

# Impact de la recharge des VE sur le réseau électrique : quelques points clés

GERI-VE

Groupe d'Echanges et de Recherches de l'IFSTTAR  
Véhicules Electriques

Serge PELISSIER  
30 mai 2011



IFSTTAR

VA = puissance apparente = produit « brut » du courant et de la tension  
permet de dimensionner le réseau de distribution

Watt (W) = puissance active = produit du courant et de la tension intégrant le déphasage entre  $u$  et  $i$  ( $UI \cdot \cos \phi$ )  
Correspond à l'énergie « utilisable » par seconde (chaleur, force,...)

Conséquence : pour une puissance active donnée, un appareil peut appeler une puissance apparente supérieure. A l'extrême on peut avoir une puissance active nulle ( $\cos \phi = 0$ ) et une puissance apparente non nulle

Watt.heure (Wh) = produit de la puissance active et de la durée d'utilisation en h  
= énergie consommée ou produite en 1 heure  
autre unité le Joule :  $1 \text{ J} = 1 \text{ W.s}$  ou  $1 \text{ W.h} = 3600 \text{ J}$

kW = kilo Watt =  $10^3 \text{ W}$  – on a de la même façon le kWh  
MW = Méga Watt =  $10^6 \text{ W}$  – on a de la même façon le MWh  
GW = Giga Watt =  $10^9 \text{ W}$  – on a de la même façon le GWh  
TW = Téra Watt =  $10^{12} \text{ W}$  – on a de la même façon le TWh

## Puissance des stations de recharge

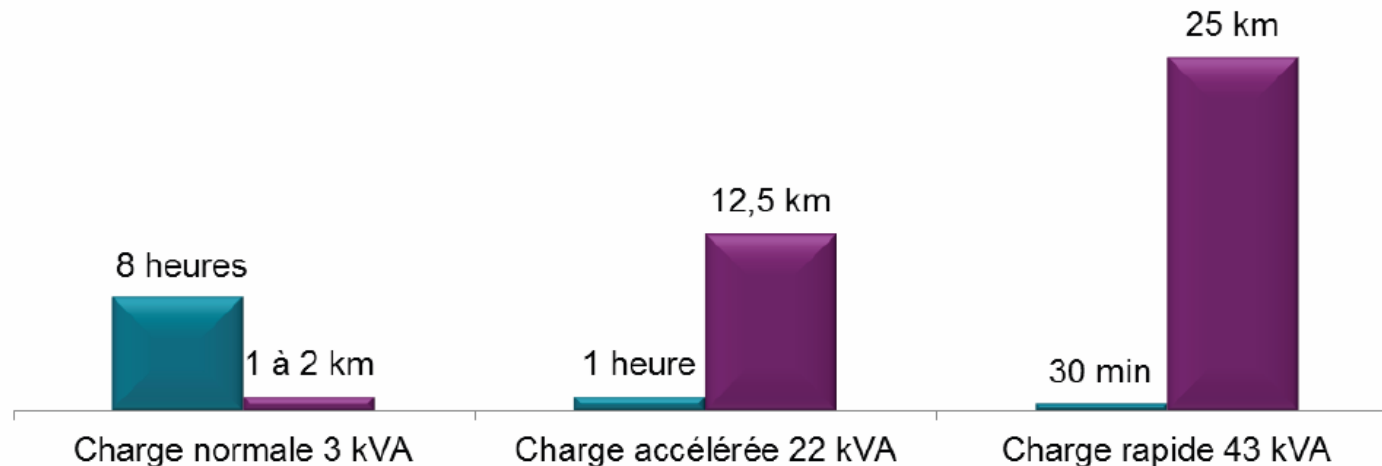
3 valeurs prévues :

- charge normale (lente) = 3kVA - 16 A mono (6 ou 8 h)
- charge accélérée = 22kVA - 32 A Triphasé (1 h)
- charge rapide = 43kVA - 63 A Triphasé (½ h)

*Rappel : puissance standard d'un ménage = 6 kVA (sans chauf. élec.) - lave linge = 2 kVA*

## Durée théorique de recharge complète d'un véhicule électrique d'une capacité de 25 kWh

- Durée théorique pour un plein de 25 kWh
- Nombre de km récupérés en 5 minutes de charge



Source CVA - cité dans le rapport Nègre (2011)

CVA  
CORPORATE & PROJECT



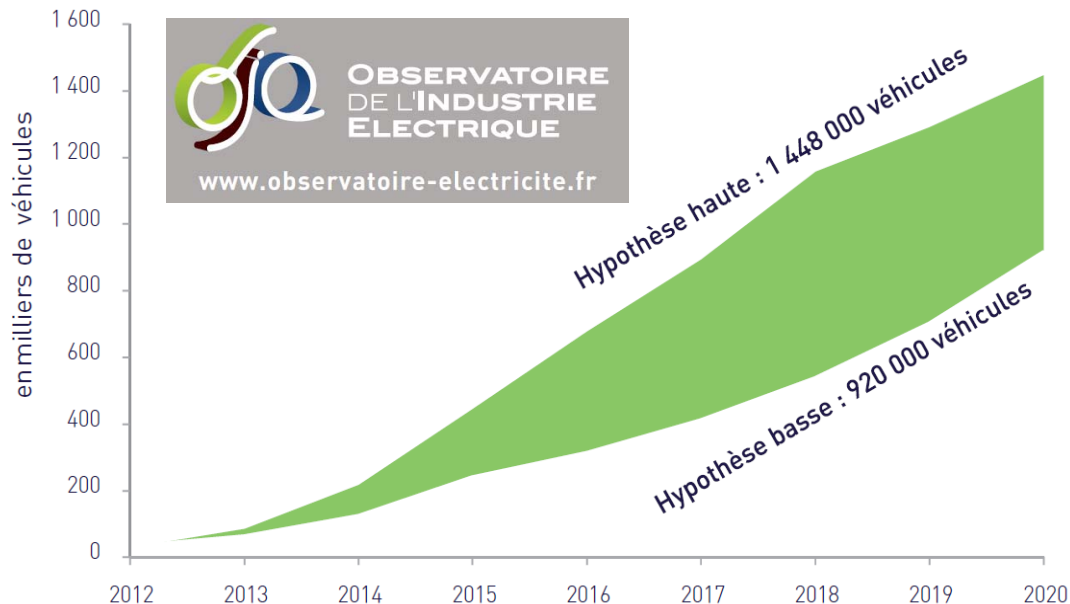
IFSTTAR

Nombre de VE : la grande inconnue

L'ADEME (en 2009) prévoit 1 Million de VE en 2020

Le plan national pour les véhicules décarbonés (Octobre 2009) prévoit une part de véhicules rechargeables dans le parc automobile de 1,2% en 2015 (ie 450 000) et 5% en 2020 (ie 1 850 000)

## Evolution prévisionnelle du parc de véhicules électriques et hybrides rechargeables à l'horizon 2020



*Rappel :*  
37 Millions de VL en France

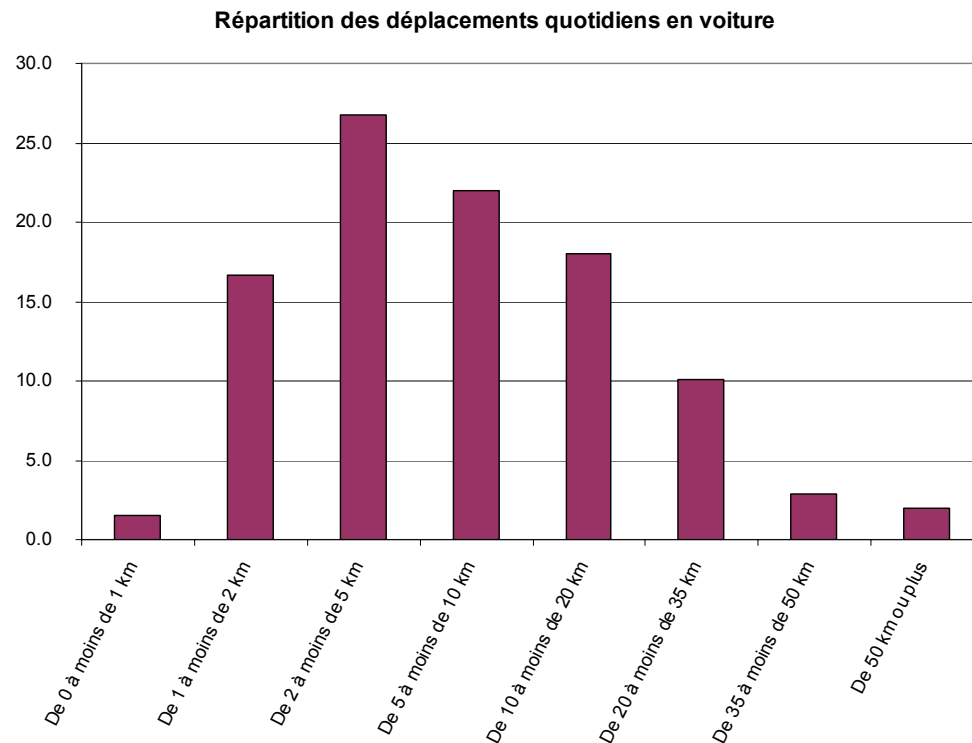
## Distance parcourue par jour

La longueur moyenne d'un trajet est de l'ordre de 10km (ENTD 2008).

Le nombre de trajets est au minimum de 2.

On peut considérer 2 cas :

- les VE assurent les trajets les plus courts : 20 km/jour est une limite max
- les VE assurent des trajets plus longs : 50 km/jour est une limite raisonnable



D'après Enquête Nationale  
Transports et Déplacements (ENTD) 2008

Consommation en Wh/km ?

Cette valeur dépend fortement :

- du poids du VE
- du type de conduite
- du relief
- de la saison
- .....

Pour un véhicule du type « petite berline » dont le poids est de l'ordre de 1T, une consommation de l'ordre de **200 Wh/km** est raisonnable (l'ADEME prend 250...)

Note : il faut différencier les Wh/km au niveau de la roue, au niveau de la batterie, ou ramenés à la borne de recharge. Les rendements des équipements sont à considérer.

*Rappel : pour un véhicule thermique, une consommation de 5 litres/100 km représente 450 Wh/km*

# Données sur la production d'électricité

## PARC DE PRODUCTION EN FRANCE

PUISSANCE MAXIMALE (GW)	31/12/2010
Nucléaire	63,1
Thermique à combustible fossile	27,4
<i>dont charbon</i>	7,9
<i>dont fioul</i>	10,4
<i>dont gaz</i>	9,0
Hydraulique	25,4
Éolien	5,6
Photovoltaïque	0,8
Autres sources d'énergie renouvelables*	1,2
<b>Total</b>	<b>123,5</b>

\* Principalement : déchets urbains, déchets de papeterie, biogaz.

ÉNERGIE PRODUITE	TWh	Part de la production (%)
<b>Production nette</b>	<b>550,3</b>	<b>100,00</b>
Nucléaire	407,9	74,1
Thermique à combustible fossile	59,4	10,8
<i>dont charbon</i>	19,1	3,5
<i>dont fioul</i>	7,9	1,4
<i>dont gaz</i>	30,0	5,5
Hydraulique	68,0	12,4
Éolien	9,6	1,7
Photovoltaïque	0,6	0,1
Autres sources d'énergie renouvelables*	4,8	0,9

\* Principalement : déchets urbains, déchets de papeterie, biogaz.

Source : L'énergie électrique en France – 2010 - RTE



# Impacts sur le réseau du point de vue « énergie »

Nb de VE	Wh/km	Km/jour	Total GWh/an	% de la production totale	% de la production nucléaire
1 000 000	200	20	1 460	0.3 %	0.4%
1 000 000	200	50	3 650	0.7 %	0.9 %
5 000 000	200	20	7 300	1.3 %	1.8 %
37 000 000	200	20	54 020	9.8 %	13.2 %

*Rappel : production totale annuelle 550 000 GWh  
production nucléaire annuelle 408 000 GWh*

**Un faible impact en énergie pour 1 000 000 de VE**





# Impacts sur le réseau du point de vue « puissance »

Nb de VE	Wh/km	Km/jour		Puissance <b>max*</b> en GW avec bornes de 3 kW	Puissance <b>max</b> en GW avec bornes de 22 kW
1 000 000	200	20		3	22
1 000 000	200	50		3	22
5 000 000	200	20		15	110

Puissance **max\*** si tous les VE se chargent au même moment, ce qui est peu « raisonnable »

*Rappel des puissances installées :*

<i>totale</i>	123 GW
<i>nucléaire</i>	63 GW
<i>thermique</i>	27.5 GW
<i>hydraulique</i>	25.5 GW
<i>éolienne</i>	5.5 GW
<i>photovoltaïque</i>	0.8 GW

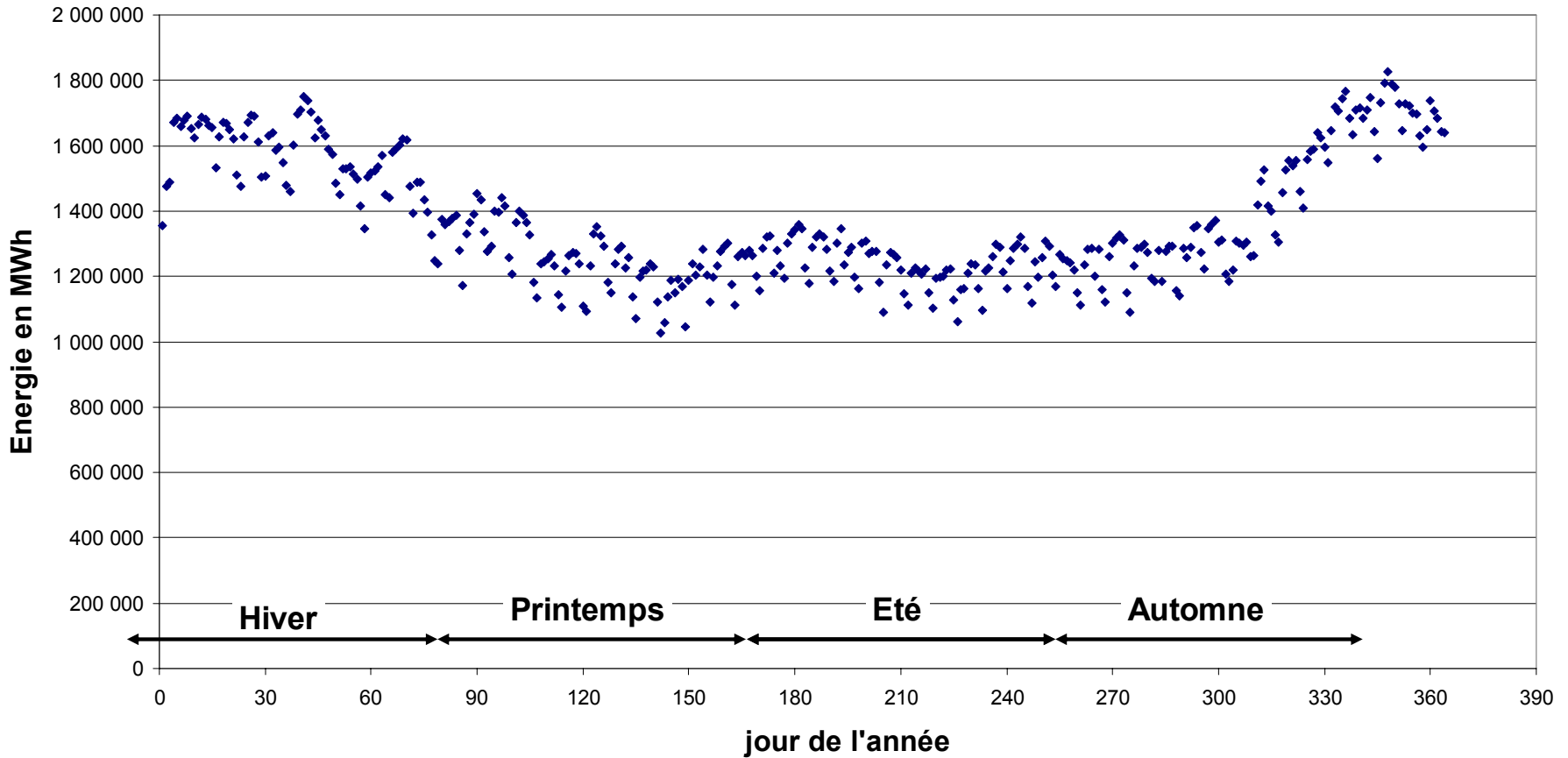
Un impact significatif en puissance  
même pour 1 000 000 de VE

Comment et quand cette puissance  
est-elle fournie ?



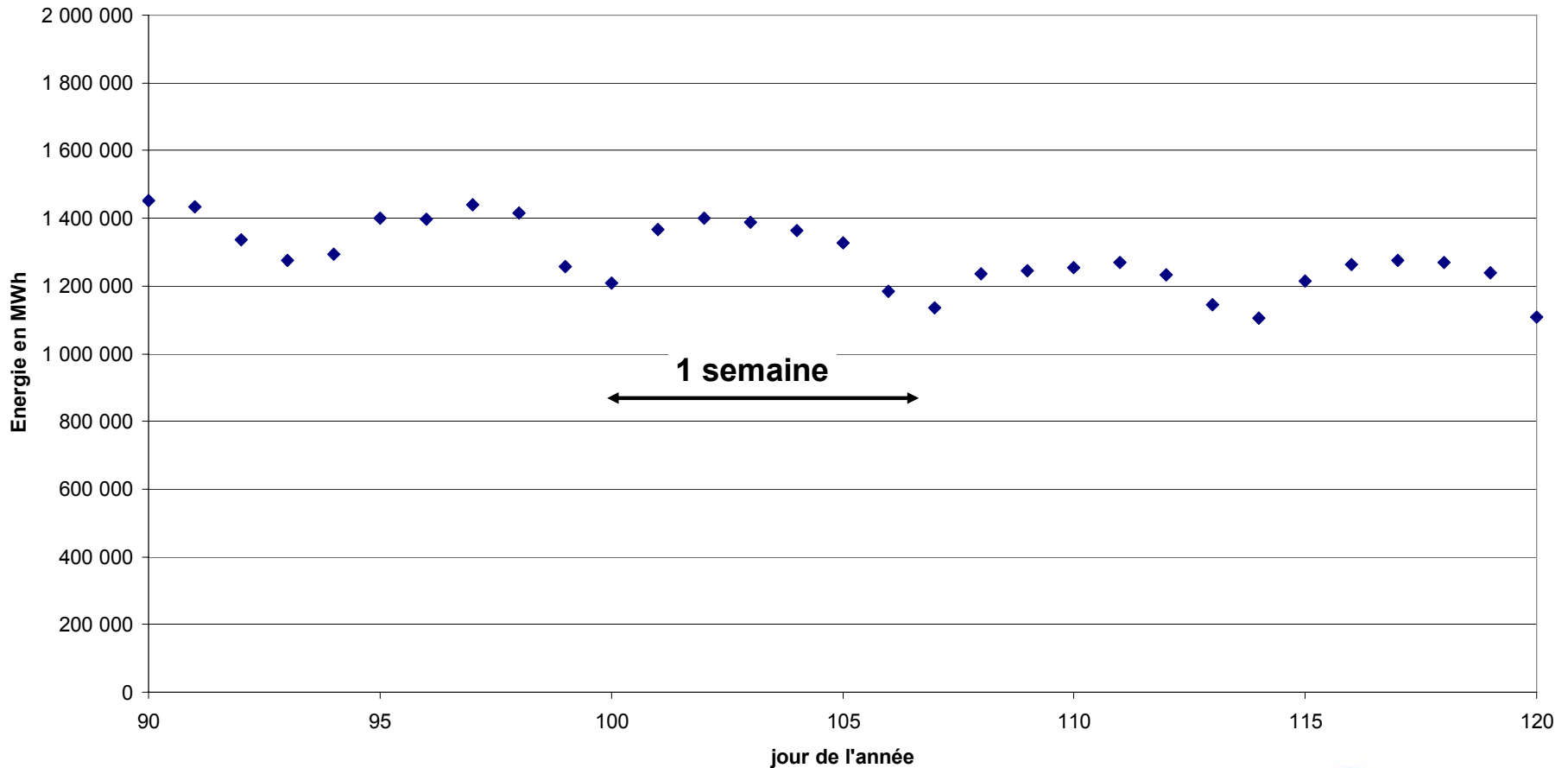
# Variation annuelle de la production d'électricité

## Energie consommée quotidiennement en 2010



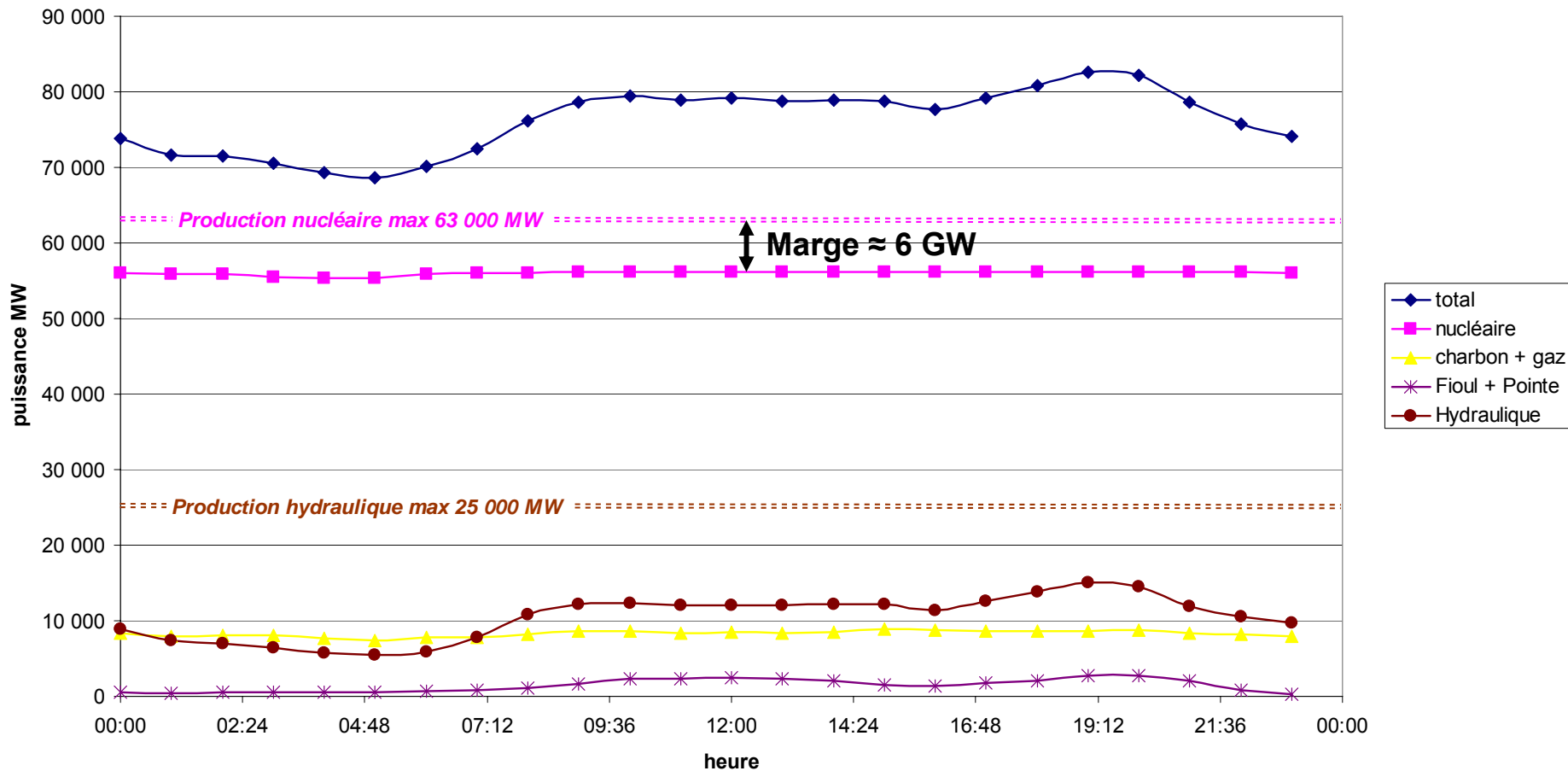
# Variation annuelle de la production d'électricité (zoom)

## Energie consommée quotidiennement en Avril 2010



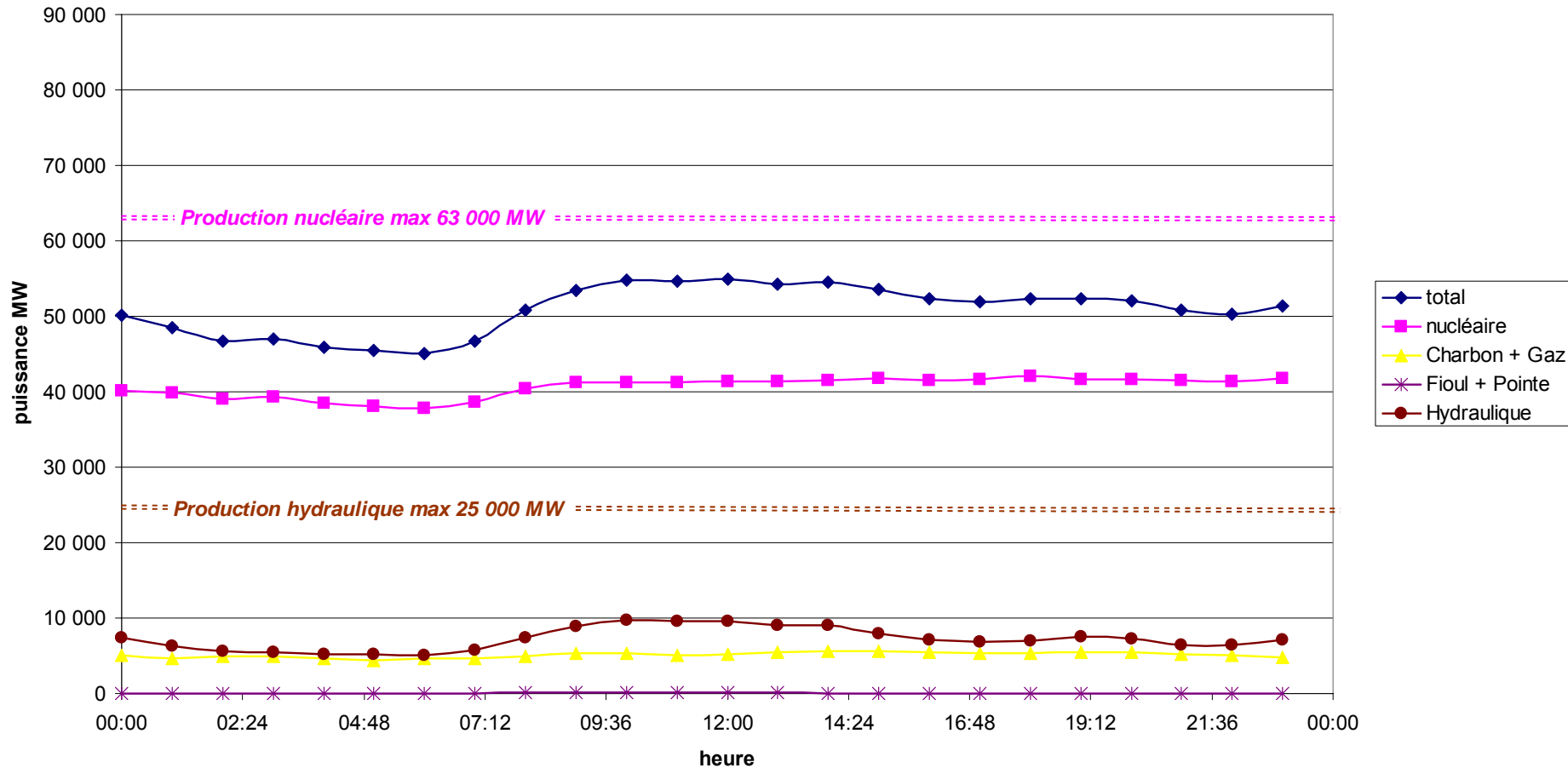
# la production d'électricité un jour d'hiver

## Consommation du 15 décembre 2010



# la production d'électricité un jour de printemps

Consommation du 19 mai 2010



*Remarque : la marge est plus confortable !*

# Gestion de l'appel de puissance

La notion de marge de puissance est « relative » car :

Toutes les centrales nucléaires et hydrauliques ne sont pas disponibles ni à puissance maximale (1 tranche nucléaire  $\approx$  1 GW)

Toutes les sources ne se prêtent pas un appel de puissance (photovoltaïque, nucléaire,...)

Selon l'origine de la puissance supplémentaire, le **gain environnemental du VE** peut être « ruiné » (hydraulique ? centrale au fioul ? importation ?)

Il faut également surveiller les **surcharges locales** qui peuvent apparaître.

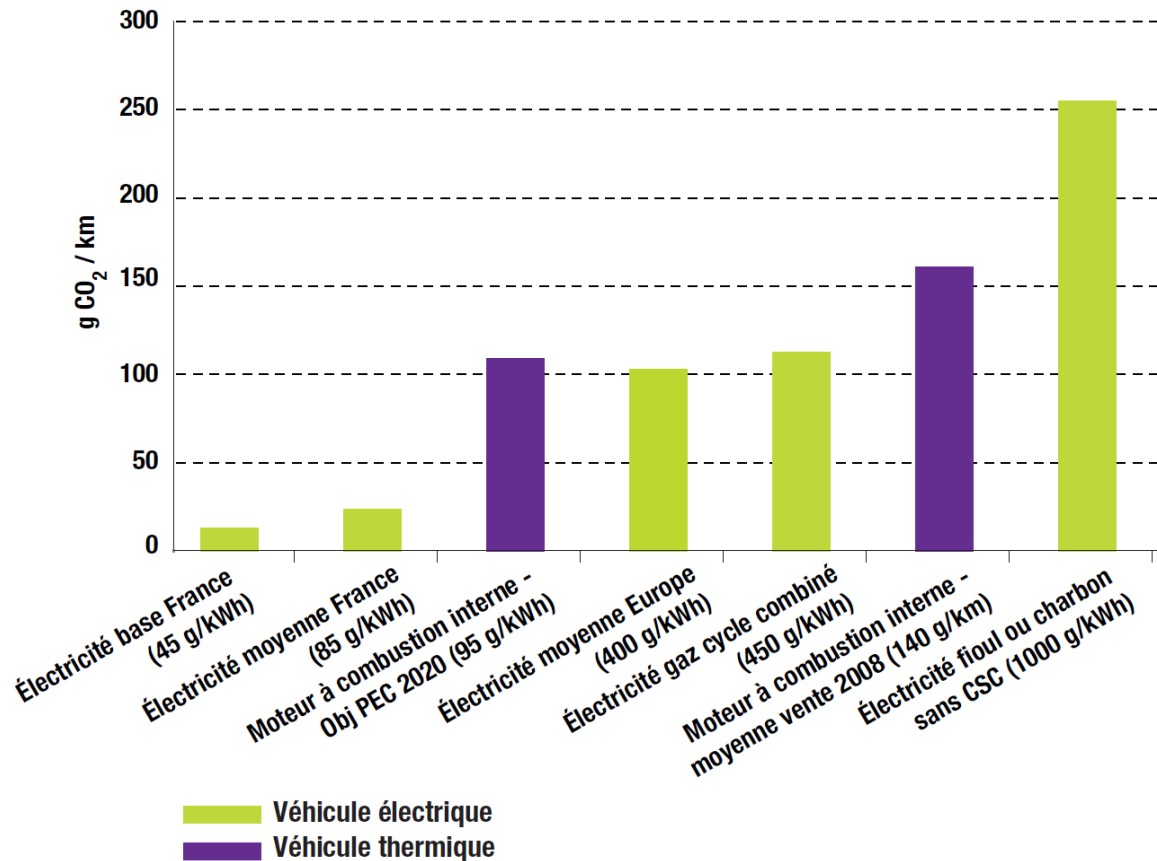
Il est indispensable de contrôler les **moments** de ces recharges

(problème des recharges à la volée)



# Annexe : importance du « mix » énergétique de la production électrique

## Graphique 5 : Émissions de CO<sub>2</sub> « du puits à la roue » des véhicules électriques et thermiques



Source : ADEME

## Synthèse :

L'impact en énergie d'un parc d'un million de VE est faible. Un parc plus nombreux pourrait poser des problèmes.

L'impact en puissance d'un parc d'un million de VE est **significatif même avec des charges « lentes »**.

Il est important de connaître d'où vient la puissance supplémentaire nécessaire car selon son origine, le **gain environnemental du VE** peut être « ruiné ».

Il est indispensable de contrôler les moments et les lieux de ces recharges (« **smart grid** »)

Des charges accélérées ou rapides constituent un **très sérieux danger** pour la stabilité du réseau de distribution. **Utilité des charges rapides ?**

