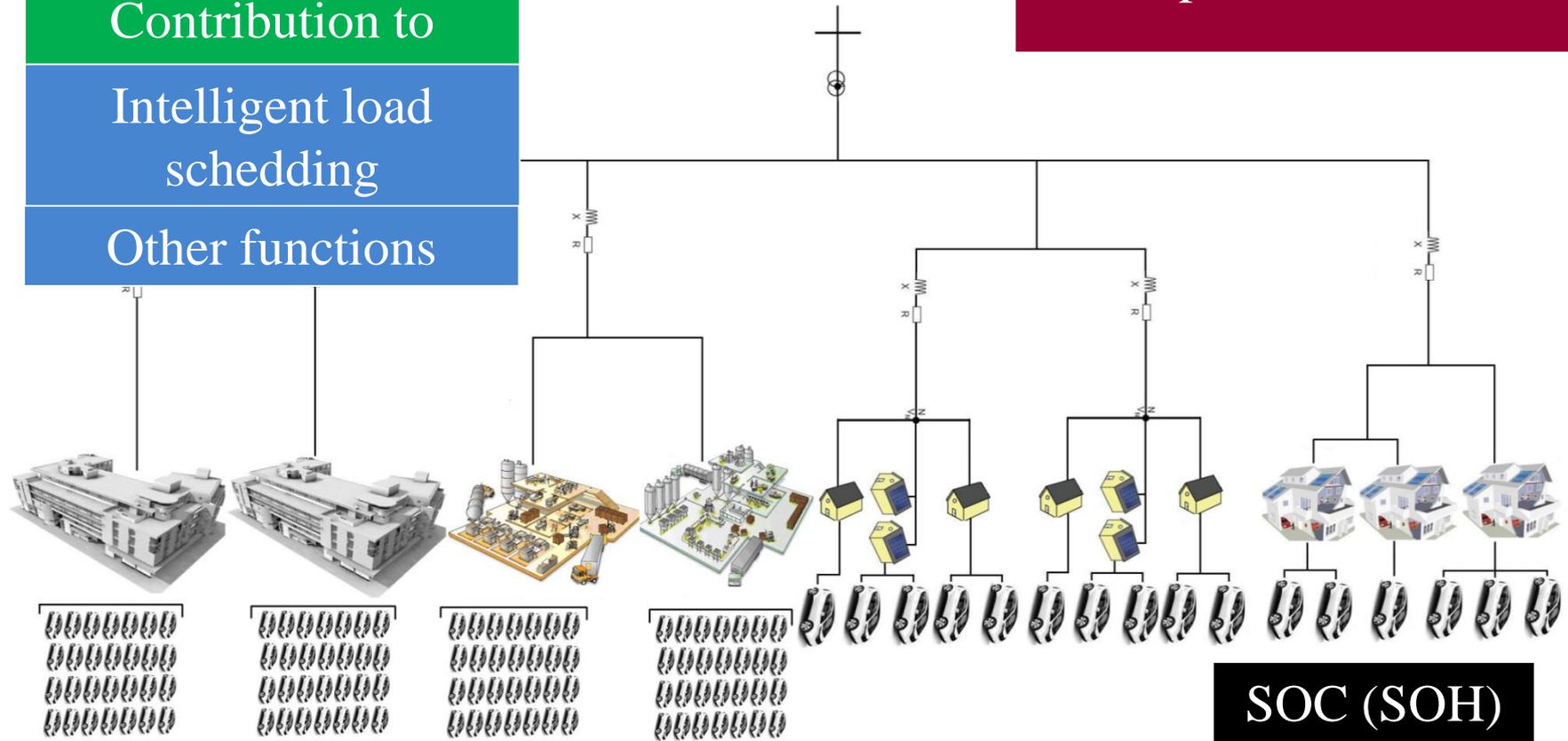
Voltage control

Contribution to

Intelligent load
scheduling

Other functions

Concept Vehicle to Grid



SOC (SOH)

Des exemples dans le monde

Los Angeles

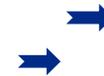
- The Los Angeles Area is expected to encounter the largest growth in PHEVs over the next couple of years.
- Projection: 119,069 EVs by 2019
- If every PHEV was plugged in simultaneously this could add an electric load of up to 658 MW
- If PHEV charging was staggered over 8 hour period +147 MW; over 12 hour period +98 MW



[Ref: ISO/RTO Council \(IRC\) March 2010
Assessment of Plug-in Electric Vehicle Integration with ISO/RTO Systems](#)

New York City

- New York City is another megacity predicted to see a major increase in PHEVs.
- Projection: 54,000 EVs by 2019
- If every PHEV was plugged in simultaneously this could add an electric load of up to 299 MW
- If PHEV charging was staggered over an 8 hour period +33 MW; over 12 hour period +22 MW

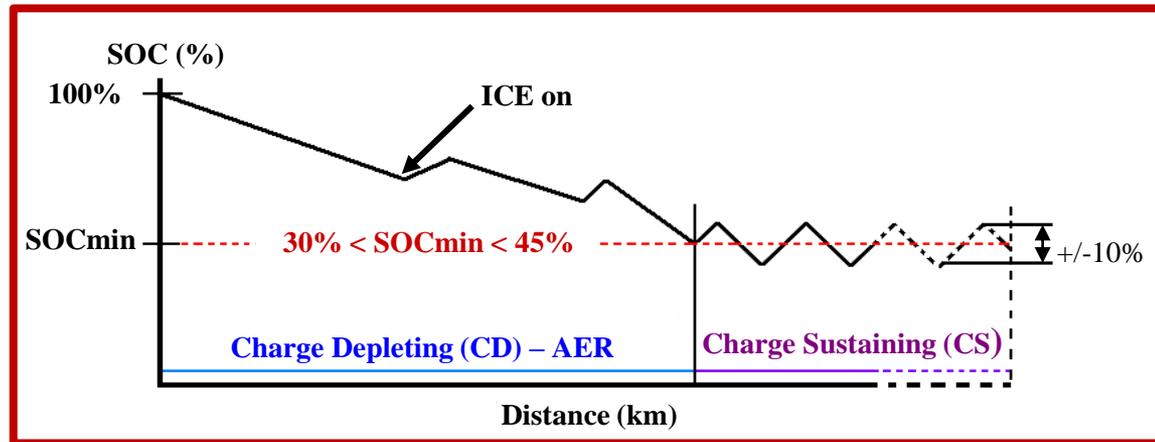


At Eastern Connecticut
State University

Potentiel des véhicules rechargeables en France (H Turker)

Hybride rechargeable

Principe de fonctionnement :



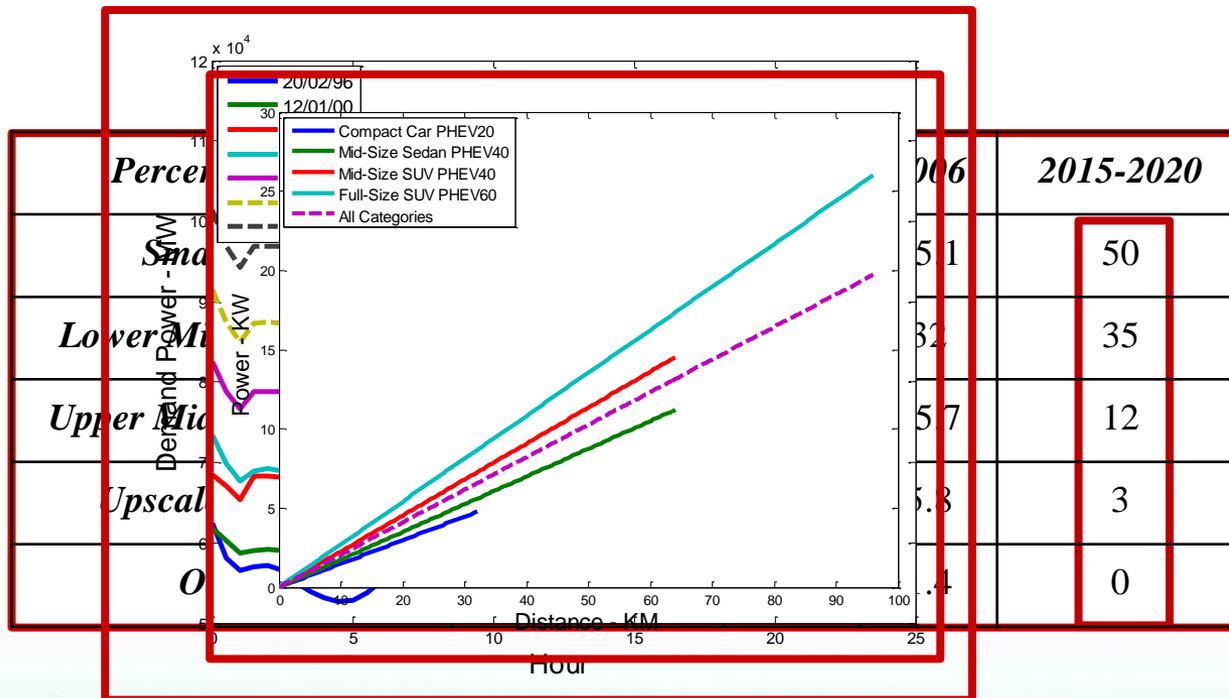
Taille des packs de batteries :

<i>KWh</i>	<i>PHEV20</i>	<i>PHEV40</i>	<i>PHEV60</i>
<i>Compact Car (CC)</i>	5.1	10.3	15.5
<i>Mid-Size (MS-S)</i>	6	12	18
<i>Mid-Size SUV (MS-SV)</i>	7.9	15.5	23.3
<i>Full-Size SUV (FS-SV)</i>	9.3	18.5	27.8

Potentiel des véhicules rechargeables en France (H Turker)

Contexte des scénarii de charges

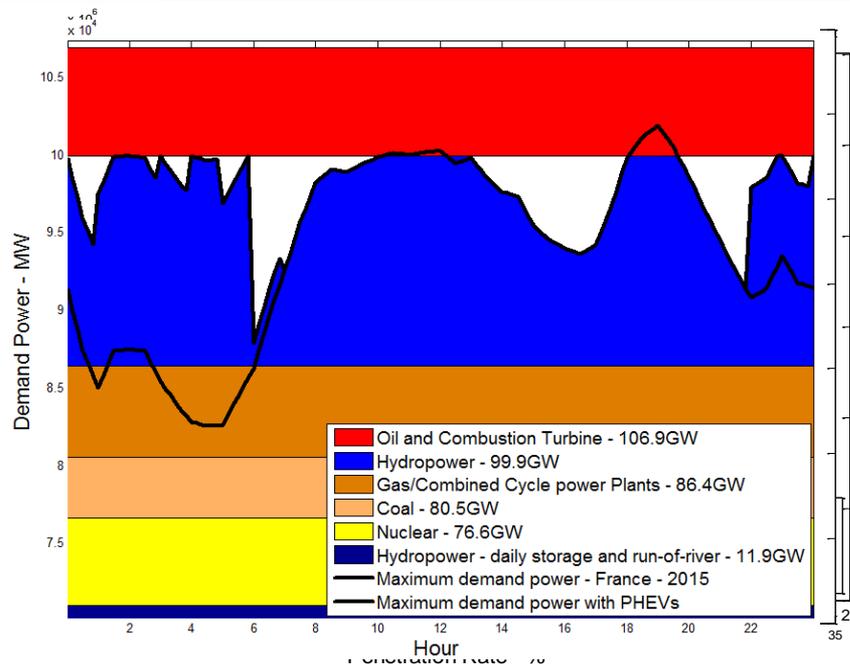
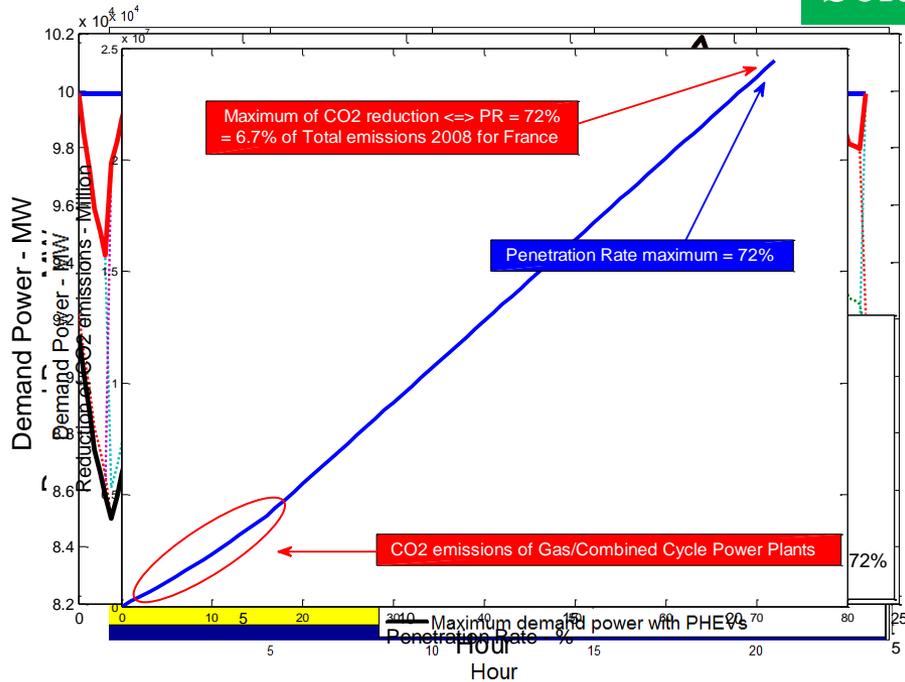
- Evolution of mixed French car fleet
- Evolution of daily power demand for France
- Power demand to the Grid of different types of PHEVs



Potentiel des véhicules rechargeables en France (H Turker)

Simulations

Evaluation du taux de pénétration Solution 1 : Puissance chargeur atténuée



Heure de charge	% Pénétration – η (87.7%)	Sol. 1 % Pénétration – η (%)	Sol. 2 % Pénétration – η (%)
8h-10h	11.5% - 88.3%	33.5% - 89.4%	72% - 97.9%
18h-20h	9% - 88.2%		
8h-18h	50% - 90.2%		

Une conclusion inattendue : le VE peut augmenter les émissions de CO2!!!

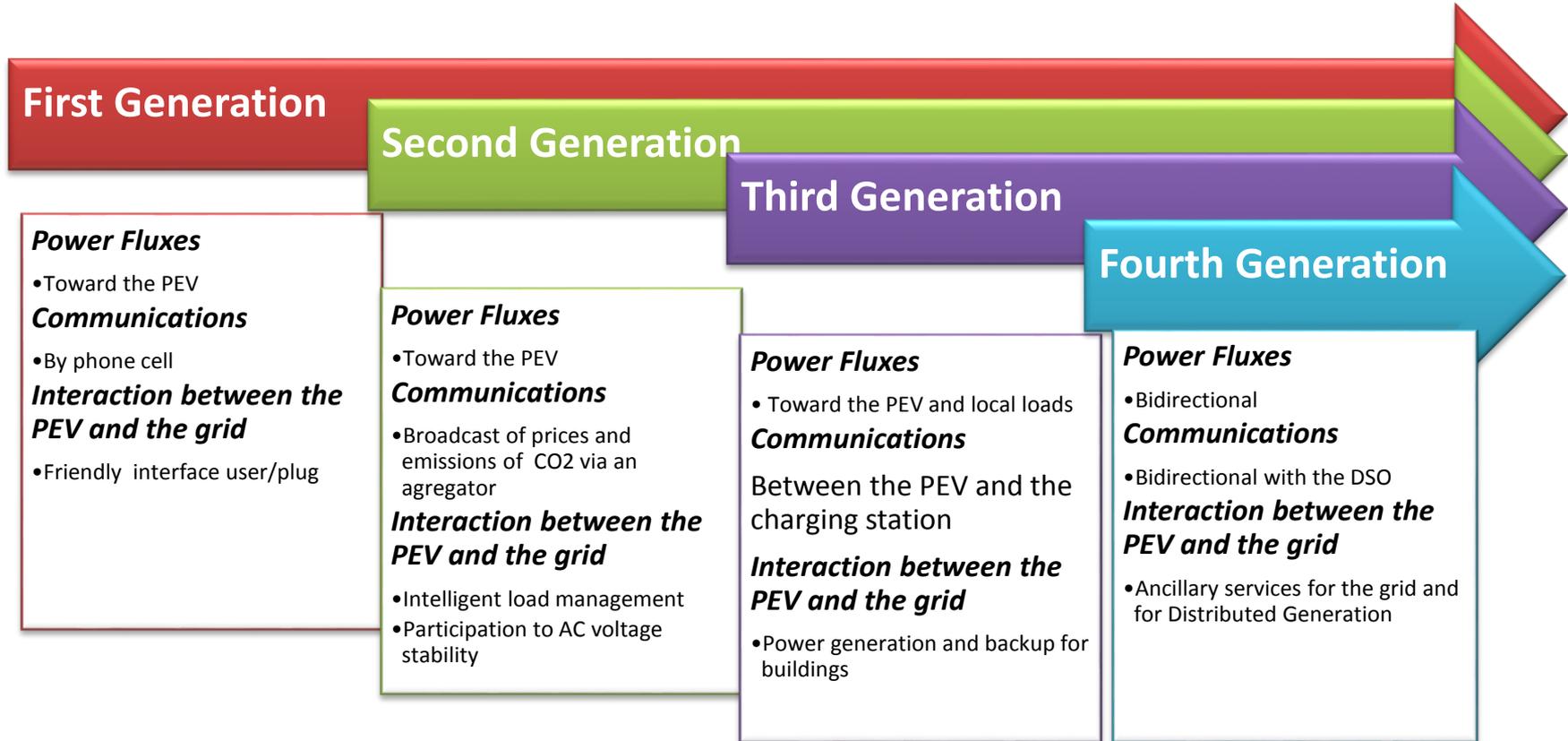
Dans le meilleur cas (théorique) avec 72 % de pénétration bien gérée diminuera de 7% les émissions en France

Et en Allemagne ?

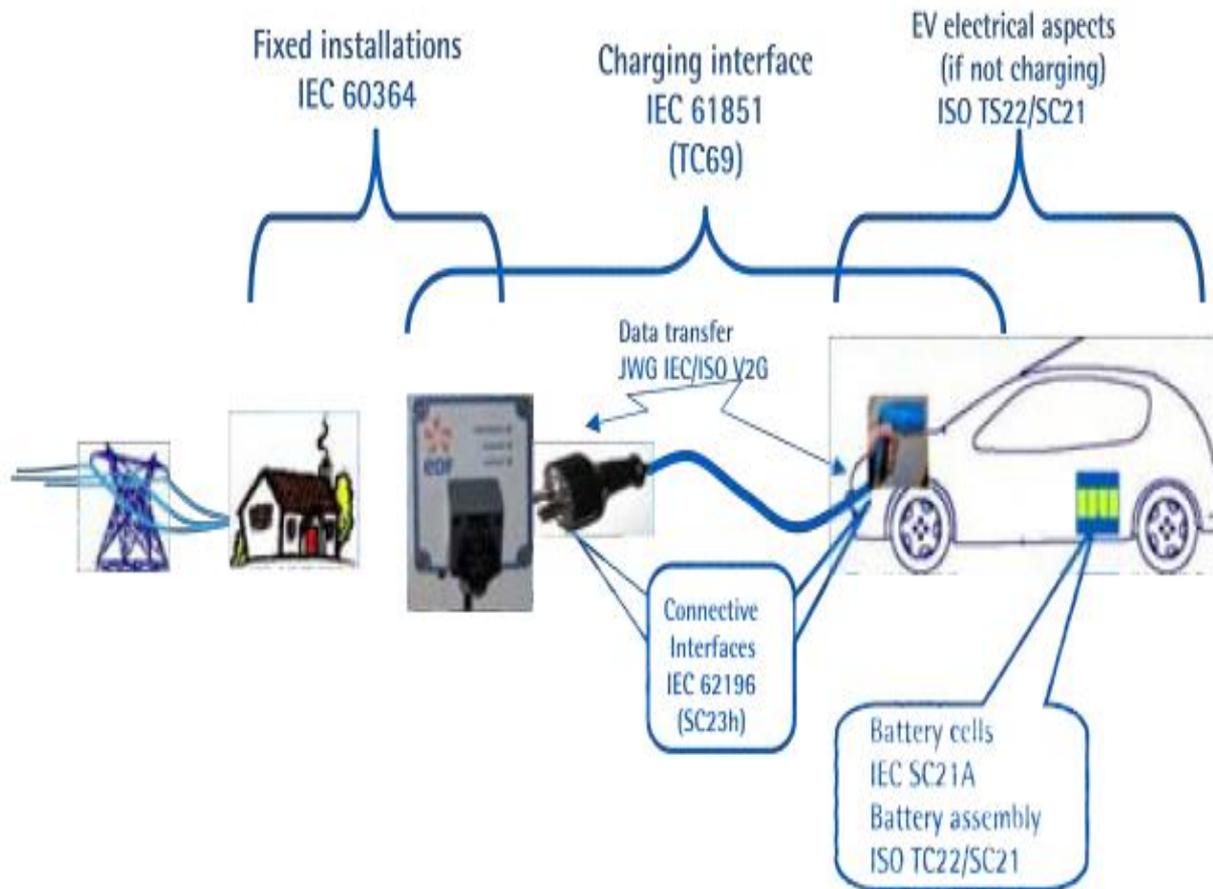
Peut être 240 % d'augmentation des émissions de CO2

Projections techniques et réglementaires

Projections techniques



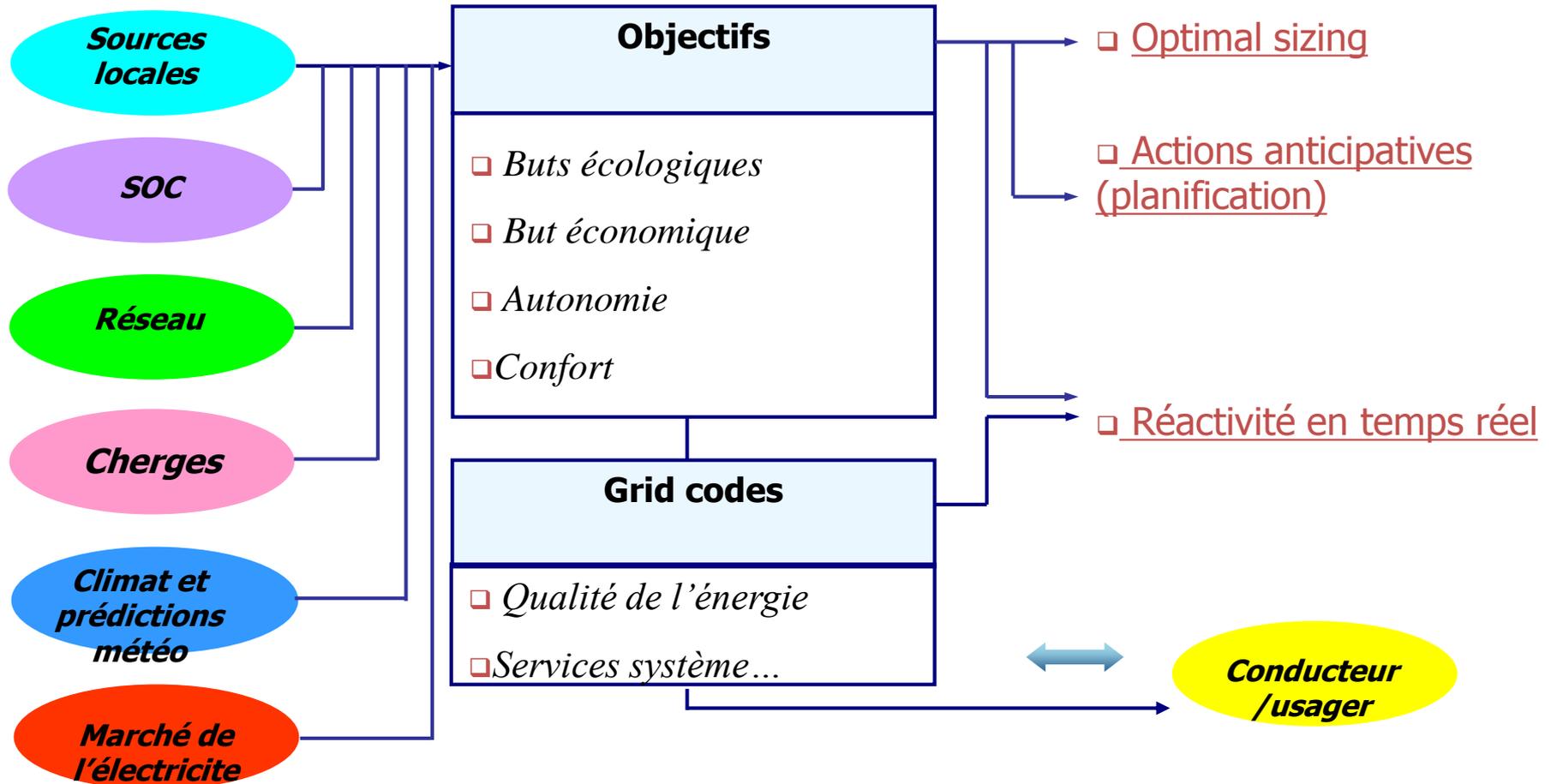
Quelques normes



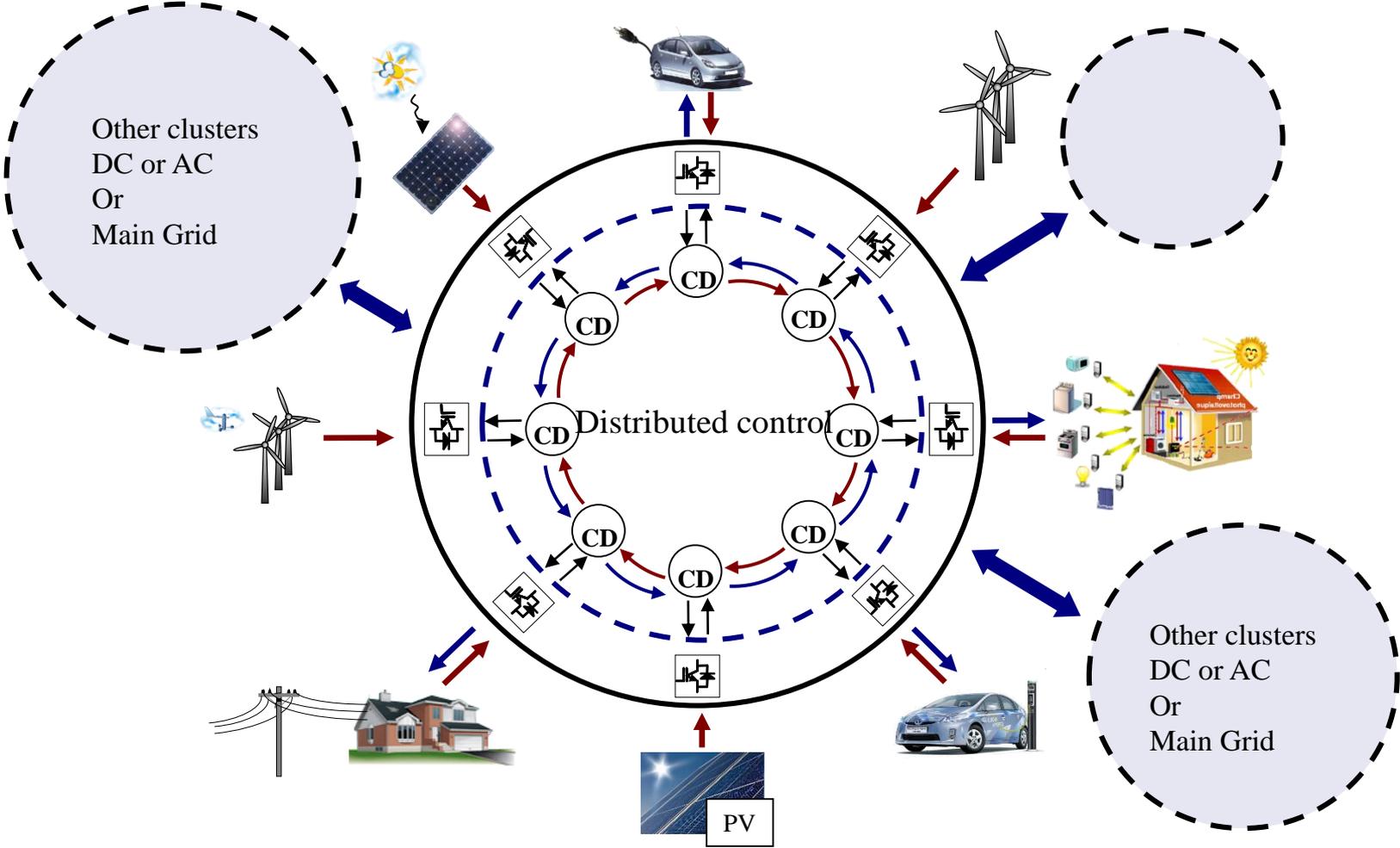
Projections techniques et réglementaires

Des pistes sur l'avenir à moyen terme

Vers une gestion temps réel des flux d'énergie en y faisant participer le VE



Un futur possible qui est la clustérisation : via des agrégateurs



Le véhicule électrique fournisseur de services
Seul ou avec le bâtiment

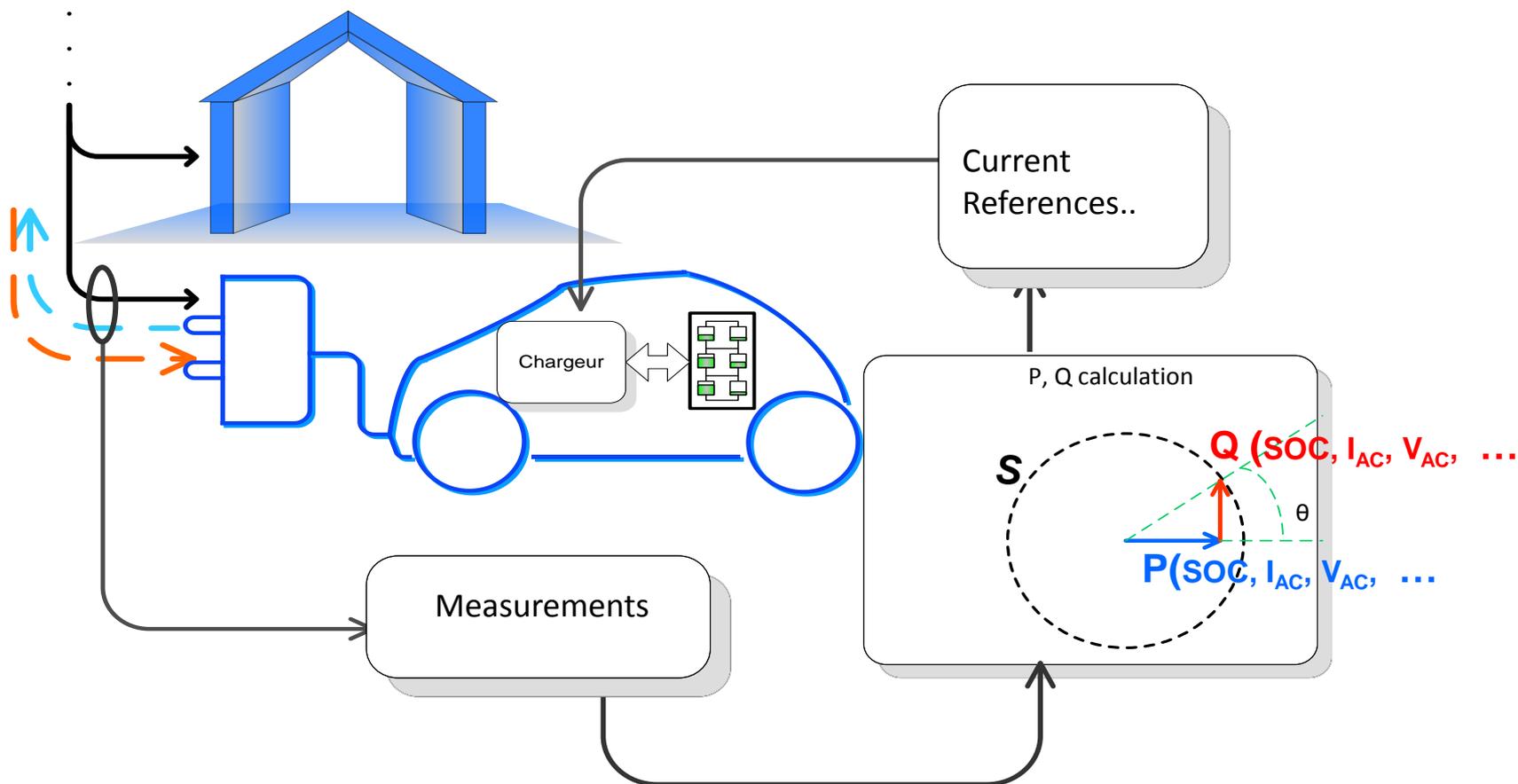
Amélioration de la qualité :

Équilibrage

réglage local de tension : via le réactif

Filtrages divers

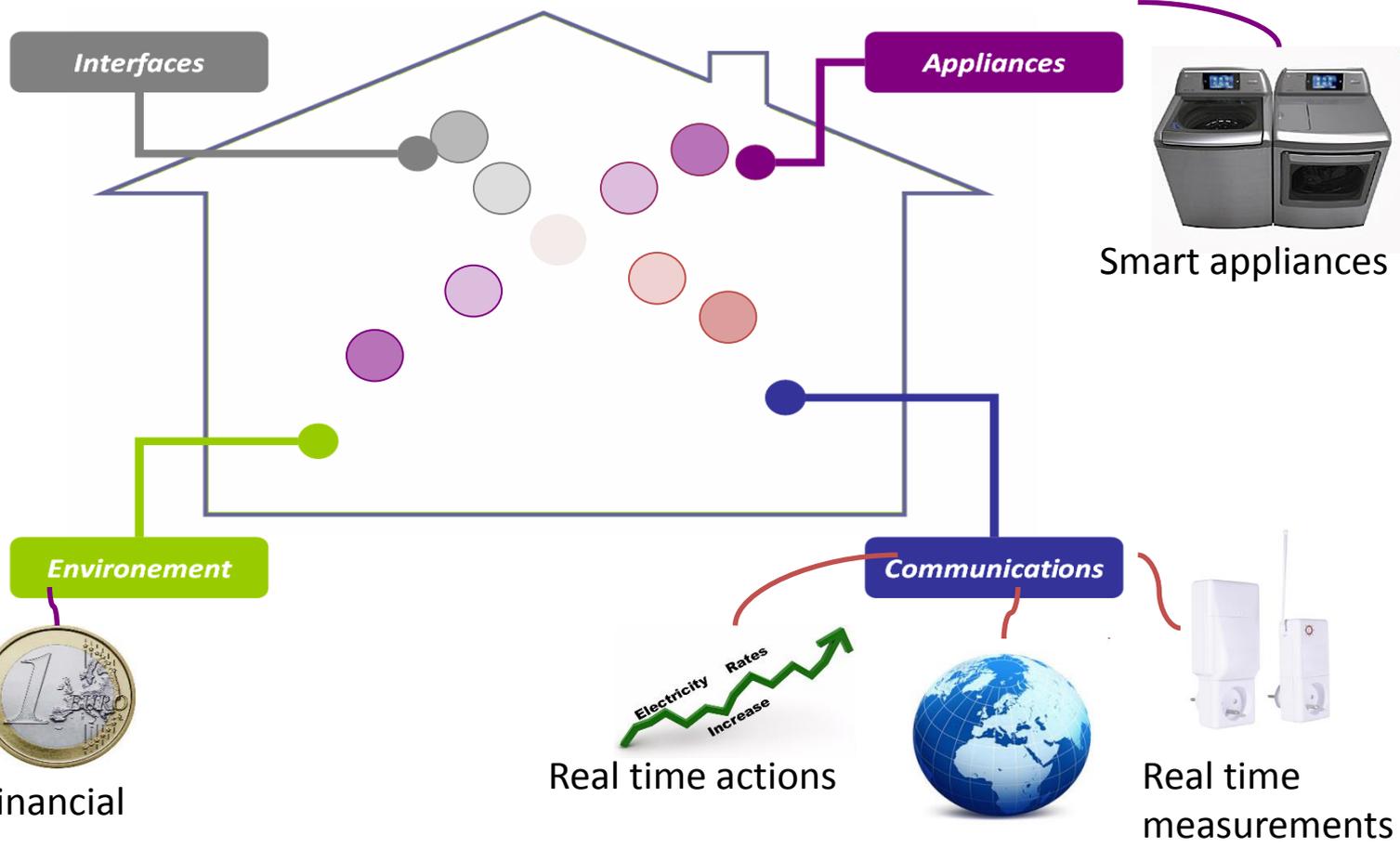
Répondre aux sollicitations des agrégateurs



Friendly use and control



Electric vehicle



Smart appliances

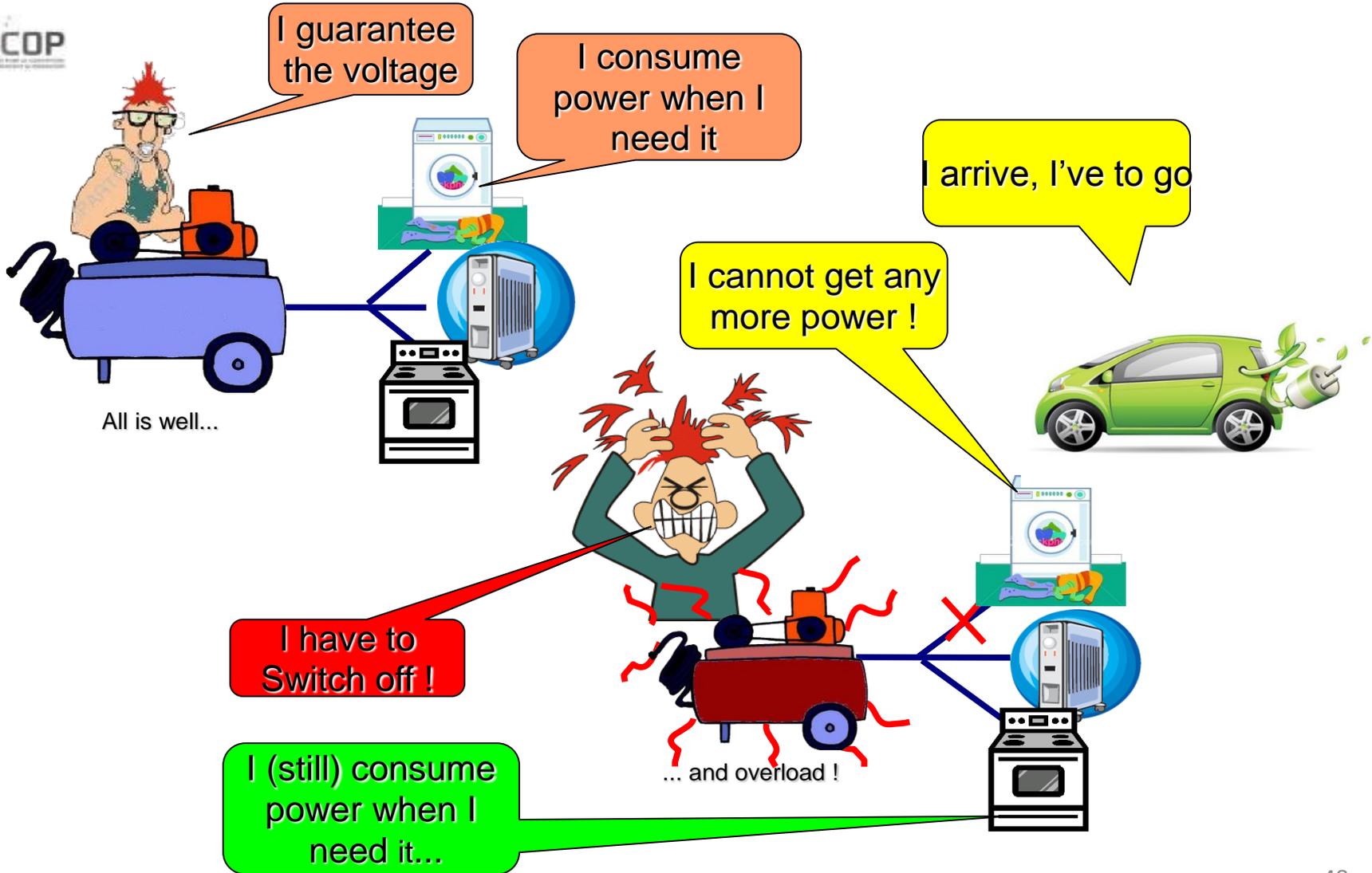
Weather

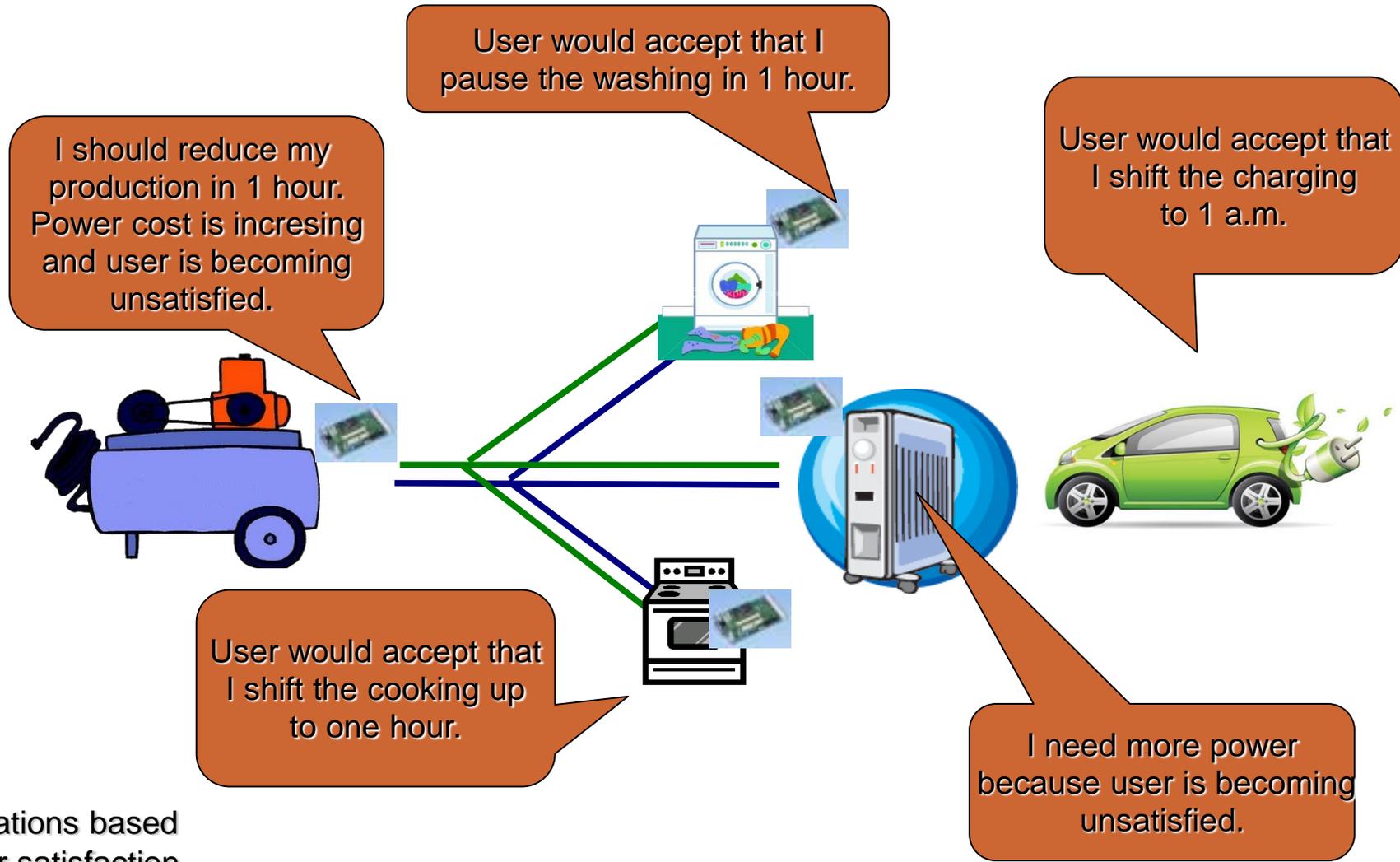
financial

Real time actions

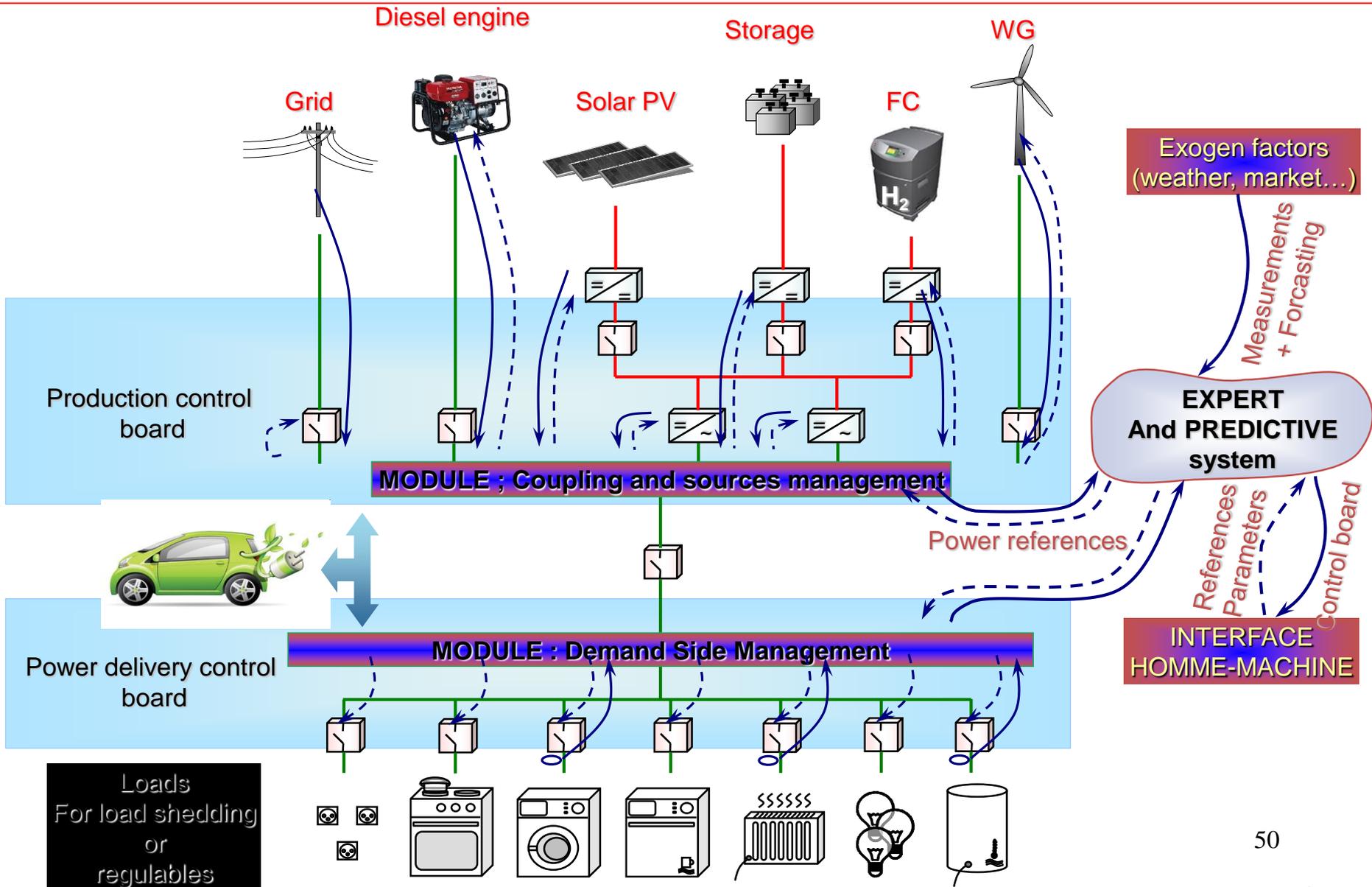
Real time measurements

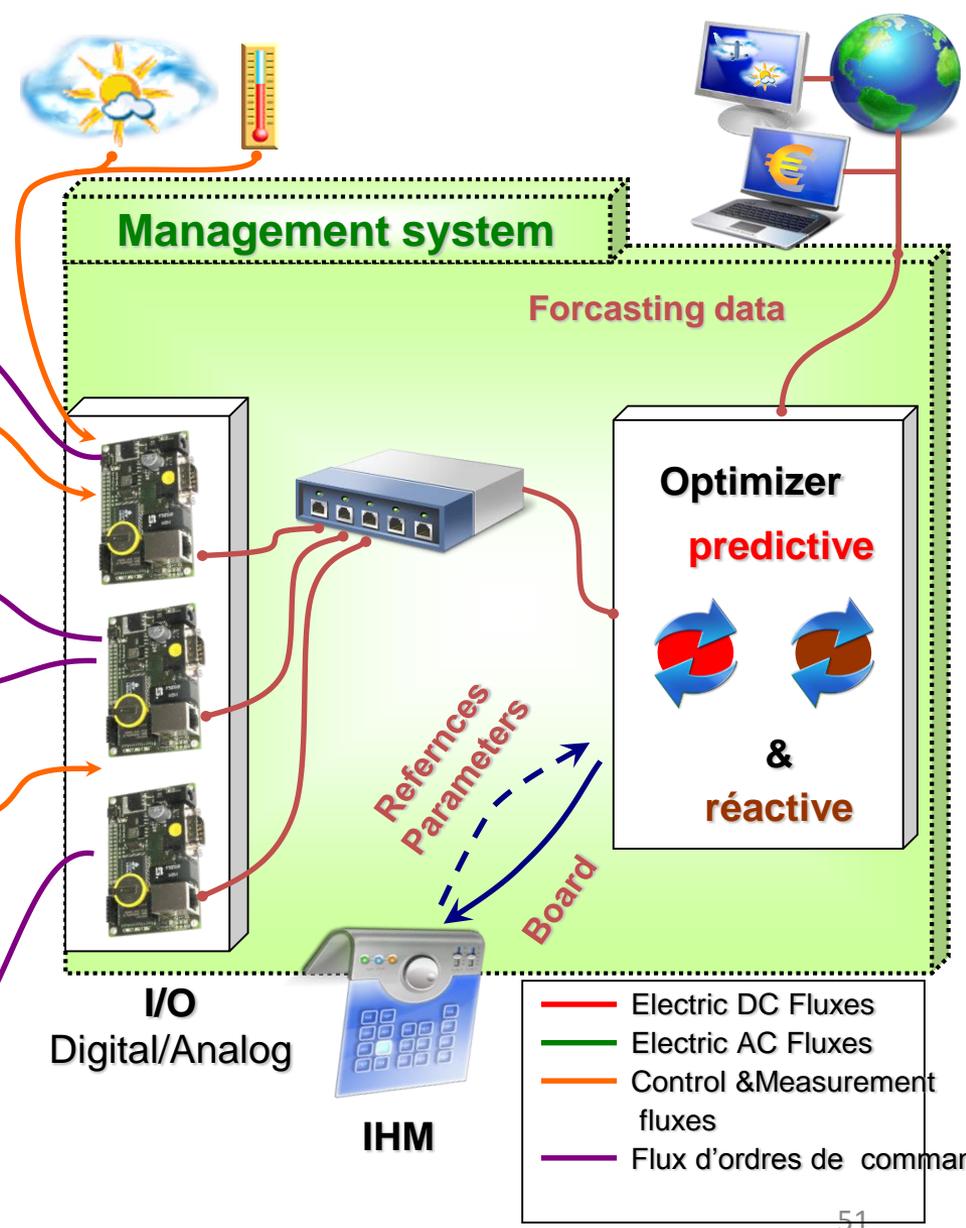
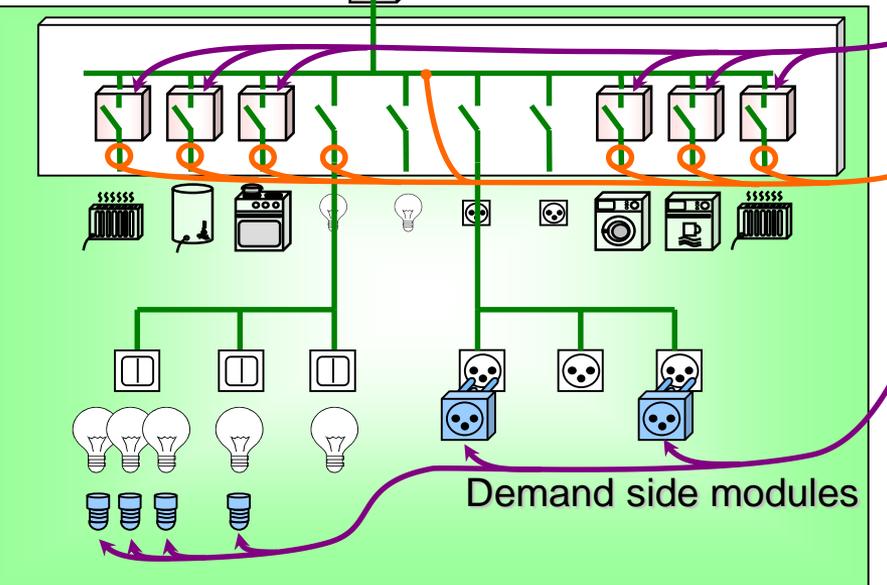
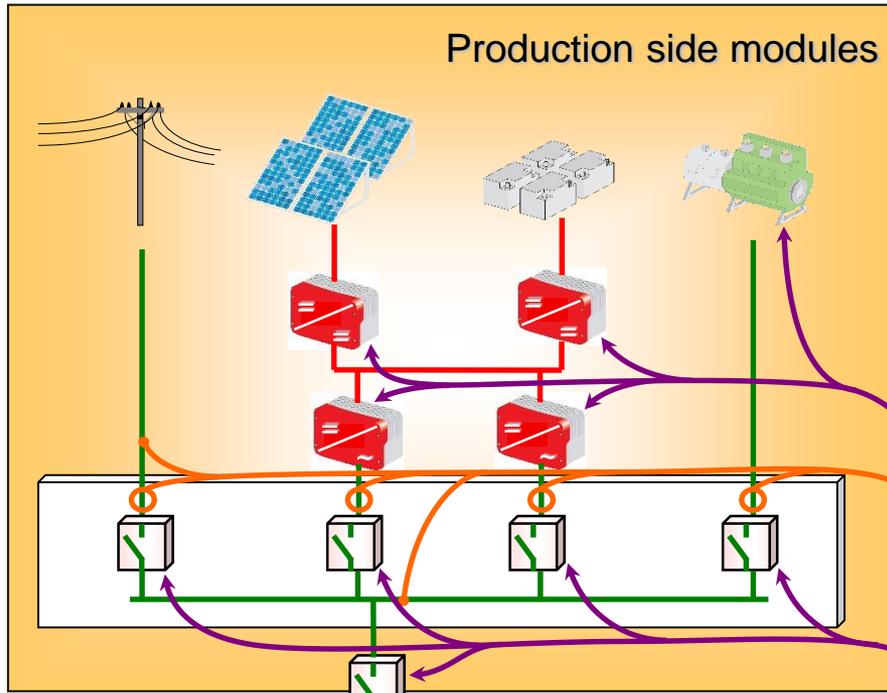
Actual internal Egotist "management" explained to Tiziri (1)





Negotiations based on user satisfaction.





Conclusions ...

- Planifier des infrastructures
 - Recharge
 - Communication
 - En association avec les autres réseaux
 - **EN ASSOCIATION AVEC LES DISCIPLINES CONNEXES**
 - Acceptabilité sociale et économique
- Les technologies sont matures
 - Communication
 - VEs
 - Information
- Les problèmes d'une large insertion de VEs sont connus, les possibles solutions également
- Le modèle économique est primordial : seconde vie des batteries, marché de l'occasion
- **LA FORMATION**

Il reste du chemin à faire mais de moins ne moins de barrières réglementaires et économiques

Quelques références dont sont tirées les éléments de la présentation

H. Turker, S. Bacha, D. Chatroux, A Hably : Low Voltage Transformer Loss of Life Assessments for a High Penetration of Plug-in Hybrid Electric Vehicles (PHEVs) IEEE Transaction on Power Delivery, VOL. 27, NO. 3, JULY 2012 , pp 1323-1331

H. Turker, S. Bacha, A Hably "Rule-Based Charging of Plug-in Electric Vehicles (PEVs): Impacts on the Aging Rate of Low Voltage Transformer" IEEE Transaction on Power Delivery, vol.29, no.3, pp.1012,1019, June 2014

Turker, H., Bacha, S., & Chatroux, D. (2010, October). Impact of plug-in hybrid electric vehicles (phevs) on the french electric grid. In Innovative Smart Grid Technologies Conference Europe (ISGT Europe), 2010 IEEE PES (pp. 1-8). IEEE.

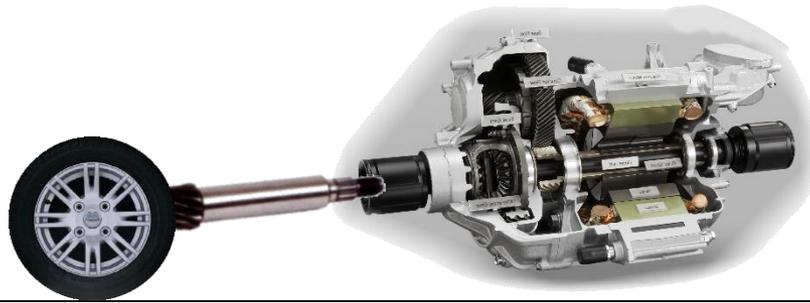
Fernandez, J., Bacha, S., Riu, D., Turker, H., & Paupert, M. (2013, February). Current unbalance reduction in three-phase systems using single phase PHEV chargers. In Industrial Technology (ICIT), 2013 IEEE International Conference on (pp. 1940-1945). IEEE.

Ocnasu, D., Gombert, C., Bacha, S., Roye, D., Blache, F., & Mekhtoub, S. (2008). Real-time hybrid facility for the study of distributed power generation systems. Revue des Energies Renouvelables, 11(3), 343-356.

Nguyen, V. L., Tran-Quoc, T., Bacha, S., & Luu, N. A. (2014, October). Charging strategies to minimize the energy cost for an electric vehicle fleet. In Innovative Smart Grid Technologies Conference Europe (ISGT-Europe), 2014 IEEE PES (pp. 1-7). IEEE.

Thèses de doctorat : Harun Turker, Julian Fenandez, Daniel Ocnasu, Van Linh Nguyen, Adrian Florescu

Merci!



accélérer Freiner

