

Intégration de l'électromobilité dans le système électrique

1ère réunion du Groupe de Travail



Contexte et objectifs du GT électromobilité



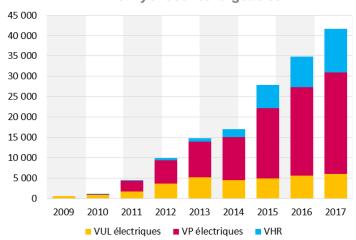
La mobilité électrique appelée à jouer un rôle essentiel pour la décarbonation du secteur des transports



Principaux éléments de contexte :

- Le MTES a annoncé son intention de mettre fin à la vente de véhicules thermiques en 2040
- De nombreuses politiques volontaristes annoncées ou mises en place dans les pays européens : objectifs similaires de fin de vente des VT au Royaume-Uni et en Allemagne, soutien important en Norvège
- L'essor important de la mobilité électrique en Inde ou en Chine pourrait faire basculer le marché mondial
- Objectifs de la PPE 2016 : 4,5 millions de VE / VHR et 7 millions de points de recharge en 2030

Évolution des immatriculations neuves de véhicules électriques (voitures particulières et utilitaires légers) et hybrides rechargeables



→ La préparation de l'arrivée massive du véhicule électrique nécessite d'étudier les impacts et les opportunités à l'échelle du système électrique.



Les travaux publiés par RTE sur l'intégration de l'électromobilité au système électrique



- Bilan prévisionnel 2017 de l'équilibre offre-demande en France (RTE, 2017) :
 - Répond à une mission légale de RTE (article L. 141-8 du Code de l'énergie)
 - Évaluation des impacts sur la demande électrique et sur la courbe de charge nationale, avec plusieurs trajectoires de pénétration de l'électromobilité
 - Evaluation de la capacité du système électrique (en termes d'équilibre offre-demande)
 à « absorber » la consommation des véhicules électriques



- Rapport Valorisation socio-économique des réseaux électriques intelligents (RTE, 2015) :
 - Valorisation des « stratégies intelligentes » de pilotage de la recharge
 - Analyse du déploiement optimal de dispositifs de recharge intelligente en concurrence avec d'autres solutions smart grids
 - Mission confiée à RTE et l'ADEME par les ministres de l'économie et de l'énergie



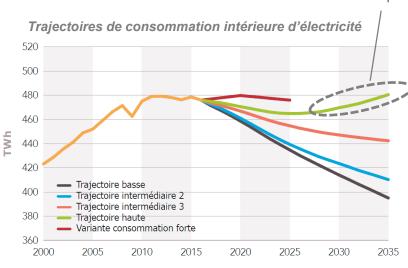


Les principales conclusions



- Une étude de trajectoires contrastées pour la mobilité électrique, avec un développement du nombre de véhicules électriques compris entre 3,5 et 15,6 millions d'unités à horizon 2035.
- Dans l'hypothèse haute, le développement de la mobilité électrique représente ~35 TWh/an (~7% de la consommation).
- Le développement de la mobilité électrique ne pose pas de question sur la consommation en énergie (marges disponibles résultant de l'efficacité énergétique) mais une question sur les appels de puissance.
- Toutefois, les simulations montrent que lorsque la recharge des véhicules électriques fait l'objet d'un pilotage, l'intégration d'un grand nombre de véhicules électriques est gérable pour le système électrique.
- L'essentiel de la valeur économique associée au pilotage de la recharge est accessible avec un pilotage simple (du type HP/HC)

Inflexion de la demande liée au développement du véhicule électrique





Les prolongements identifiés



- Des questions récurrentes des acteurs appellent des approfondissements sur l'analyse économique du développement de l'électromobilité :
 - Prise en compte de l'évolution des besoins de mobilité et des usages des VE et VHR
 - Enjeux pour l'équilibre offre-demande en fonction des types de recharge (lente, rapide, etc.) et analyse d'événements extrêmes (pic estival, ...)
 - Impacts réseau, besoins de renforcement et flexibilité pour la gestion de contraintes
 - Valeur des différentes stratégies de recharge et des services rendus au système
 - Économie des batteries de seconde vie dans un usage « stationnaire »



Les objectifs du GT



- Le GT est ouvert aux parties prenantes de la mobilité et du système électrique (sens du copilotage AVERE-France et RTE)
- Le périmètre du GT porte sur l'analyse des enjeux techniques et économiques de <u>l'intégration</u> des véhicules électriques dans le système électrique
 - Les enjeux pour l'équilibre offre-demande et les réseaux en fonction des types de recharge (lente, rapide, etc.) et des stratégies de recharge (naturelle, pilotage tarifaire, etc.)
 - La valeur pour la collectivité des différentes stratégies de recharge et des services rendus au système électrique (y.c. via V2G)
 - Les enjeux techniques et économiques de schémas de recharge des véhicules électriques ne répondant pas à une optimisation « centralisée » (autoconsommation vehicle2home)
- Les travaux approfondiront et compléteront les précédents travaux, pour répondre aux questions soulevées dans la séquence Bilan prévisionnel PPE
- Ils se baseront sur une modélisation fine de la mobilité et du système électrique
- Ces travaux feront l'objet d'un rapport public



Organisation de l'atelier



- Un recensement des études existantes
- Une présentation détaillée des travaux existants de RTE (publiés et premiers compléments):
 - Pénétration de l'électromobilité
 - Impact sur la consommation d'électricité en énergie et puissance
 - Valeur économique des stratégies de recharge et services rendus au système électrique
 - ⇒ Exposé des modélisations, des hypothèses détaillées et des différents résultats
 - > Positionnement des résultats par rapport aux autres études
 - ⇒ Les participants sont invités à réagir sur ces hypothèses, modélisations, etc.



L'électromobilité fait l'objet d'analyses dédiées dans plusieurs publications



- Low-Carbon cars in Europe: a socio-economic assessment (ECF, 2018)
 - Évaluation socio-économique de la transition vers une mobilité bas-carbone en Europe.
 - Prise en compte des effets sur la demande d'énergie et les émissions, les effets macroéconomiques (emplois, PIB...), les coûts pour les utilisateurs et les effets sur le réseau.



- Le véhicule électrique dans la transition écologique en France (FNH, 2017)
 - Bilan environnemental (ACV) de 8 types de véhicules (électriques, hybrides et thermiques), en 2016 et 2030.
 - Évaluation des bénéfices environnementaux liés au V2G et à la seconde vie des batteries.



- Analyse coûts bénéfices des véhicules électriques les voitures (CGDD, 2017)
 - Comparaison pour différents types de véhicules des coûts pour la collectivité et les coûts totaux pour l'utilisateur, calculés sur la durée de vie du véhicule.
 - Estimation de la valeur des services rendus au système électrique.





L'électromobilité fait l'objet d'analyses dédiées dans plusieurs publications



- Les véhicules électriques au service du système électrique en 2050 ? (SystemX, 2016)
 - Évaluation de la valeur du service de stockage rendu par les VE (avec V2G) à horizon 2050
 - Modèle de dispatch régional (21 régions) pour la France, mix 100% EnR en 2050
- Global EV Outlook (AIE, 2017) et Nordic EV Outlook (AIE, 2018)
 - Analyse prospective du marché des voitures et des infrastructures de recharge
 - Focus sur les pays nordiques : Danemark, Finlande, Islande, Norvège, Suède
- La normalisation, un des outils stratégiques pour la recharge intelligente du véhicule électrique (AFNOR, 2016)
 - Préparation d'un feuille de route sur l'intégration du véhicule rechargeable dans les smart grids.
 - Description des modèles d'affaire et synthèse des normes existantes (notamment ISO 15118 : interface de communication entre VE et réseau électrique)









L'électromobilité fait l'objet d'analyses dédiées dans plusieurs publications



- ⇒ Les éclairages apportés par les études publiques identifiées :
 - Les bénéfices environnementaux apportés par les véhicules électriques (comparativement aux autres motorisations, notamment les véhicules thermiques)
 - L'analyse coût-bénéfice des véhicules électriques
 - Les impacts « macroéconomiques » (emploi, balance commerciale, PIB) liés au développement de l'électromobilité
 - Le niveau de pénétration de l'électromobilité à différents horizons temporels
 - L'évolution des besoins de mobilité et du type de mobilité (télétravail, achat en ligne, autopartage, covoiturage) → non spécifique à l'électromobilité
 - Les impacts sur le fonctionnement du système électrique
 - La valeur des services que les véhicules électriques peuvent rendre au système électrique
- ⇒ La plupart des résultats rejoignent certaines analyses de RTE (voir suite)
- → Les attentes de prolongements précédemment listées (impacts sur l'équilibre offre-demande, valeur des différents services pour le système électrique, en fonction des volumes de déploiement, etc.) nécessitent des travaux complémentaires à ces études



Pénétration de l'électromobilité



Périmètre de l'électromobilité modélisé dans le Bilan prévisionnel 2017

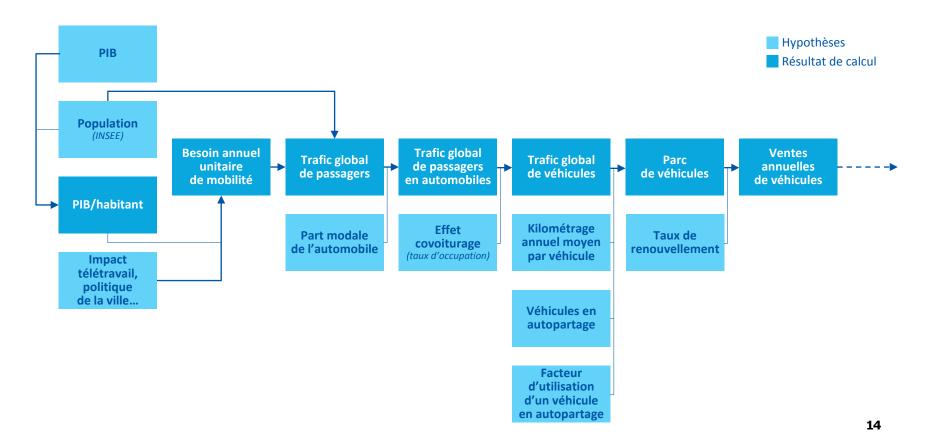


- Le Bilan prévisionnel intègre une modélisation du développement de l'électromobilité portant sur les modes suivants :
 - le transport ferroviaire
 - les véhicules particuliers (VP)
 - les véhicules utilitaires légers (VUL)
 - les bus
- En revanche, les poids lourds électriques ne sont pas intégrés dans le périmètre compte tenu du caractère encore prospectif de leur éventuel essor



Principe de modélisation : véhicules particuliers (1/2)

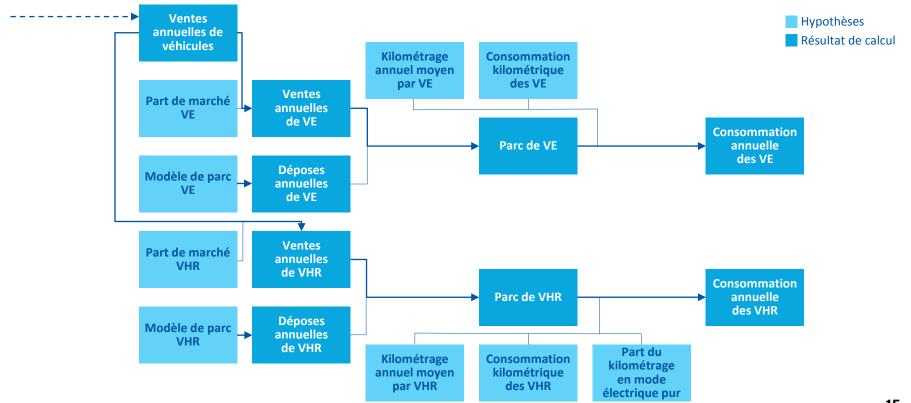






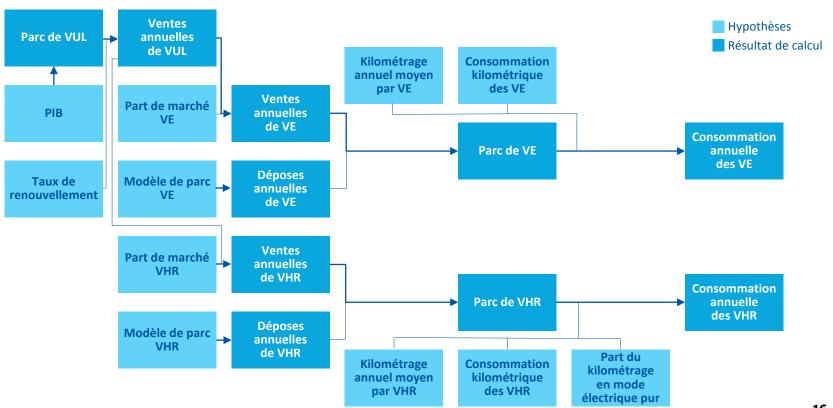
Principe de modélisation : véhicules particuliers (2/2)







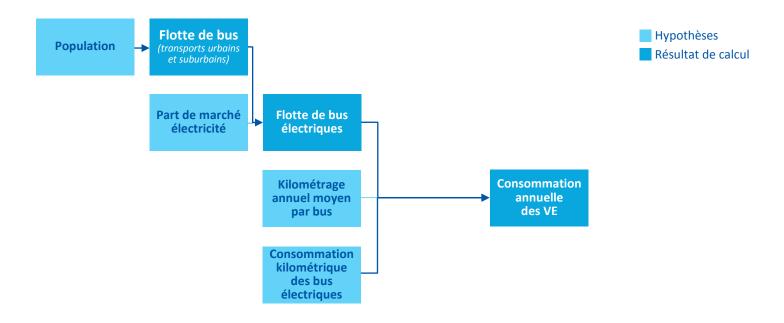
Principe de modélisation : véhicules utilitaires légersvers





Principe de modélisation : bus







Principales hypothèses du BP 2017 : cadrage



	ansidérées					FR
Hypothèses considérées Hypothèses considérées Algorithment de la considérées Hypothèses considérées Algorithment de la considérée de la c		2016		20	35	
		2010	Basse	Interm. 2	Interm. 3	Haute
	PIB (TCAM 2017/2035)		+1,0%	+1,5%	+1,5%	+1,9%
	Population	64,5	66,5	69,1	69,1	72,1
	Besoin de mobilité (km/an/personne)	14800	13900	14200	14200	14400
	Impact télétravail, politique de la ville		-10%	-10%	-10%	-10%
	Taux d'occupation des VP	1,80	2,02	1,98	1,98	1,94
	Trafic global de passagers (Gpkm)	950	925	980	980	1040
	Part modale des VP	79,4%	77,7%	77,6%	77,3%	77,0%
	Trafic global de marchandises (Gtkm)	305	258	324	324	395
	Part modale de la route	86,1%	85,5%	85,6%	84,8%	83,7%



Parc total de VE/VHR (millions)

Part des VE/VHR dans le parc automobile

dont VE

dont VHR

Principales hypothèses du BP 2017 : parc VP & VUL



Hypothèses considérées (à date », à discuter					FR
à discuter	2016		20	35	
Hype wate water	2010	Basse	Interm. 2	Interm. 3	Haute
Parc de VP (millions)	32,1	27,9	29,0	28,9	30,1
Ventes annuelles VP (millions)	2,02	1,76	1,83	1,82	1,90
Parc de VUL (millions)	6,1	7,2	7,8	7,8	8,4
Ventes annuelles VUL (millions)	0,38	0,42	0,46	0,46	0,50
Part des VE/VHR dans les ventes annuelles	1,4%	20%	31%	47%	85%

0,1

0,1

0,0

0,3%

3,5

1,8

1,7

10%

15,6

11,1

4,5

40%

8,3

5,6

2,7

22%

5,5

2,9

2,6

15%



Principales hypothèses du BP 2017 : consommation

		*	0			
n	E	1		=	?	E
	F	R	A	N	C	E

ypothèses considérées à date », à discuter					F R
unothèses contenter à discuter	2016		20	35	
à date », a	2010	Basse	Interm. 2	Interm. 3	Haute
Kilométrage annuel moyen VP (km)	12750	12750	12750	12750	12750
Consommation kilométrique moyenne VP (kWh/km)	0,20	0,18	0,18	0,18	0,18
% du kilométrage des VHR en mode électrique (VP)		50%	50%	50%	50%
Kilométrage annuel moyen VUL (km)	16000	16000	16000	16000	16000
Consommation kilométrique moyenne VUL (kWh/km)	0,22	0,20	0,20	0,20	0,20
Consommation VE-VHR (TWh)	0,3	6,8	10,9	18,1	34,4



Principales hypothèses du BP 2017 : bus



	othèses considérées date », à discuter					FR
	othèses corre	2016		20	35	
Hyp	date », c	2010	Basse	Interm. 2	Interm. 3	Haute
	Flotte de bus urbains et suburbains	9890	9980	10360	10360	10800
	Part de l'électricité	2%	45%	80%	90%	90%
	Kilométrage annuel moyen	39000	39000	39000	39000	39000
	Consommation kilométrique moyenne (kWh/km)	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
	Consommation totale (GWh)	16	250	440	520	540



Des trajectoires contrastées d'évolution du parc de véhicules électriques...



- Des hypothèses « macroscopiques » discutées dans le cadre de la consultation publique du BP 2017
 - Souhait de trajectoires de développement contrastées reflétant les incertitudes du secteur (politiques publiques, innovations technos, etc.)
 - Une demande d'une trajectoire haute suite aux annonce du plan Climat en juillet 2017
- Les hypothèses « granulaires » sont détaillées aujourd'hui
- Des hypothèes à requestionner/affiner selon les retours des participants

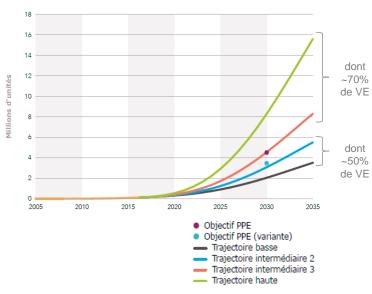


Des trajectoires contrastées d'évolution du parc de véhicules électriques...



- L'établissement des projections sur le parc de véhicules s'établit à partir d'hypothèses sur l'évolution de la part de marché (VE et VHR)
 - A l'horizon 2035, entre 12% et 72% de part de marché pour le VE et 8 et 13% pour le VHR
 - En 2035, le parc de VE / VHR représenterait entre 3,5 et 15,6 millions d'unités, soit entre 10% et 40% du parc total de véhicules automobiles.

Parc projeté de véhicules électriques et hybrides rechargeables

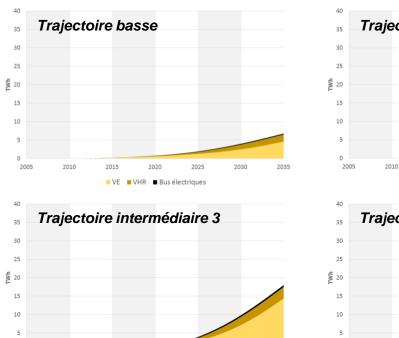




... et leur traduction en matière de consommation électrique



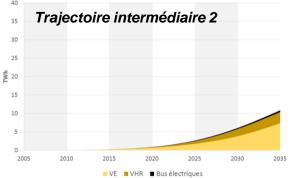


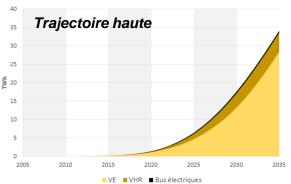


■ VE ■ VHR ■ Bus électriques

2005

2010

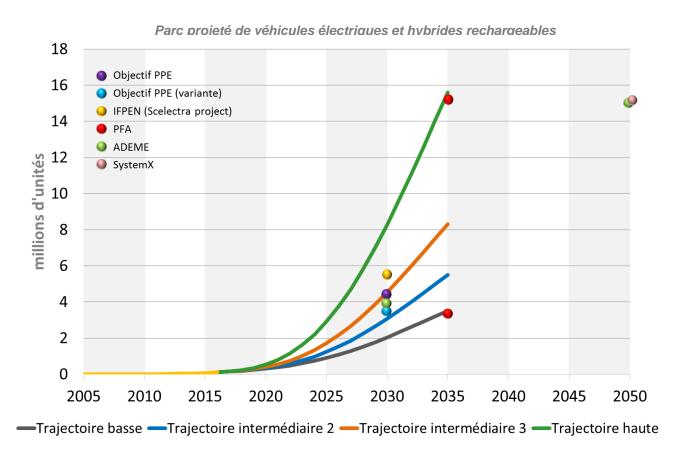






Des trajectoires de parc qui couvrent le spectre des prévisions externes







Impact sur la consommation d'électricité, en énergie et puissance



Une approche bottom-up pour estimer la consommation et la courbe de charge nationale de l'électromobilité

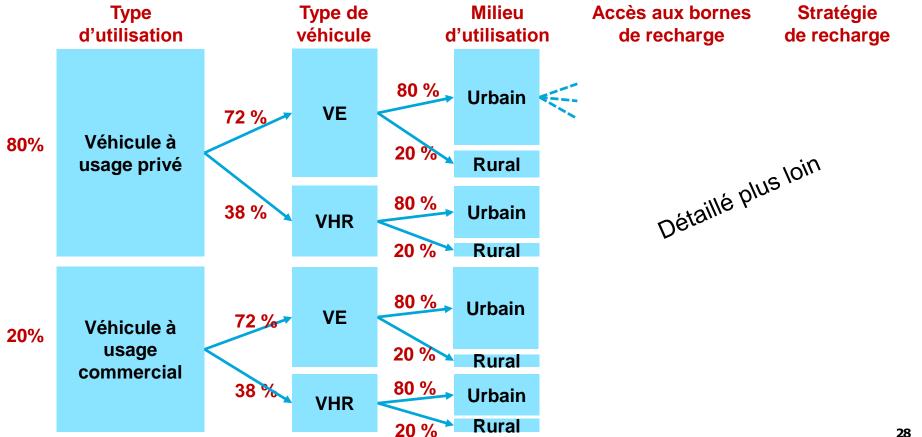
- RTE a développé une modélisation bottom-up pour simuler la courbe de charge nationale des véhicules électriques
 - Plusieurs catégories sont représentées et se différencient par :
 - le type de véhicule (VE/VHR, taille de la batterie)
 - les besoins de mobilité (usage privé, usage commercial, déplacement en milieu urbain, rural)
 - l'accès à des infrastructure de recharge (domicile, lieu de travail, borne lente, standard ou rapide)
 - le niveau de pilotage de la recharge (naturelle, pilotage tarifaire, pilotage optimisé pour étaler la recharge du parc)
 - Chaque catégorie est représentée par l'ensemble des véhicules individuels qui la composent en tirant aléatoirement les paramètres quantitatifs autour des paramètres-types moyens décrivant la catégorie : heure de départ et d'arrivée, distance journalière moyenne, vitesse moyenne, taille de la batterie
 - Les simulations sont effectuées pour des jours ouvrés, sans considérations de cas particuliers (ex : départs en congés). Les courbes « week-end » sont déterminées par l'intermédiaire d'un coefficient des courbes « jours ouvrés » (x 0,67)
 - → Une modélisation qui permet de tester des variantes sur la pénétration des différents types de véhicules, les besoins de mobilité associés, les recharges, etc.

 27



Catégories de véhicules et d'utilisation modélisées



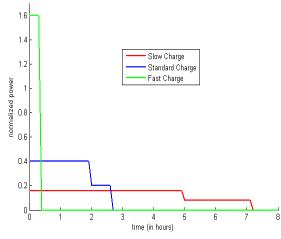




Modélisation de l'accès aux bornes de recharges



- Quatre accès possibles considérés en jour ouvrés :
 - Le soir à domicile, avec une puissance max de 7 kW
 - Le matin, au travail, avec une puissance max de 22 kW
 - Le midi en pause méridienne, avec une puissance max de 120 kW
 - L'après-midiau travail, avec une puissance max de 22 kW



Load

LVK	oothèses considé date », à discut	St.	0.2	1	2	3 time (ir	4 5 n hours)	6	7
יניז	date "'	% de véhicules bénéficiant d'une recharge standard (22 kW) au trava	ail le	mat	in				50
4 8	Accès aux bornes	% de véhicules bénéficiant d'une recharge rapide (120 kW) en pause	mé	ridie	nne				5
	de recharge	% de véhicules bénéficiant d'une recharge standard (22 kW) au trava	ail l'a	après	midi				50
		% de véhicules bénéficiant d'une recharge lente (7 kW) le soir							100

 On suppose que le % de véhicules ayant accès à chaque type de recharge ne dépend pas du type d'utilisation, du type de véhicule, ni de la zone d'utilisation (urbain, rural)



Représentation sur la base de

Paramètres quantitatifs utilisés

Hypothèse : On considère que la consommation moyenne au km en zone rurale et urbaine est la

même à cause de la surconsommation des auxiliaires en zone urbaine (pendant un embouteillage on continue à utiliser le chauffage par exemple même si on ne roule pas)

Hypothèses considérées

Pour les véhicules à usage privé

« à date », à discuter

		,			
	Vitesses	vitesse moyenne en zone urbaine (en km/h)		50	
	VILCOSCS	vitesse moyenne en zone rurale (en km/h)		70	
		consommation (en kWh/100km) des VE privés en zone urbaine		20	
	Consommations	consommation (en kWh/100km) des VE privés en zone rurale		20	
		% de la consommation à l'électricité en zone urbaine pour les VI	ℲR	70	
		% de la consommation à l'électricité en zone rurale pour les VHF	₹	50	
		ès-midi)	30		
	Trajets	% des véhicules qui font 4 trajets par jour (1 matin, 2 midi, 1 apro % des véhicules qui font 2 trajets par jour (1 matin, 1 après-midi)	·	70	
	Moyenne Écart				
		matin	8 h	2h	
	Heures de dépa	midi (début de pause méridienne)	11h30	1h	
res	neures de depa	midi (fin de pause méridienne)	13h	1h	
ţoi		fin d'après-midi	17h	2h	
aléatoires			Moyenne	Écart type	Médiane
	Distances	Distance moyenne journalière (en km) en zone urbaine	35	5	8
tirages	Diotarioco	Distance moyenne journalière (en km) en zone rurale	35	10	10
ŧ			Moyenne	Écart type	
		Taille (an kWh) de la hatterie des DHEV	0	2	
	Taille des batter	Taille (en kWh) de la batterie des PHEV	9	3	30



Paramètres quantitatifs utilisés



log-normale

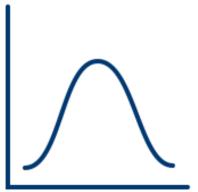
Médiane

31

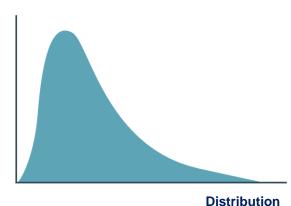
10

10





Hypothèses considérées Hypothèses à discuter « à date »,



			Moyenne	Écart type
e e		matin	8h	2h
out	Heures de départ	midi (début de pause méridienne)	11h30	1h
Distribution normale	neures de depart	midi (fin de pause méridienne)	13h	1h
		fin d'après-midi	17h	2h
			Moyenne	Écart type
	Distances	Distance moyenne journalière (en km) en zone urbaine	35	5
_	Distances	Distance moyenne journalière (en km) en zone rurale	35	10
stributio			Moyenne	Écart type
istributi	Taille des batteries	Taille (en kWh) de la batterie des PHEV	9	3
Dis	Taille des Dallerles	Taille (en kWh) de la batterie des EV	45	5



Paramètres quantitatifs utilisés



Hypothèses considérées « à date », à discuter

Pour les véhicules à usage commercial

Vitesses	vitesse moyenne en zone urbaine (en km/h) vitesse moyenne en zone rurale (en km/h)	30 40
Consommations unitaires	consommation (en kWh/100km) des VE privés en zone urbaine consommation (en kWh/100km) des VE privés en zone rurale % de la consommation à l'électricité en zone urbaine pour les VHR % de la consommation à l'électricité en zone rurale pour les VHR	22 22 70 50
Trajets	% des véhicules qui font 4 trajets par jour (1 matin, 2 midi, 1 après-midi) % des véhicules qui font 2 trajets par jour (1 matin, 1 après-midi)	30 70

% de la consommation à l'électricité en zone rurale pour les VHR				
• • • • • • • • • • • • • • • • • • • •	•	30 70		
	Moyenne	Écart type		
matin	8h	2h		
midi (début de pause méridienne)	12h	1h		
midi (fin de pause méridienne)	13h30	1h		
fin d'après-midi	17h	2h		
	Moyenne	Écart type		
Distance moyenne journalière (en km) en zone urbaine	64	5		
Distance moyenne journalière (en km) en zone rurale	64	10		
	Moyenne	Écart type		
Taille (en kWh) de la batterie des PHEV	9	3		
Taille (en kWh) de la batterie des EV	45	5 -		
	des véhicules qui font 4 trajets par jour (1 matin, 2 midi, 1 aprèdes véhicules qui font 2 trajets par jour (1 matin, 1 après-midi) matin midi (début de pause méridienne) midi (fin de pause méridienne) fin d'après-midi Distance moyenne journalière (en km) en zone urbaine Distance moyenne journalière (en km) en zone rurale Taille (en kWh) de la batterie des PHEV	des véhicules qui font 4 trajets par jour (1 matin, 2 midi, 1 après-midi) des véhicules qui font 2 trajets par jour (1 matin, 1 après-midi) Moyenne matin		

Représentation sur la base de

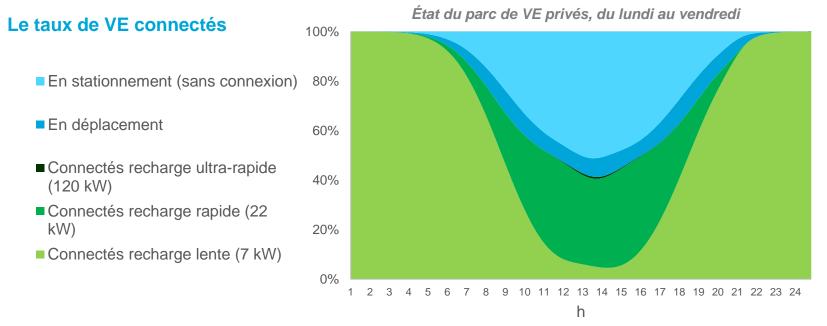
Distribution normale

32



La modélisation permet d'estimer des paramètres essentiels pour l'analyse des services qui peuvent être rendus au système électrique





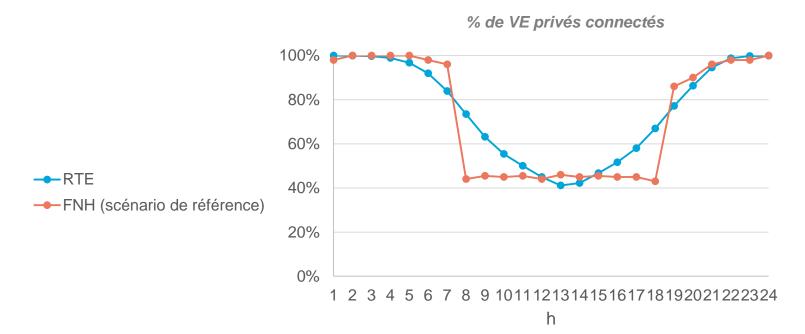
- ⇒ Une question sur le développement de bornes de recharges rapide/ultrarapide. Des variantes à étudier ?
- **⇒** La représentation des WE et jours spécifiques



Comparaison des résultats sur le taux de connexion avec les hypothèses de l'étude FNH

avec les hypothèses de l'étude FNH

Pour un jour du lundi au vendredi, hors période de vacances

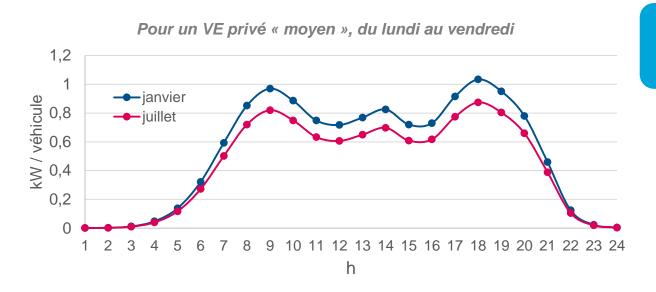




La modélisation permet d'estimer des paramètres essentiels pour l'analyse des services qui peuvent être rendus au système électrique



La puissance nécessaire pour les déplacements des VE



La saisonnalité est due au chauffage de l'habitacle



La représentation des stratégies de recharge



- 3 stratégies de recharges ont été modélisées pour les analyses du Bilan prévisionnel :
 - La recharge naturelle

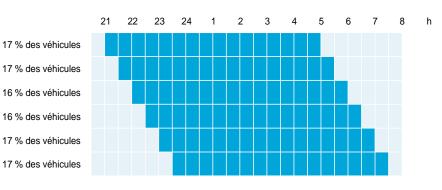
A chaque fois c'est possible, le véhiculé est branché et soutire à la puissance maximale de la borne de recharge, jusqu'à ce que la batterie soit complètement chargée.

La recharge « tarifaire » type HC/HP

A chaque fois c'est possible, le véhiculé est « pluggé ».

Hors domicile (en journée), la charge est naturelle. 16 % des véhicules

A domicile, la charge se déclenche sur le signal HP/HC, au maximum de la puissance possible, jusqu'à ce que la batterie soit complètement chargée. Le signal HP/HC est supposé inchangé par rapport au signal actuel



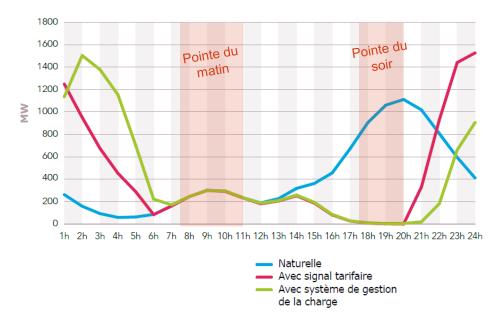
La recharge « tarifaire » avec système de gestion de la charge. La puissance soutirée est étalée en plusieurs créneaux pendant la nuit afin de limiter les appels de puissance du parc.



La stratégie de pilotage de la recharge sera déterminante pour l'évolution de la pointe de consommation

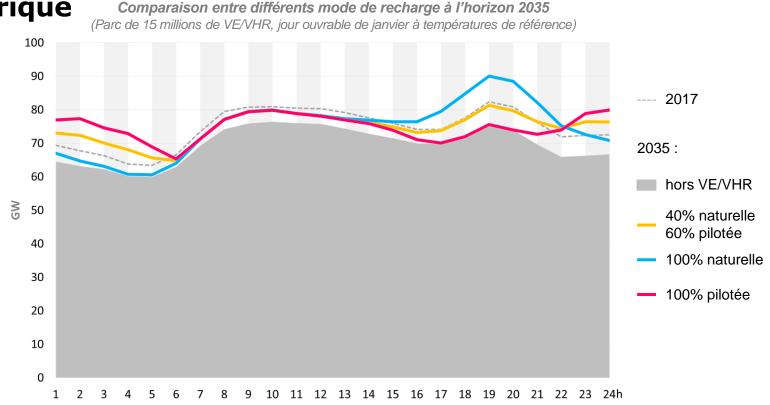
- En l'absence de pilotage de la recharge (recharge dite « naturelle ») les appels de puissance risquent de se concentrer sur les pointes existantes et de conduire à une augmentation de la pointe de plusieurs GW.
- Le pilotage de la recharge sera déterminant pour la maîtrise de la pointe.

Courbe de charge associée à la recharge d'un million de VE / VHR pour un jour ouvré de janvier selon la stratégie de pilotage de la recharge





S'il fait l'objet d'un pilotage performant, l'essor de la mobilité électrique est « gérable » pour le système électrique Comparaison entre différents mode de recharge à l'horizon 2035





Valeur économique des stratégies de recharge et services rendus au système électrique



L'analyse économique de la flexibilité sur la recharge de véhicules électriques repose sur la simulation du fonctionnement du système électrique européen

- L'approche consiste à simuler le fonctionnement du système électrique européen et d'évaluer son coût
 - Simulation au périmètre de 12 pays de l'Europe de l'Ouest
 - Pas de temps horaire
 - Représentation des aléas pesant sur le système électrique (consommation, production, etc.)
 - Hypothèse de fonctionnement du marché de l'énergie conduisant à une optimisation du dispatch de la production au niveau européen
- La flexibilité sur la recharge des VE est représentée en supposant qu'elle peut être optimisée, sous certaines contraintes :
 - La connexion du véhicule à une borne de recharge et la possibilité de faire du bidirectionnel
 - L'état de la batterie et les futurs besoins de mobilité
- Cette flexibilité est en concurrence des autres solutions de flexibilité présentes dans le système électrique (production hydraulique, STEP, effacements, interconnexions, etc...)



Une première analyse de la valeur des stratégies de recharge, basée sur des hypothèses simplifiées



- Hypothèse d'un pilotage uniquement possible à domicile
- Connexion à une borne de recharge à domicile (3 kW) : une représentation simplifiée

L'hypothèse de « connexion à une borne au domicile » est plus simplifiée que celle produite par le modèle simulation de la charge. En milieu de journée, la recharge est possible mais elle n'est pas pilotée.



Besoins de mobilité

Environ 6 kWh par jour nécessaires pour les déplacements (variations saisonnières) Hypothèse d'une batterie de 40 kWh, chargée à au moins 75% le matin à 7 heures

- Une variante avec possibilité de bidirectionnel (V2G)
 - ... sans compter les éventuels coûts associés aux effets d'usure de la batterie Avec un rendement de cycle de 75%

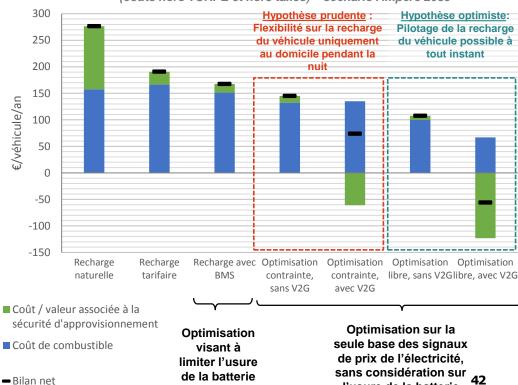


Les premiers éléments montrent que le coût de la recharge varie sensiblement selon le pilotage



- Les premières estimations montrent que le coût de la recharge pour la collectivité peut varier d'un facteur 2 voire 3 en fonction de la stratégie de pilotage de la recharge.
- Les hypothèses sur les « contraintes » de flexibilité ont un impact significatif sur les résultats
- Un recul nécessaire sur la prise en compte des situations modélisées de pics de prix (dépends de paramètres fins sur le système électrique)

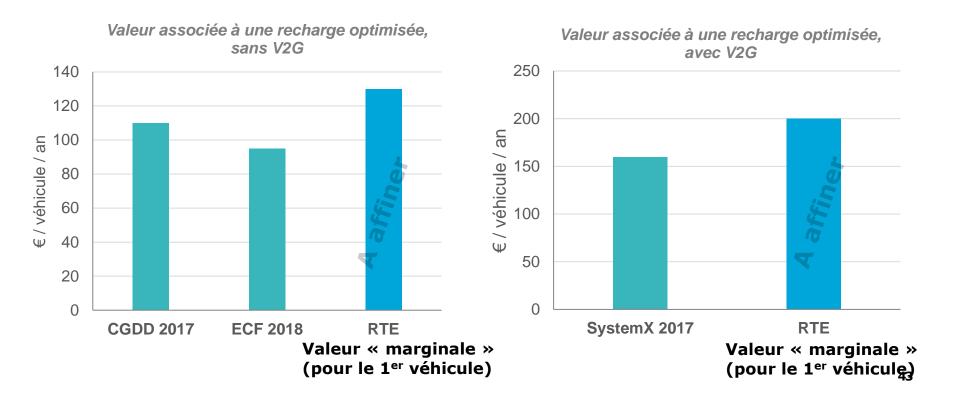
Coûts annuels de la recharge d'un véhicule électrique en fonction de la stratégie de pilotage de la recharge en termes d'équilibre offre demande (coûts hors TURPE et hors taxes) – scénario Ampère 2035





Les autres études existantes présentent des ordre de grandeur comparables







Une première analyse de la valeur de services de flexibilité court-terme



- L'évaluation des bénéfices repose sur :
 - Une représentation du coût d'agencement des programmes de production pour la fourniture des services système :
 - Placement optimisé des services système, de façon agrégé, sans représenter les possibilité d'échange de réserve transfrontalières
 - Une représentation de l'aptitude des véhicules électriques à fournir des services système
 - Prise en compte des périodes/taux de connexion aux bornes de recharge
 - Hypothèse de pilotage bidirectionnel (V2G)
 - Pas de prise en compte des contraintes de stock exigées pour les produits de réserve ni des contraintes de stock pour les besoins de mobilité



Une première analyse de la valeur de services de flexibilité court-terme

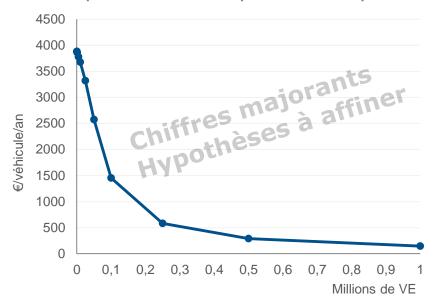


La fourniture de services système peut apporter beaucoup de valeur, mais l'espace économique est limité

→ Par véhicule, une valeur très importante, seulement si très peu de véhicules rendent le service

Des hypothèses qui conduisent à sur-estimer la valeur (pas de prise en compte des solutions concurrentes, pas d'échanges de réserves entre pays, etc.) qui mériteront d'être requestionnées

Bénéfices annuels marginaux liés à la fourniture de services système par les véhicules électriques – scénario Ampère 2035

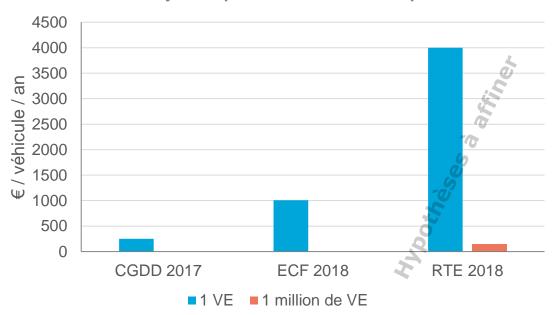




La valeur associée à la flexibilité court terme est très sensible aux hypothèses et au nombre de VE participant



Bénéfices annuels marginaux liés à la fourniture de services système par les véhicules électriques





Suites et approfondissements proposés



Approfondissements sur la modélisation du parc et des besoins de mobilité



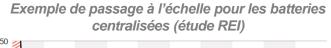
- Les courbes de charges et possibilités de flexibilité dépendent des hypothèses sur le parc de véhicules électriques et les comportements des utilisateurs
- Ces hypothèses doivent être approfondies et faire l'objet d'analyses de sensibilité :
 - Représentation des besoins de mobilité des utilisateurs de VE/VHR
 Représentation spécifique des besoins de mobilité lors de jours particuliers (départ en congés) et éventuellement pour les jours de WE
 - Évolution de la taille des batteries
 - Part VE/VHR, autres véhicules ?
 - Accès aux bornes de recharges : période et puissance des bornes de recharges

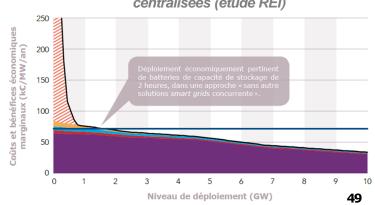


Approfondissements sur la représentation des services de flexibilité et leur économie



- La flexibilité et les services qui seront rendus au système électrique dépendront des comportements de utilisateurs et de leurs besoins de mobilité
 - Représenter la flexibilité sur la recharge (niveaux de stock), en tenant compte des besoins de mobilité des utilisateurs
- Certaines formes de flexibilité sont susceptible d'engendrer des coûts
 - Intégrer les coûts des dispositifs de pilotage (éventuellement différenciés selon leur sophistication) et, pour le V2G, les effets sur l'usure de la batterie
- Affiner la caractérisation des niveaux d'optimisation (HP/HC, optimisé, ...)
- Effectuer un passage à l'échelle sur la valeur de l'optimisation de la recharge
- Affiner l'analyse sur la fourniture de services système
 - Fourniture de services systèmes sans V2G
 - Prise en compte des contraintes de stock
 - Effet du développement de solutions concurrentes (stockage stationnaire)







Approfondissements sur la représentation des services de flexibilité et leur économie

- Les enjeux pour le réseau électrique
 - Apparition de contraintes
 - Besoins de renforcement
 - Opportunités liées à la flexibilité des recharges
- L'économie des batteries de seconde vie, en usage stationnaire pour le système électrique



Approfondissements sur la représentation des services de flexibilité et leur économie



• L'analyse en termes d'optimisation et de planification « centrale » ne permet pas systématiquement de rendre compte de la diversité des comportements des acteurs du secteur :

Les comportements de certains acteurs, notamment les foyers résidentiels, obéissent à d'autres motifs que l'optimisation économique pour la collectivité et/ou peuvent être tournés vers des objectifs spécifiques (ex : optimisation de la recharge dans le cadre de l'autoconsommation)

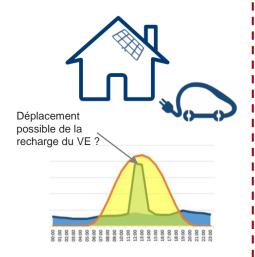


Illustration du Vehicle-to-Home



Mode de travail pour la suite des travaux



Appel à contributions

- RTE et l'AVERE-France invitent les participants à réagir sur éléments présentés lors de cet atelier, notamment sur:
 - Le périmètre des prolongements à apporter et questions à traiter dans la suite des travaux
 - L'ensemble des hypothèses détaillées et des choix de modélisation adoptés pour traiter ces questions
- Les participants sont invités à réagir sous forme d'une contribution écrite
 - sur le site concerte.fr (lien précis à envoyer ultérieurement)
 - Sauf mention contraire, les contributions sont publiques

Prochaine réunion

- Le prochain GT se tiendra le 22 juin matin à la Défense (à confirmer) et aura pour objectif :
 - De restituer de façon synthétique les contributions reçues
 - D'apporter des premiers compléments d'analyses sur la base de nouvelles hypothèses émergeant des contributions

