

Groupe de travail Electromobilité

Atelier n°2

12 juillet 2018



Retour des acteurs sur les hypothèses

Les retours des parties prenantes amènent RTE à revoir certaines hypothèses (1/2)

Parc de véhicules

Hypothèses du Bilan prévisionnel 2017 :
Des scénarios très différenciés sur le nombre de véhicules mais pas ou peu sur leurs caractéristiques



Scénarios différenciés sur la taille moyenne des batteries

Scénarios plus contrastés sur la part des VE/VHR

Bornes de recharges

- Hypothèses du Bilan prévisionnel 2017 :
- Accès de tout le parc à une recharge à domicile de 7 kW
 - Accès de 50% du parc à une recharge sur lieu de travail



Représentation plus réaliste de l'accès à la recharge à domicile (< 100%)

Scénarios contrastés sur l'accès aux bornes de recharge à domicile, travail, voirie, axes routiers

Scénarios contrastés sur la puissance des bornes de recharge

Impacts sur l'évaluation de la courbe de charge nationale

Les retours des parties prenantes amènent RTE à revoir certaines hypothèses (2/2)

Besoins de mobilité

Hypothèses du Bilan prévisionnel 2017 :
Un seul niveau de besoin de mobilité par véhicule (en km/véhicule/an)



Scénarios plus discriminés sur les besoins de mobilité

Modélisation de la mobilité

Hypothèses du Bilan prévisionnel 2017 :
Représentation de la mobilité:
- sous forme d'une journée type
- centrée sur le déplacement domicile-travail
- sans représentation de la longue-distance



Représentation de la mobilité longue-distance

Représentation des déplacements du WE et des périodes de vacances

Comportement des utilisateurs

Hypothèses du Bilan prévisionnel 2017 :
Hypothèse de recharge et de connexion dès que physiquement possible



Prise en compte de comportements différenciés (recharge 1 fois/semaine, recharge quand batterie chargée à moins de X%, etc...)

Impacts sur l'évaluation de la courbe de charge nationale



2

Propositions d'évolution des hypothèses sur l'électromobilité

Approche générale

- Les retours des acteurs, les échanges bilatéraux et les analyses complémentaires conduisent RTE à opérer plusieurs évolutions sur les hypothèses :
 - **Evolutions de la modélisation**
 - **Adaptation de certaines hypothèses chiffrées**
 - **Traitement des incertitudes via une approche par scénarios**
- Ce GT est l'occasion de présenter l'état des propositions de RTE sur les hypothèses considérées



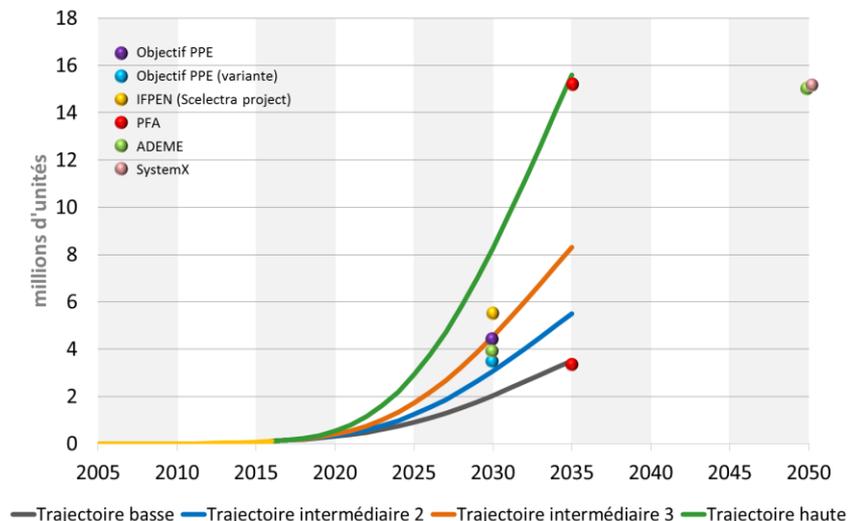
2.a

Le parc de véhicules et ses caractéristiques

Nombre de véhicules

- Véhicules légers : les scénarios considérés sont suffisamment différenciés en nombre

Parc projeté de véhicules électriques et hybrides rechargeables



- Autobus

	2016	2035			
		Basse	Interm. 2	Interm. 3	Haute
Flotte de bus urbains et suburbains	9890	10170	10530	10530	10960
Part de l'électricité	2%	45%	80%	90%	90%

- Proposition d'ajouter une variante avec quelques poids lourds électriques

⇒ **Variante à 10% de poids lourds électriques à l'horizon 2035 (SNBC : 30% en 2050)**

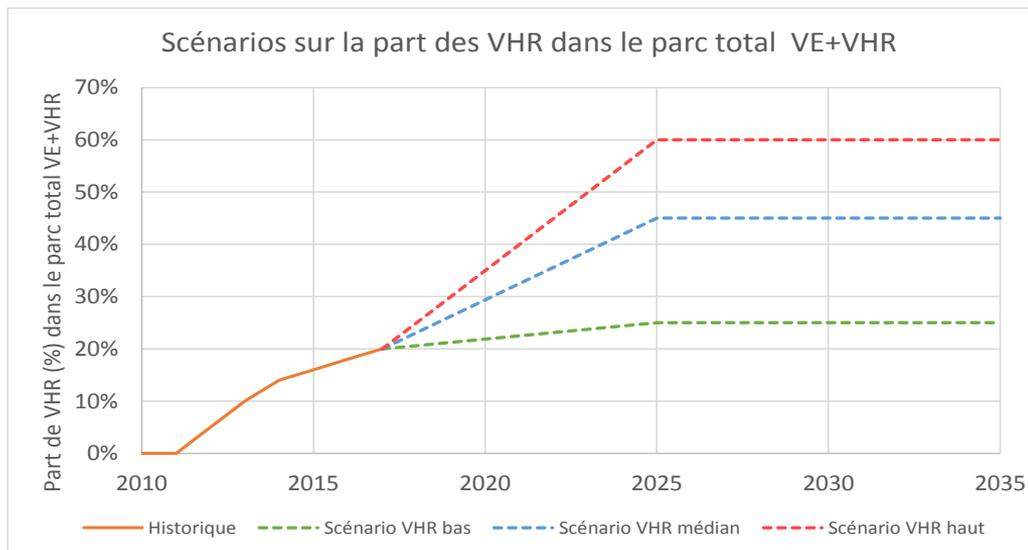
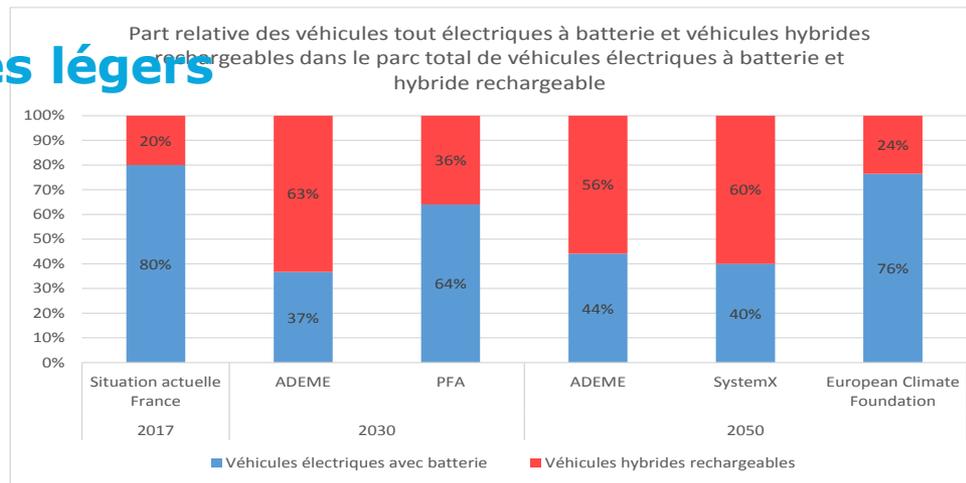
Part des VHR dans les véhicules légers

- Les trajectoires des scénarios du Bilan prévisionnel sont basées sur des taux assez peu différenciés de VHR dans la mobilité électrique
- Différents scénarios publics considèrent des taux de VHR plus importants que ceux considérés.

La part relative du VE et du VHR renvoie à des enjeux techniques (autonomie) et environnementaux (dimensionnement des batteries pour les véhicules tout électriques)

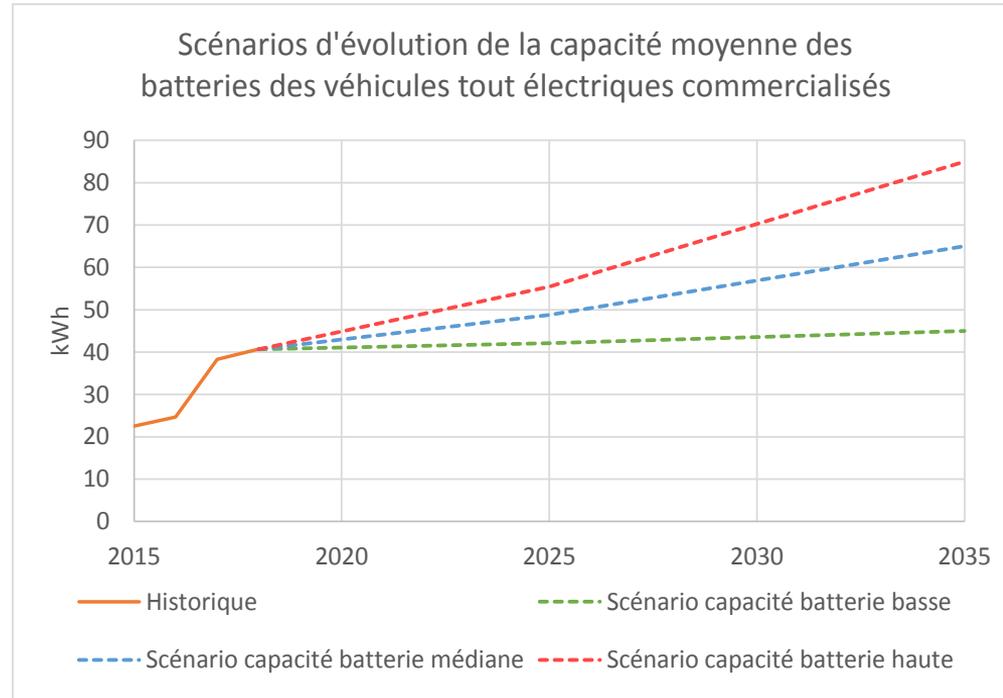
- RTE propose d'élargir la plage couverte dans les analyses sur la part relative des VHR/VE

⇒ Variante avec un taux de VHR plus élevé



Caractéristiques techniques

- Les scénarios du Bilan prévisionnel considèrent un parc de VE avec des batteries de taille moyenne 45 kWh (écart-type du parc de 5 kWh)
 - L'hypothèse est considérée comme conservatives. Des incertitudes existent sur l'évolution des modèles et les choix des consommateurs (liés au coût et aux enjeux d'autonomie, arbitrages avec VHR, accès aux bornes, etc ...)
- ⇒ **Proposition de plusieurs variantes pour refléter le champ des possibles en terme de taille moyenne des batteries dans le parc et d'écart-type du parc**
- Des hypothèses de consommation kilométrique à ajuster en fonction des scénarios du parc.



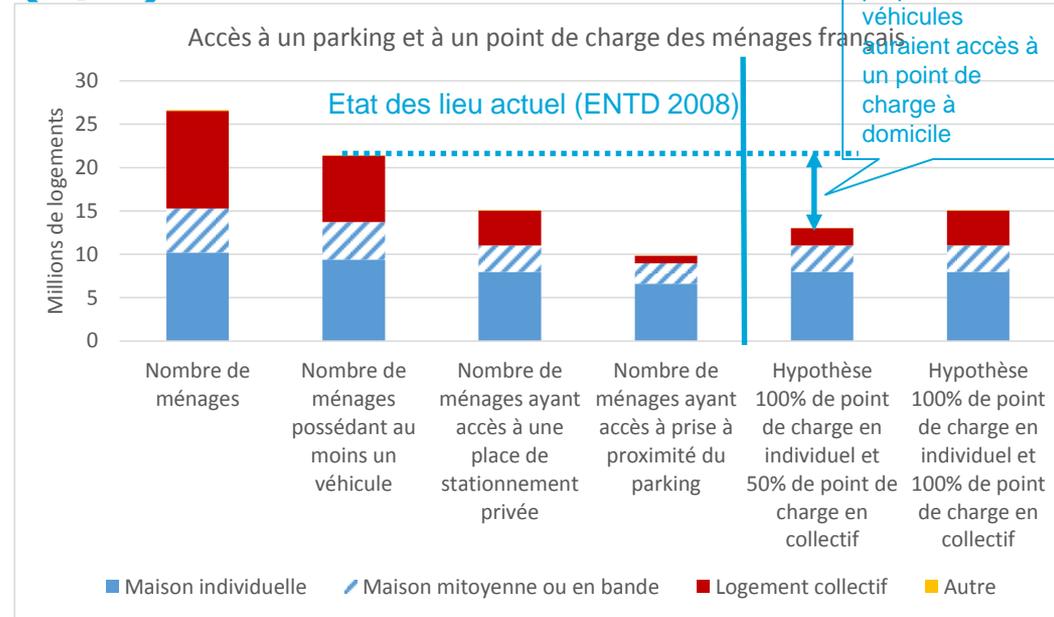


2.b

Les points de charge

Accès aux points de charge (1/3)

- Les trajectoires du Bilan prévisionnel reposent à ce stade de manière assumée sur un traitement simplifié de la question des points de recharge (hypothèse d'accès systématique à un point de charge à domicile)
- Ce traitement apparaît optimiste en cas de de pénétration importante des VE
- Il est réaliste de considérer que seuls 60% des ménages possédant un véhicule auraient accès à un point de charge à domicile
- Deux scénarios contrastés sont proposés pour représenter l'accès à un point de charge au domicile des propriétaires de VE et VHR
 - **Hypothèse où le développement s'effectue de façon non privilégiée parmi les ménages disposant d'une prise (60% des utilisateurs ont accès à une prise au domicile)**
 - **Hypothèse où les véhicules électriques se développent uniquement parmi les ménages disposant d'une prise (100% des utilisateurs ont accès à une prise au domicile)**



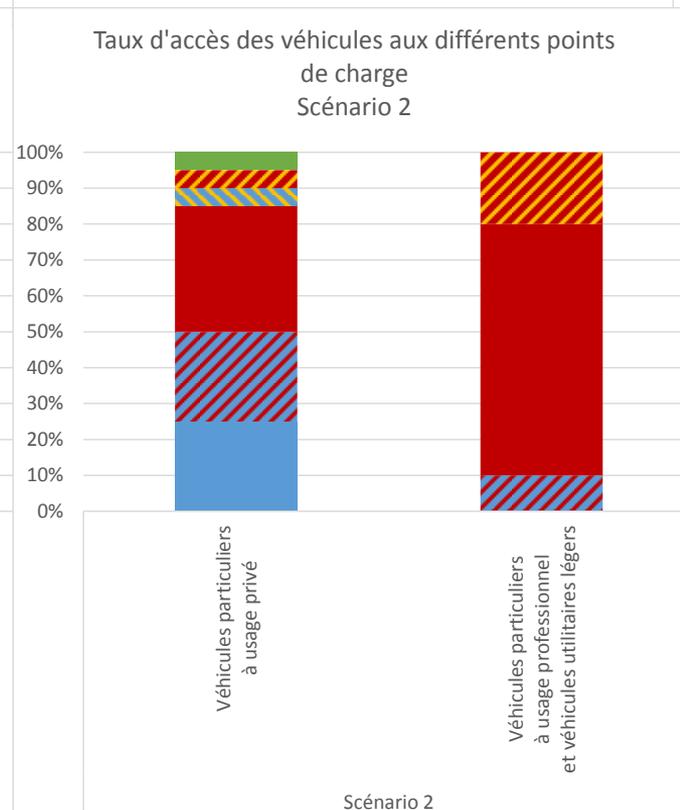
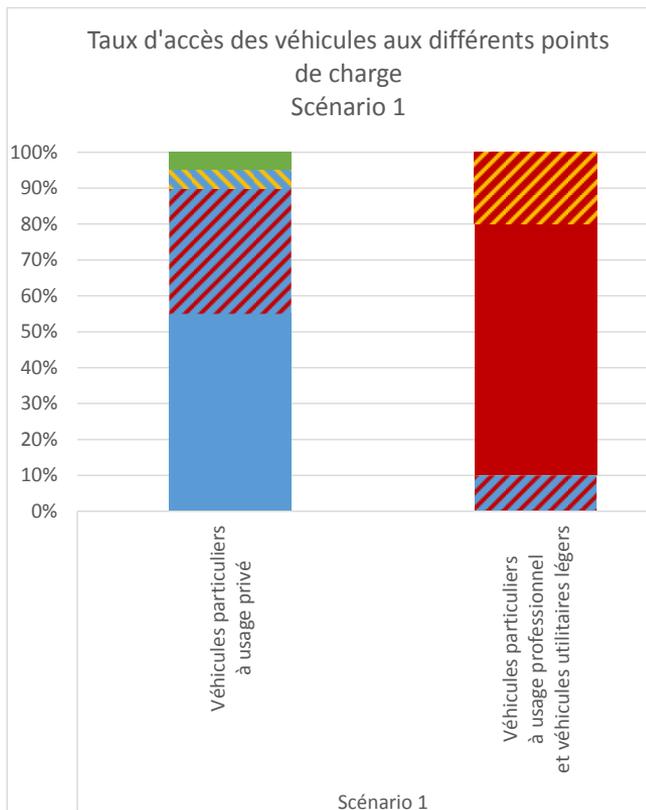
Accès aux points de charge (2/3)

- Sur la base de l'ENTD, 85% des personnes se rendant en véhicules sur leur lieu de travail ont accès à une place de parking sur leur lieu de travail
- Sur cette base, deux hypothèses contrastées sur l'accès à un point de charge au travail sont considérées :
 - **Moitié des parking d'entreprise sont équipés de points de charge**
 - **Equipement quasi-généralisé des parking d'entreprise en points de charge pour les salariés souhaitant se charger un jour J**
- Deux jeux d'hypothèses contrastés et cohérents sur l'accès aux différents points de charge sont conçus :
 - **Scénario « accès au domicile » : accès 100% au domicile et hypothèse basse d'accès sur lieu de travail**
 - **Scénario « accès sur lieu de travail » : accès 60% au domicile et 75% sur lieu de travail**
- Il est considéré que les ménages n'ayant accès à un point de recharge ni au domicile ni sur lieu de travail ne s'équipent pas en VE/VHR
- L'accès à des points de charge sur voirie est aussi considéré, lors des périodes hors domicile et

Accès aux points de charge (3/3)

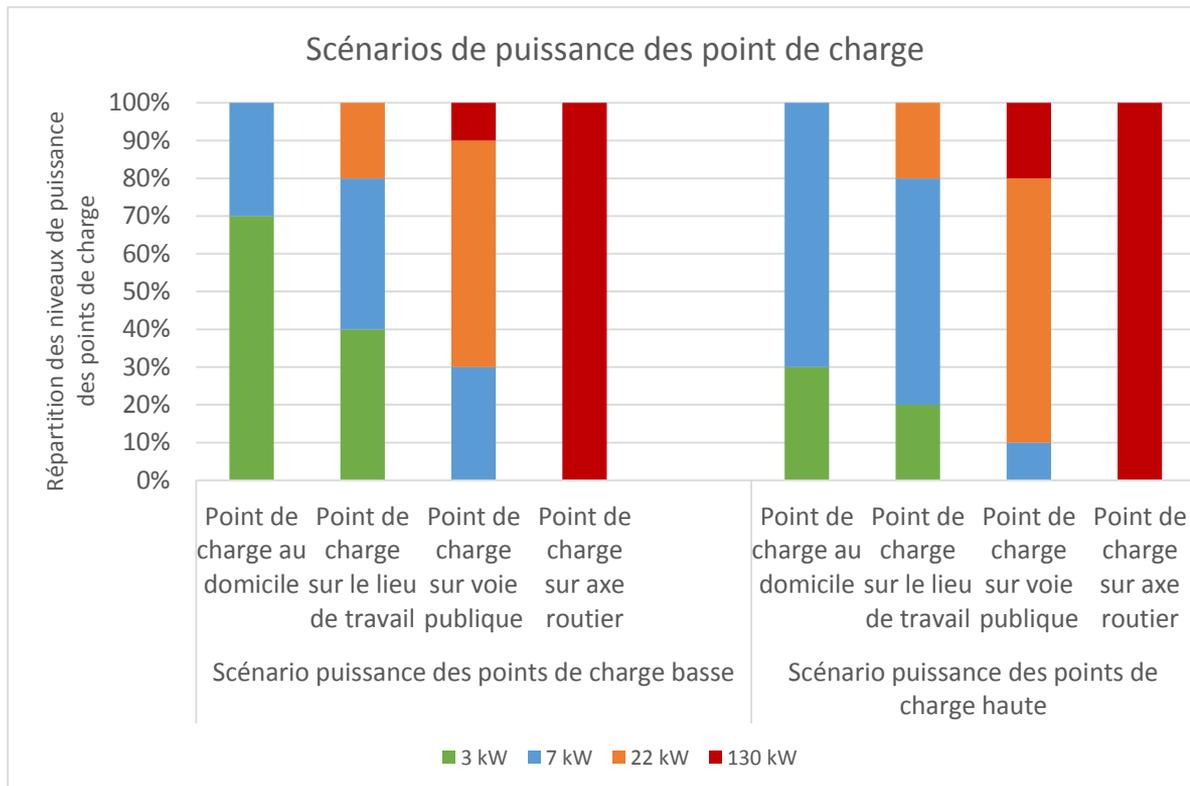
Deux scénarios d'accès aux points de charge au quotidien peuvent être construits sur ces bases (hors déplacements longue distance)

- Accès à un point de charge à domicile, au travail et sur voie publique
- Accès à un point de charge au travail et sur voie publique
- Accès à un point de charge à domicile et sur voie publique
- Accès à un point de charge sur lieu de travail uniquement
- Accès à un point de charge à domicile et sur lieu de travail
- Accès à un point de charge à domicile uniquement



Puissance des points de charge

- La puissance des points de charge conditionne les profils de charge et les services qui peuvent être rendus au système électrique
- Selon la logique exposée ci-dessus, cette gamme de possible est restituée par la construction de deux scénarios contrastés pour la paramètre « puissance des points de charge »

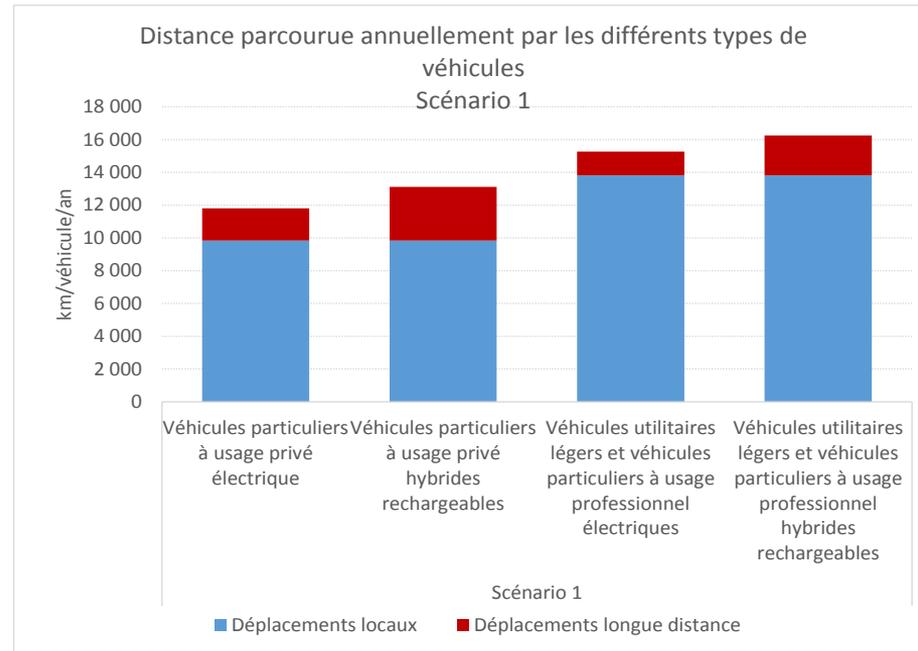




Les besoins de mobilité

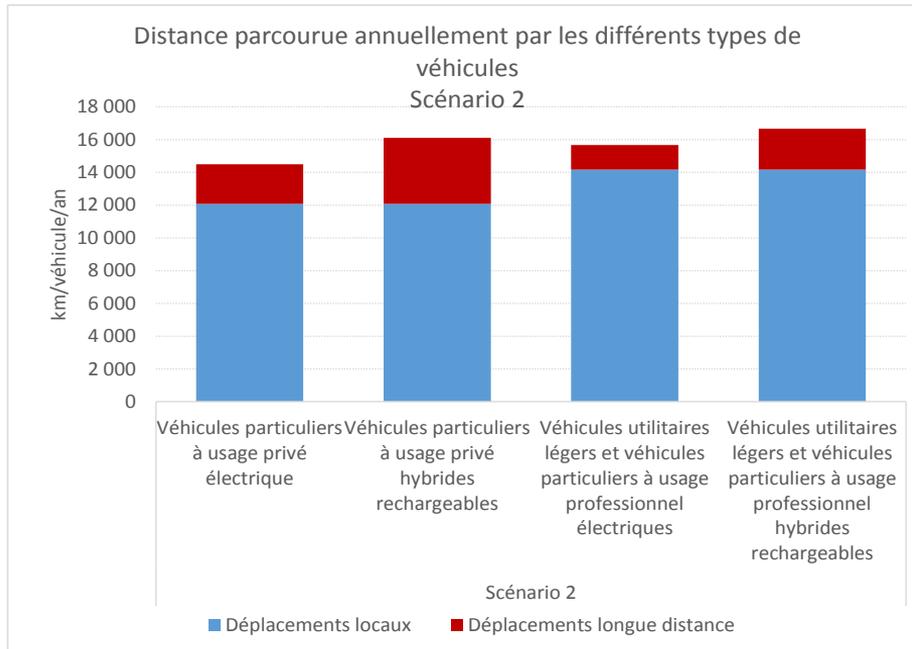
Kilométrages (1/3)

- Les besoins de mobilité considérés dans le Bilan prévisionnel sont identiques dans tous les scénarios (en km/véhicule/an)
- Une incertitude existe sur l'existence ou pas d'une différence de mobilité entre les utilisateurs de VE et de véhicules thermiques :
 - **Coût marginal du km moins élevé en VE/VHR qu'en VT**
 - **Problématique d'autonomie**
- Plusieurs scénarios de besoin de mobilité des VE et VHR sont considérés :
 - **Un scénario de déplacements courte-distance/locaux des VE/VHR identique à la moyenne du parc actuel et de déplacements longue distance moindre pour les VE (-50%)**
 - **Un scénario de déplacements courte-distance/locaux des VE/VHR supérieur à la moyenne du parc actuel et de déplacements longue distance moindre pour les VE (-50%)**
 - **Un scénario de déplacements des VE/VHR supérieur à la moyenne du parc actuel**
- ¹⁷ Prise en compte normative (~+5%) des déplacements des véhicules étrangers en France



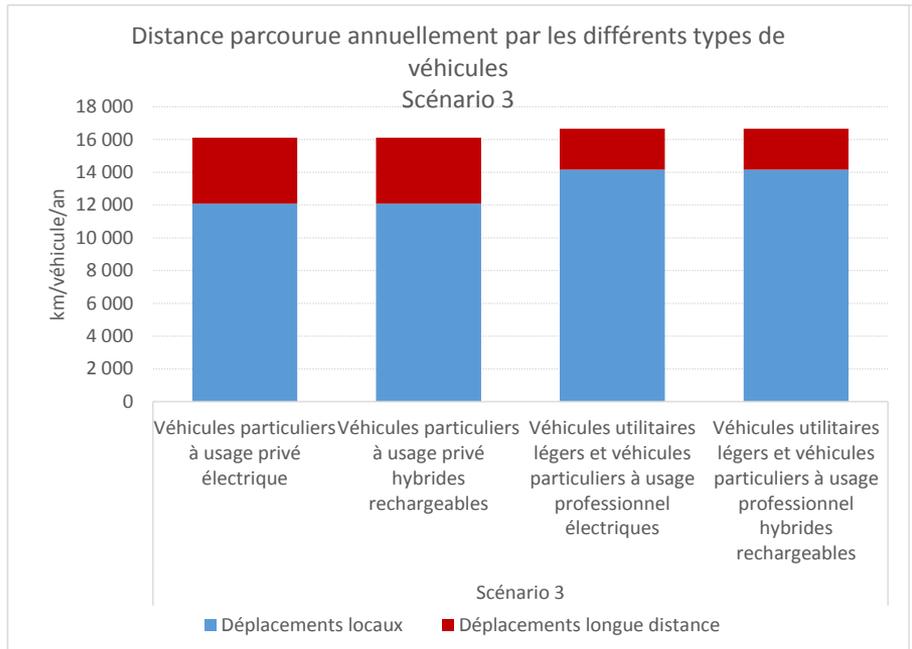
Kilométrages (2/3)

- Les besoins de mobilité considérés dans le Bilan prévisionnel sont identiques dans tous les scénarios (en km/véhicule/an)
- Une incertitude existe sur l'existence ou pas d'une différence de mobilité entre les utilisateurs de VE et de véhicules thermiques :
 - **Coût marginal du km moins élevé en VE/VHR qu'en VT**
 - **Problématique d'autonomie**
- Plusieurs scénarios de besoin de mobilité des VE et VHR sont considérés :
 - **Un scénario de déplacements courte-distance/locaux des VE/VHR identique à la moyenne du parc actuel et de déplacements longue distance moindre pour les VE (-50%)**
 - **Un scénario de déplacements courte-distance/locaux des VE/VHR supérieur à la moyenne du parc actuel et de déplacements longue distance moindre pour les VE (-50%)**
 - **Un scénario de déplacements des VE/VHR supérieur à la moyenne du parc actuel**
- Prise en compte normative (~+5%) des déplacements des véhicules étrangers en France



Kilométrages (3/3)

- Les besoins de mobilité considérés dans le Bilan prévisionnel sont identiques dans tous les scénarios (en km/véhicule/an)
- Une incertitude existe sur l'existence ou pas d'une différence de mobilité entre les utilisateurs de VE et de véhicules thermiques :
 - **Coût marginal du km moins élevé en VE/VHR qu'en VT**
 - **Problématique d'autonomie**
- Plusieurs scénarios de besoin de mobilité des VE et VHR sont considérés :
 - **Un scénario de déplacements courte-distance/locaux des VE/VHR identique à la moyenne du parc actuel et de déplacements longue distance moindre pour les VE (-50%)**
 - **Un scénario de déplacements courte-distance/locaux des VE/VHR supérieur à la moyenne du parc actuel et de déplacements longue distance moindre pour les VE (-50%)**
 - **Un scénario de déplacements des VE/VHR supérieur à la moyenne du parc actuel**
- ¹⁹ Prise en compte normative (~+5%) des déplacements des véhicules étrangers en France



Représentation des déplacements et leur temporalité (1/3)

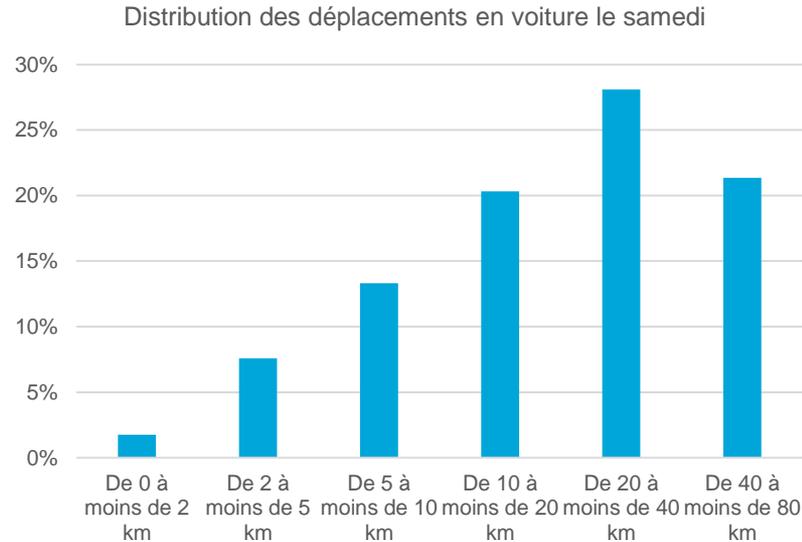
- Véhicules particuliers à usage privé (85% du parc de VP) :
 - Représentation des déplacements locaux/courte-distance (< 80 km)
 - **Jour de semaine : maintien de la modélisation proposée des déplacements « semaine », basée sur une représentation domicile-travail/école/affaires**
 - **Samedi et dimanche : proposition d'un modèle de mobilité (cf slide plus loin)**
 - Représentation des déplacements longue distance/voyage (>80km)
 - **Proposition d'une modélisation basée sur l'enquête ENTP 2008 (cf slide plus loin)**
- Véhicules utilitaires légers et particuliers à usage professionnel :
 - **Ajout d'un modèle de mobilité longue distance (cf slide plus loin)**

Modélisation déplacements pendant les week-ends

- **L'approche utilisée pour la modélisation des weekends est le même que celui des jours de semaine (modélisation bottom-up pour simuler les déplacements)**
- **Les hypothèses de déplacement changent : heures de départ, nombre de trajets, distances journalières, accès aux bornes de recharge**
- **Pour les véhicules particuliers à usage privé, seuls les déplacements à motif privé sont représentés**
- **Pour les véhicules particuliers à usage professionnel et les VUL, un jour de weekend est considéré comme identique à un jour de semaine. Seul le nombre de véhicules à usage professionnel en déplacement est modifié**

Modélisation déplacements pendant les week-ends

- L'enquête nationale de transport et déplacements fournit la distribution de la distance parcourue un samedi en voiture (déplacements locaux) et le nombre de déplacements par personne



Modélisation longue distance

Départs en vacances

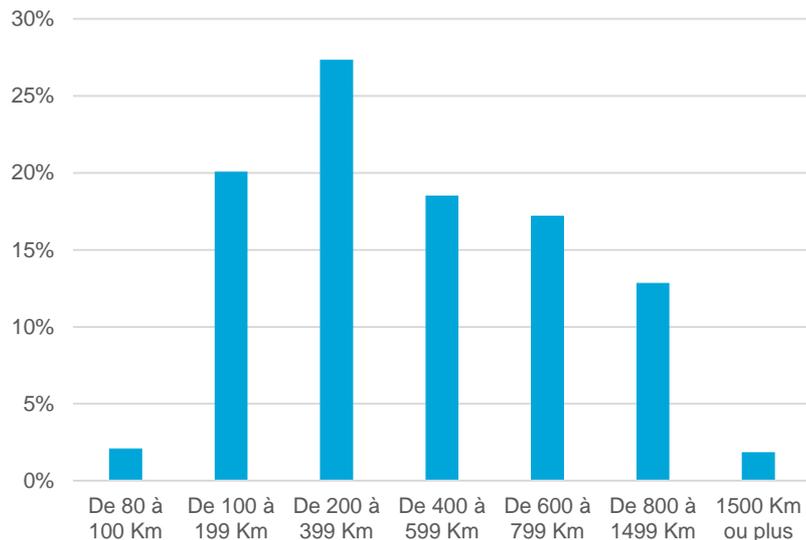
- L'approche utilisée pour la modélisation des déplacements longue distance part de la modélisation des déplacements quotidiens
 - Plusieurs catégories sont représentées et se différencient par :
 - le type de véhicule (VE/VHR)
 - les besoins de mobilité (usage privé)
 - l'accès à des infrastructure de recharge est simplifié:
 - 130 kW sur axe routier
 - lente dans les lieux de départ et d'arrivée
 - 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,
 - distance totale du déplacement,
 - vitesse moyenne,
 - taille de la batterie

Modélisation longue distance

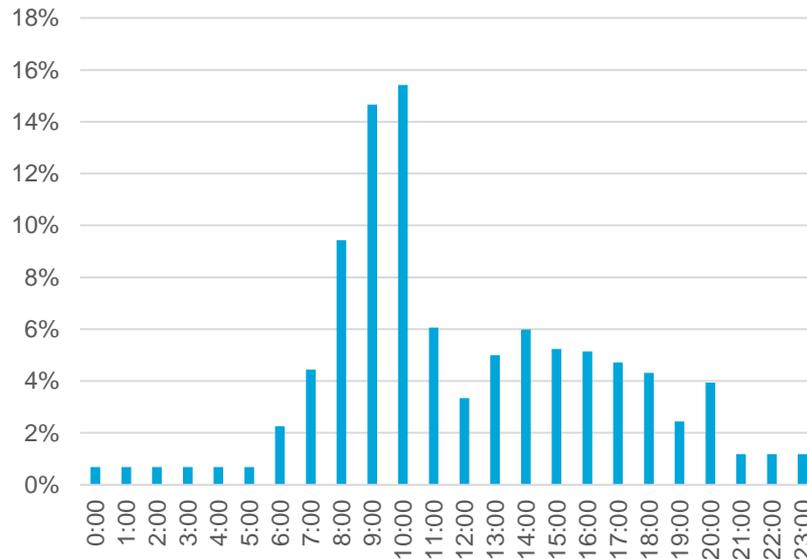
Départs en vacances

- L'enquête nationale de transport et déplacements permet de déterminer les caractéristiques des déplacements en voiture : distributions des déplacements en fonction de la distance, de l'heure de départ et du jour et du mois du déplacement.

Distribution du nombre des déplacements en vacances en fonction de la distance



Distribution du nombre des déplacements en fonction de l'heure de départ en vacances

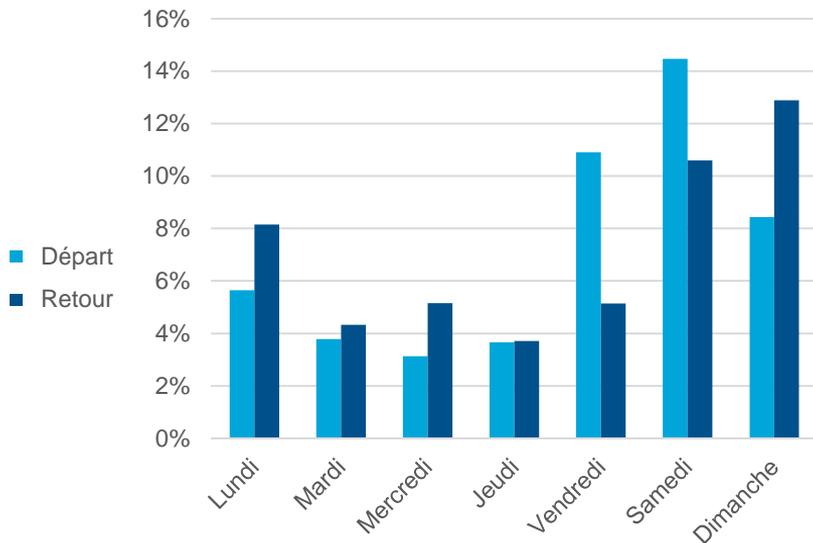


Modélisation longue distance

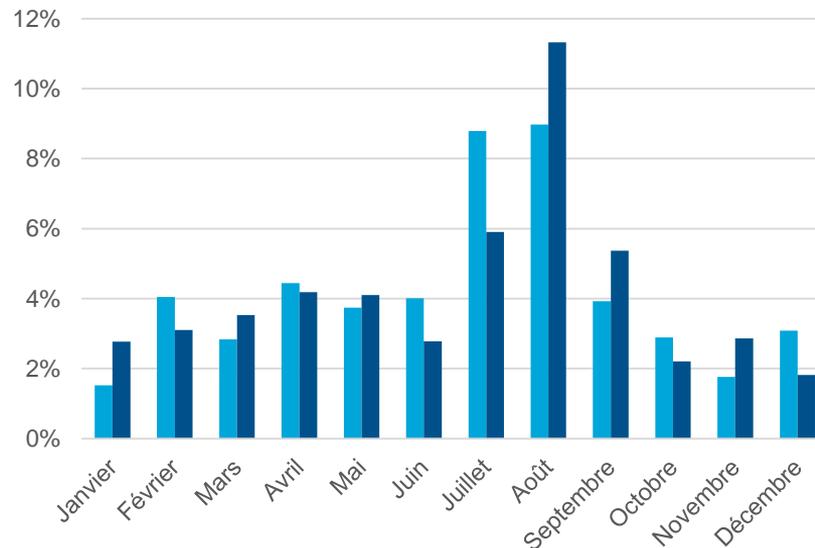
Départs en vacances

- L'ENTD 2008 nous donne la répartition des déplacements en fonction du jour de la semaine et en fonction du mois, mais nous n'avons pas la répartition au sein du mois (poids par semaine).
- Le poids par semaine est appliqué à partir des données de prévision de trafic*

Distribution du nombre des déplacements en fonction du jour de la semaine



Distribution du nombre des déplacements en fonction du mois



Modélisation longue distance

Départs en vacances

- La **vitesse moyenne** des déplacements est considérée à **100 km/h**
- Les véhicules s'arrêtent pour se recharger quand la charge de la batterie est inférieure à 20%
- La **puissance de recharge** en **itinérance** est limitée à **130 kW** (elle peut être inférieure car elle dépend de la taille de la batterie et de son état de charge)



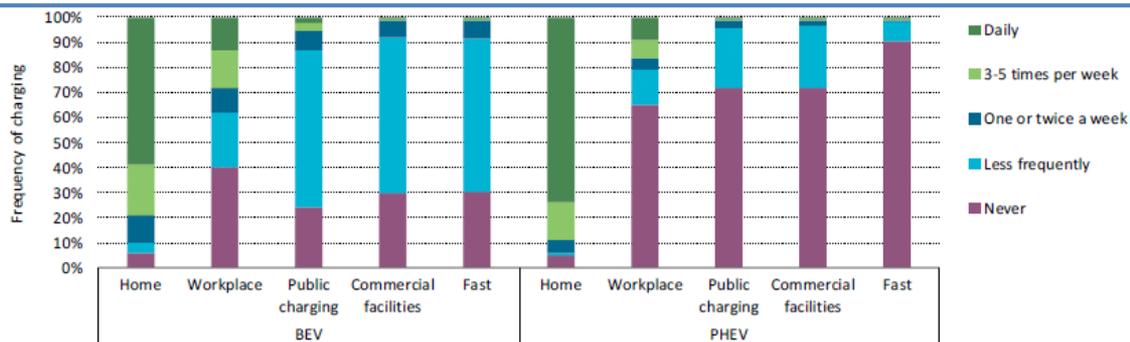
2.d

Les comportements des utilisateurs vis-à-vis de la charge

Comportement de recharge

- Le comportement modélisé pour le Bilan prévisionnel repose de manière assumée sur un traitement simplifié (les utilisateurs branchent leurs véhicules et le rechargent dès qu'ils ont accès à un point de charge)
- Les retour d'expérience montrent qu'avec l'accroissement de la taille des batteries, d'autres types de comportement émergent

Figure 13 • Charging habits for a sample of Norwegian electric car users, 2016



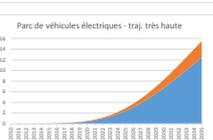
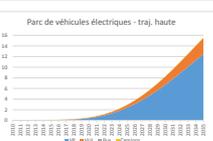
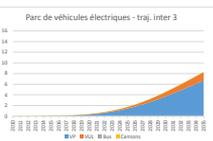
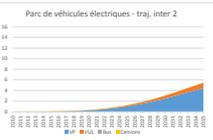
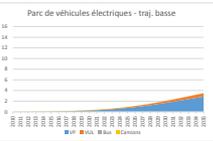
- Proposition d'une variante comportementale consistant à considérer que l'utilisateur se charge :
 - Quand il a accès au point de charge et que le taux de charge de sa batterie est inférieur à 50 % (hors déplacement longue distance)
 - Dès qu'un déplacement longue distance est prévu le lendemain
 - Quand il est en déplacement et que le taux de charge de sa batterie atteint 20%



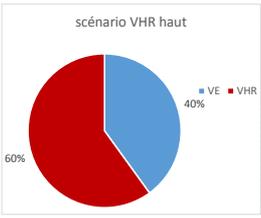
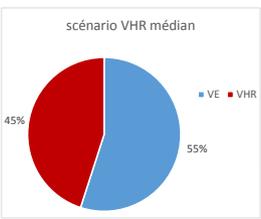
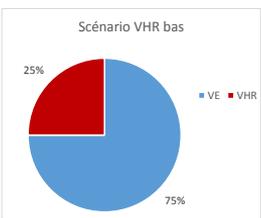
Scénarios

Le traitement « par scénario » semble très adapté pour rendre compte de la multiplicité des variantes envisageables

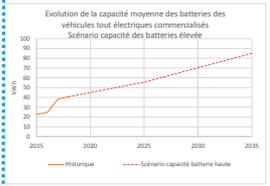
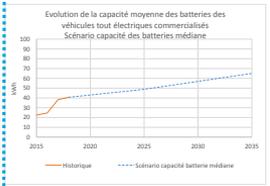
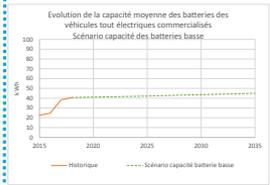
Nombre de véhicules



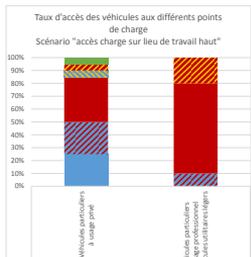
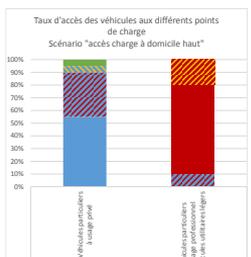
Part VE/VHR



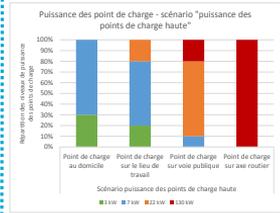
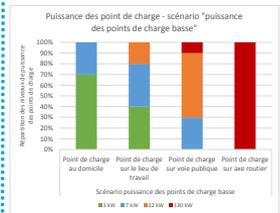
Taille batteries



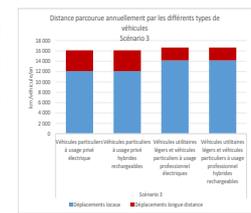
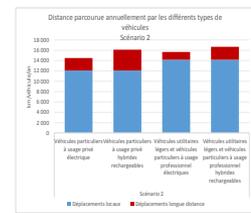
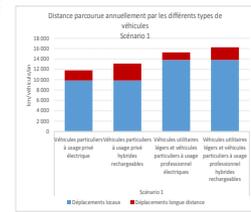
Accès point de charge



Puissance de charge



Besoin de mobilité



Fréquence de charge

ASAP

Si <50%

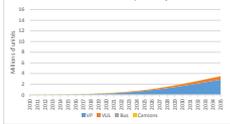
Le traitement « par scénario » semble très adapté pour rendre compte de la multiplicité des variantes envisageables

- Ces scénarios doivent (1) disposer d'une cohérence intrinsèque entre les différents paramètres et (2) pouvoir décrire des avènements possibles différenciés en terme d'intégration/d'impact sur le système électrique
 - Des possibilités de variantes :
 - pour tester l'impact de certains paramètres sur le système électrique
 - Pour tester la robustesse des analyses économiques
- ⇒ Des premières propositions à discuter

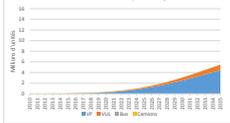
Scénario A : fort développement des véhicules tout électriques sur mobilité longue distance

Nombre de véhicules

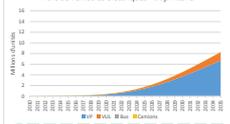
Parc de véhicules électriques - traj. basse



Parc de véhicules électriques - traj. inter 2



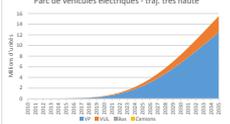
Parc de véhicules électriques - traj. inter 3



Parc de véhicules électriques - traj. haute



Parc de véhicules électriques - traj. très haute

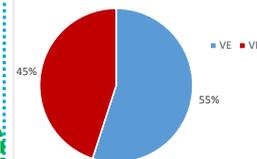


Part VE/VHR

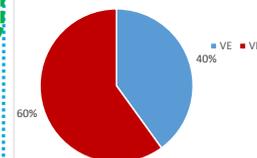
Scénario VHR bas



scénario VHR médian

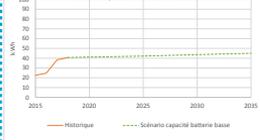


scénario VHR haut

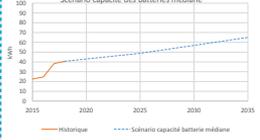


Taille batteries

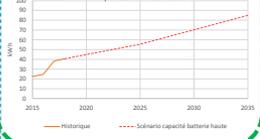
Evolution de la capacité moyenne des batteries des véhicules tout électriques commercialisés



Evolution de la capacité moyenne des batteries des véhicules tout électriques commercialisés

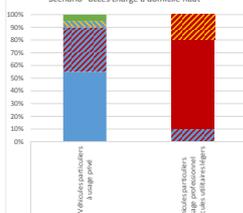


Evolution de la capacité moyenne des batteries des véhicules tout électriques commercialisés

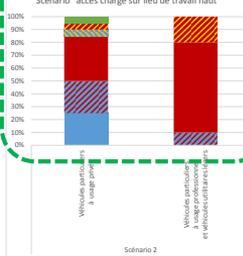


Accès point de charge

Taux d'accès des véhicules aux différents points de charge

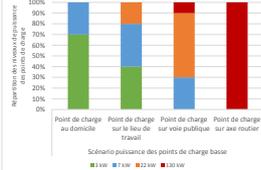


Taux d'accès des véhicules aux différents points de charge

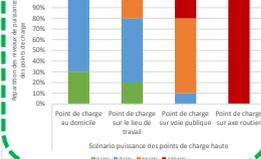


Puissance de charge

Puissance des points de charge - scénario "puissance des points de charge basse"

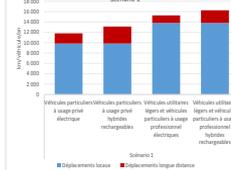


Puissance des points de charge - scénario "puissance des points de charge haute"

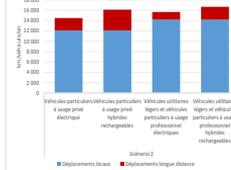


Besoin de mobilité

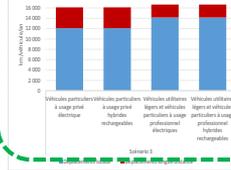
Distance parcourue annuellement par les différents types de véhicules



Distance parcourue annuellement par les différents types de véhicules



Distance parcourue annuellement par les différents types de véhicules



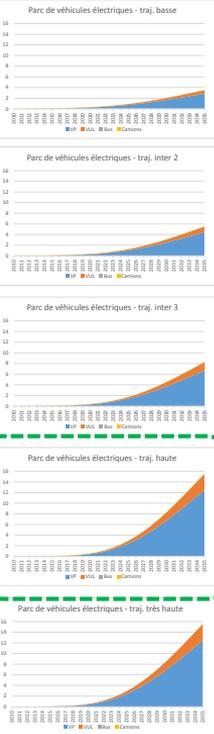
Fréquence de charge

ASAP

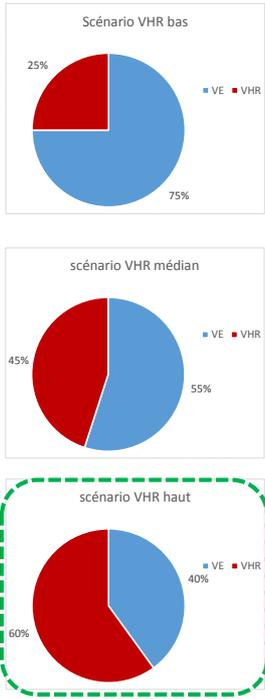
Si <50%

Scénario B : faible développement des véhicules tout électriques sur mobilité longue distance

Nombre de véhicules



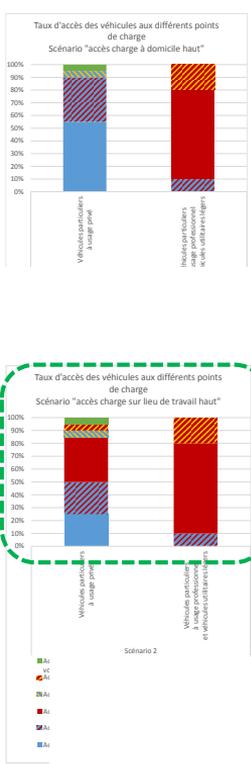
Part VE/VHR



Taille batteries



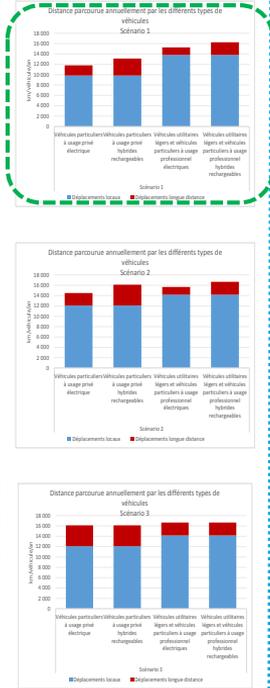
Accès point de charge



Puissance de charge



Besoin de mobilité



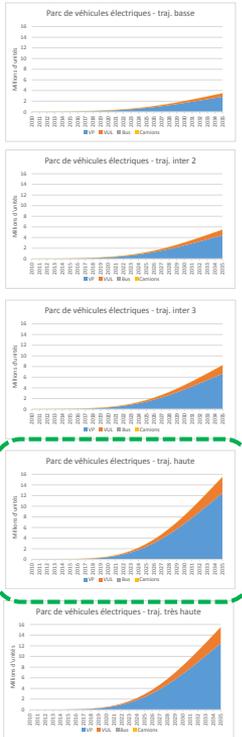
Fréquence de charge

ASAP

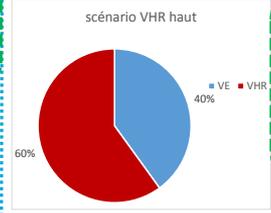
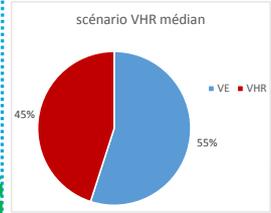
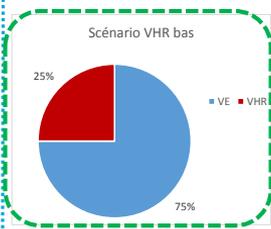
Si <50%

Scénario C : fort potentiel de services pour le système électrique

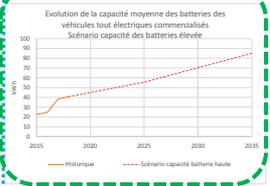
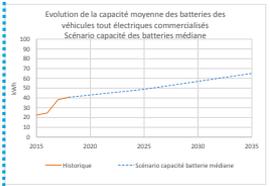
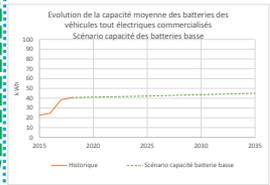
Nombre de véhicules



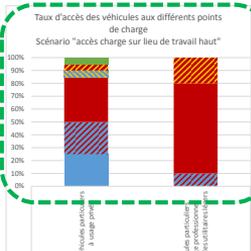
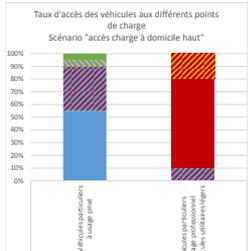
Part VE/VHR



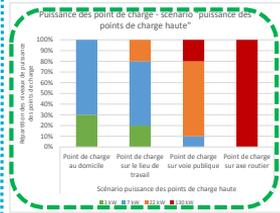
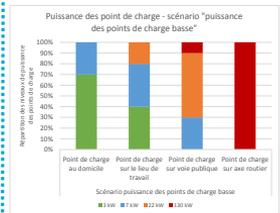
Taille batteries



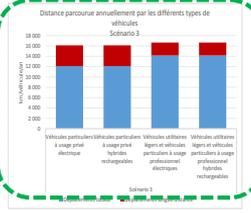
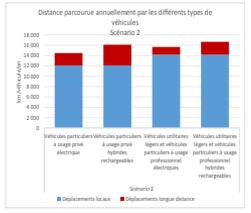
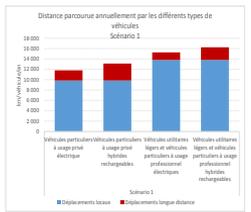
Accès point de charge



Puissance de charge



Besoin de mobilité



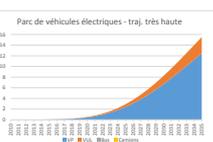
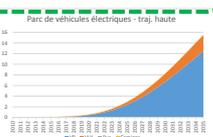
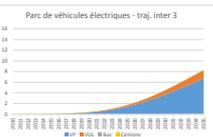
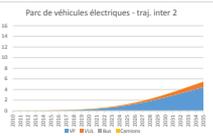
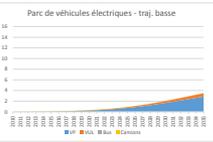
Fréquence de charge

ASAP

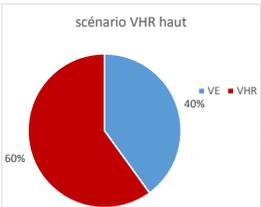
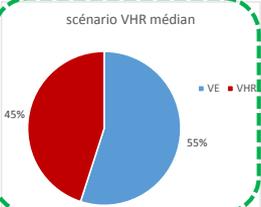
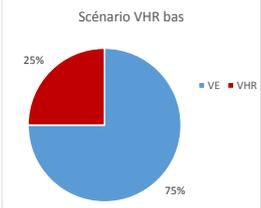
Si <50%

Scénario D : intermédiaire

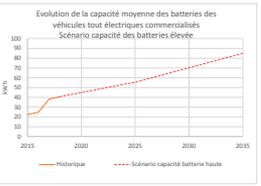
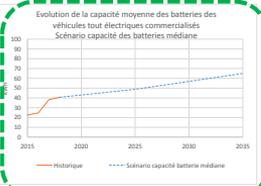
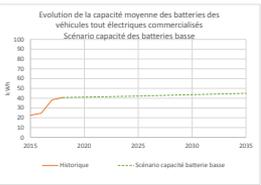
Nombre de véhicules



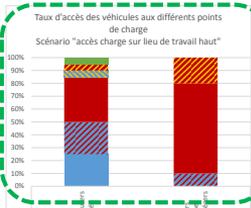
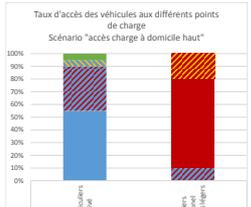
Part VE/VHR



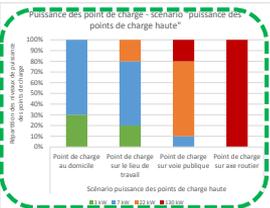
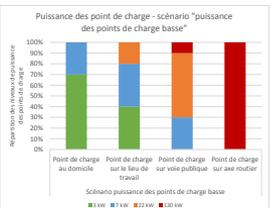
Taille batteries



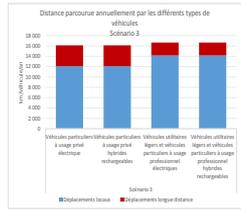
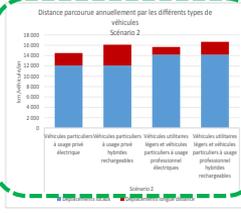
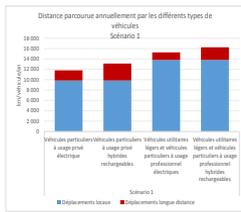
Accès point de charge



Puissance de charge



Besoin de mobilité



Fréquence de charge

ASAP

Si <50%



Valorisation de la flexibilité associée au véhicules électriques

Une analyse économique avec passage à l'échelle, pour différents horizons temporels

- Les analyses en marginal présentées lors du précédent atelier permettent d'identifier la valeur que peut générer un véhicule électrique qui offre une flexibilité au système électrique. L'analyse avait été menée à la marge du scénario Ampère 2035
- Les nouvelles analyses **intègrent un passage à l'échelle** : elles permettent de restituer l'évolution de la valeur en fonction du nombre de véhicules offrant une flexibilité au système électrique
- Les analyses portent sur **deux points temporels**, 2025 et 2035 pour le scénario Ampère, qui présentent des volumes de véhicules électriques très différents :

Ampère 2025 :

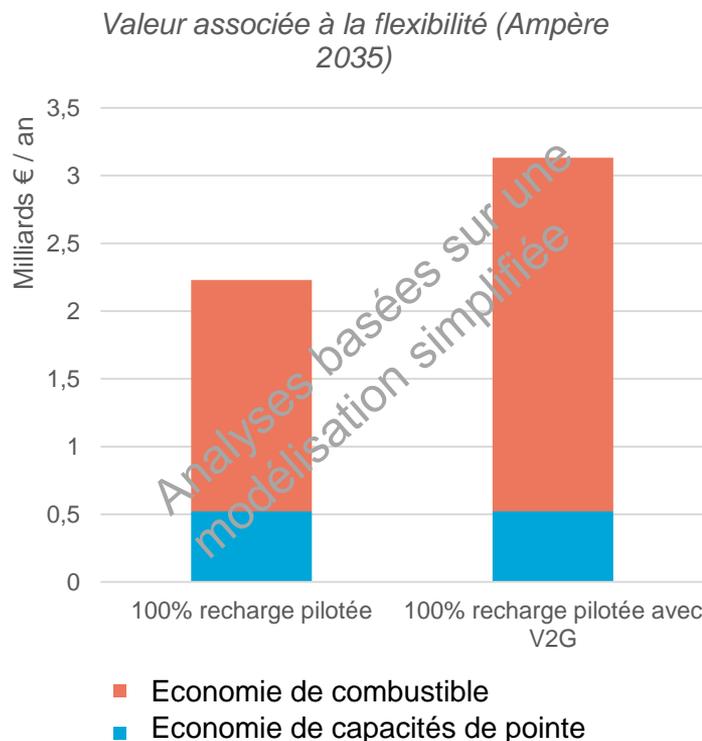
**2,9 millions
de véhicules
électriques**

Ampère 2035 :

**15,6 millions
de véhicules
électriques**

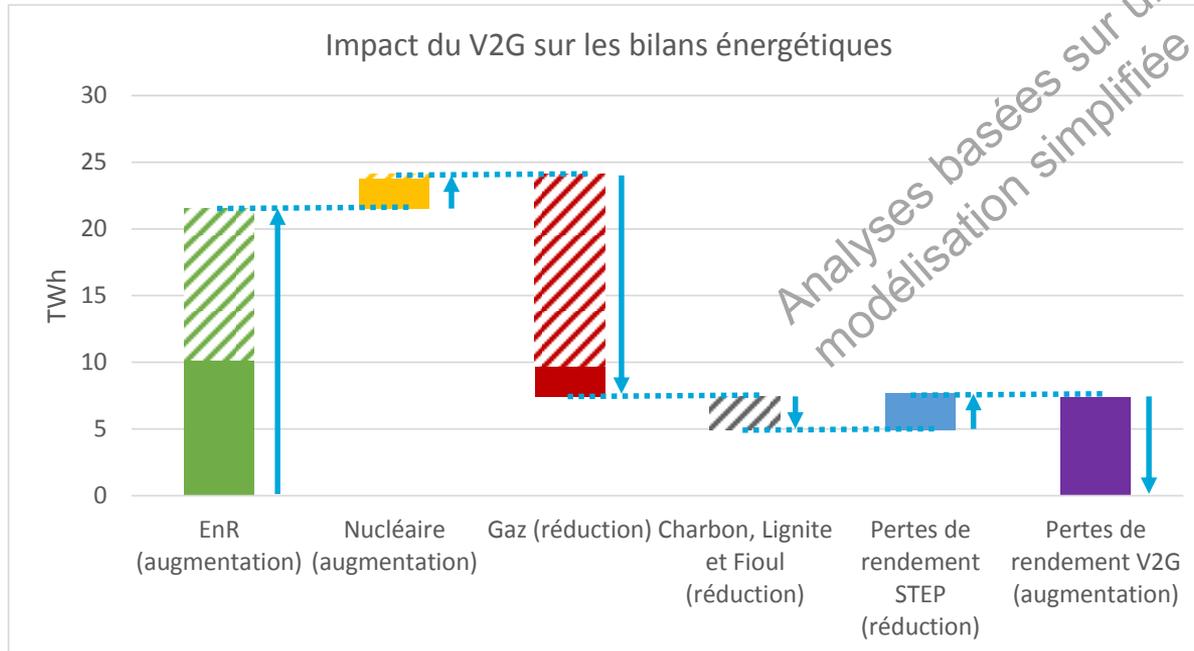
Le gisement de valeur associée à la flexibilité est élevé dans le scénario Ampère 2035

- Si les 15,6 millions de véhicules électriques du scénario Ampère 2035 se rechargent de manière **naturelle**, le respect du critère de **sécurité d'approvisionnement** nécessiterait de disposer de capacités de pointe supplémentaires (pour un coût de l'ordre de 500 M€/an)
- Le gisement de valeur accessible grâce au pilotage des recharges de tous les véhicules électriques se situe entre 3,1 et 2,3 Md€/an selon que l'option V2G soit ou non disponible (hors valeur liée à la fourniture de réserves et services aux réseaux)
- Cette valeur tient compte des économies de moyens de pointe évités (par rapport à un scénario 100% charge naturelle) et des économies de combustible mais ne comptabilise pas la valeur des éventuels moyens existant qui ne seraient plus utiles pour la sécurité d'approvisionnement. Des analyses complémentaires pourront porter sur ce point



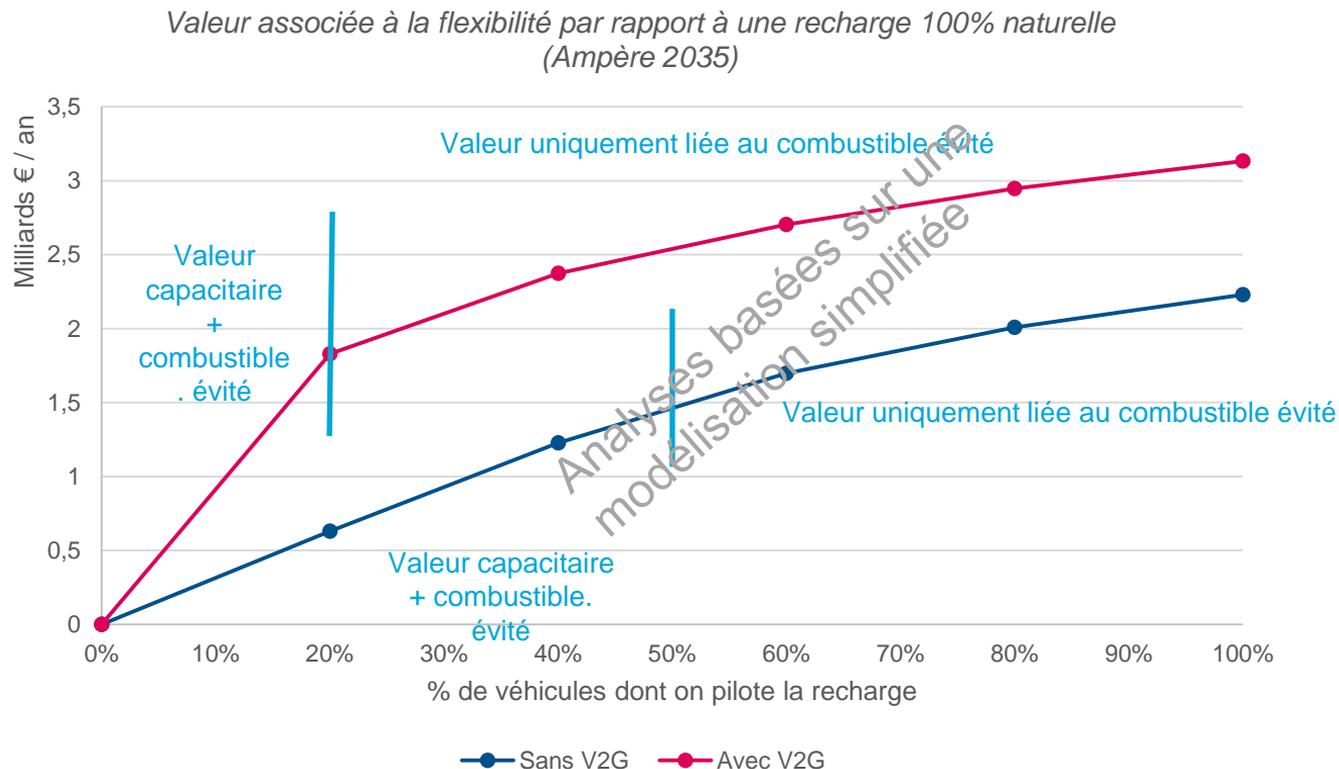
Les économies de combustible résultent essentiellement d'une meilleure valorisation du productible EnR

- La flexibilité des VE/VHR permet de réduire l'énergie EnR écrêtée
- Cette énergie est stockée dans les batteries des véhicules puis réutilisée lors des périodes de production fossile



La valeur dépend du volume de véhicules pilotés

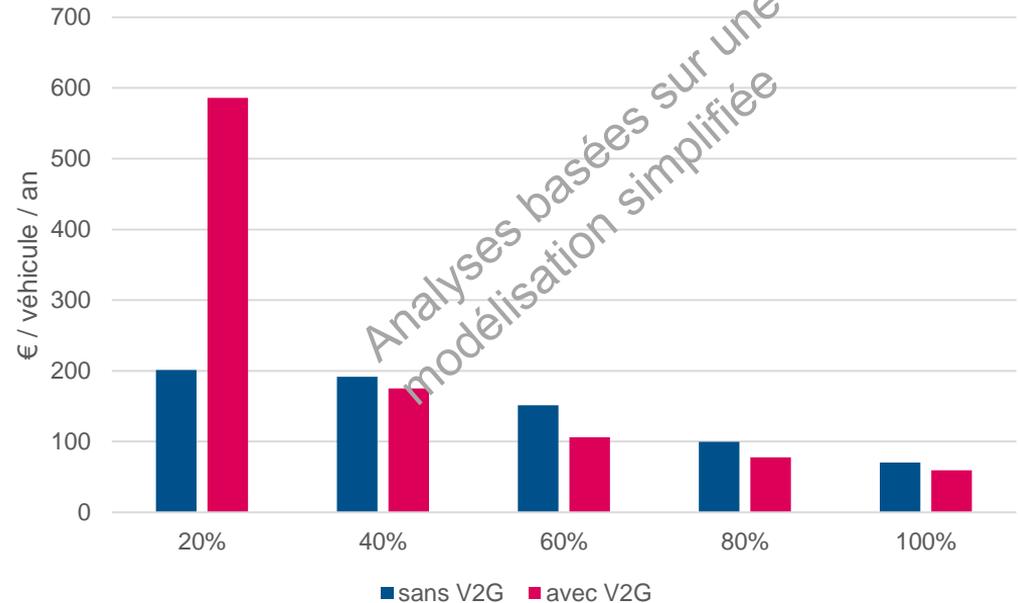
- Si 40% de véhicules sont pilotés avec V2G, 3/4 de la valeur totale potentielle est créée
- Sans V2G, on peut atteindre 3/4 du gisement de valeur en pilotant 60% des véhicules



La valeur marginale apportée par la flexibilité d'un véhicule décroît fortement avec l'augmentation du nombre de véhicules offrant cette flexibilité

Valeur marginale associée au pilotage

- La valeur marginale par véhicule est significative pour les premiers véhicules pouvant être pilotés
- Sans V2G, la valeur marginale est relativement stable jusqu'à une participation d'environ 50% des véhicules : c'est le niveau nécessaire pour permettre le respect du critère de sécurité d'approvisionnement sans moyens de pointe supplémentaires



⇒ Ces résultats sont adhérents au scénario Ampère en 2035 et à l'absence de besoins capacitaires si une part du parc de véhicules électriques est pilotée

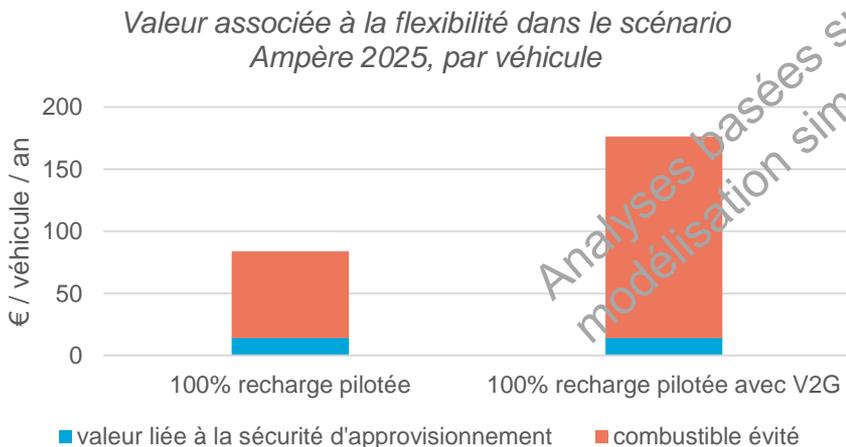
⇒ Ces résultats ne prennent pas en compte le coût de cette flexibilité, notamment les cycles pour le V2G

Dans le scénario Ampère 2025, une valeur plus faible pour ce levier de flexibilité

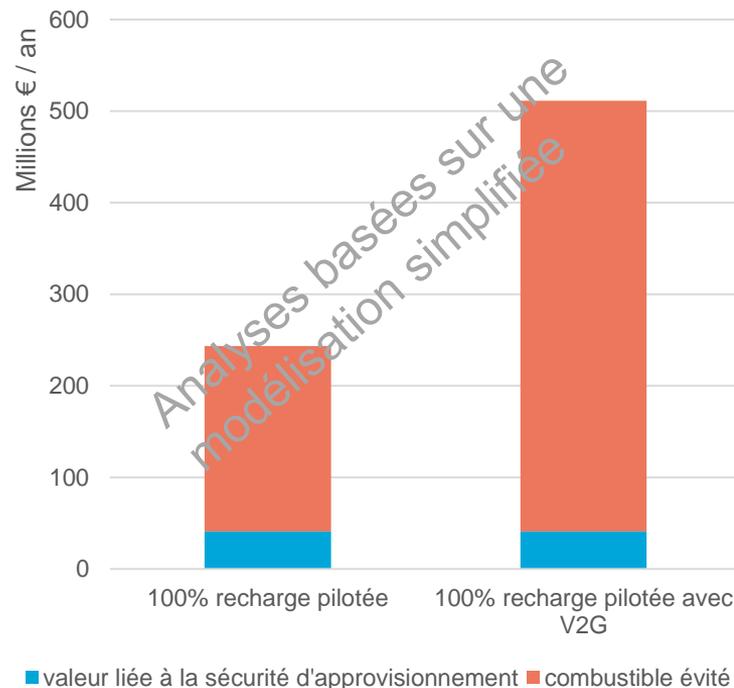
- Pour les premiers véhicules, une valeur plus faible par véhicule

La valeur pour les premiers véhicules (par rapport à une charge 100% naturelle) est plus faible qu'en 2035 : les différentiels de prix entre les instants sont plus faibles, ce qui limite la valeur de cette forme de stockage

- Et moins de véhicules (2,9 millions de VE/VHR)



Valeur associée à la flexibilité dans le scénario Ampère 2025



■ valeur liée à la sécurité d'approvisionnement ■ combustible évité



Suites

Suites

- Des scénarios sur les variables clés beaucoup plus complets qui peuvent encore être challengés
 - Des « appariements » de scénarios proposés qui peuvent faire l'objet de variantes à discuter
 - Des hypothèses fines sur la mobilité (WE, vacances) qui sont en cours de calage
- ⇒ Les commentaires sur ces hypothèses sont bienvenus jusqu'à fin août
- Les travaux à venir porteront sur l'analyse d'impact sur les appels de puissance du développement du VE dans différentes configurations d'hypothèses
 - Les évaluations économiques de la pénétration des VE seront enrichies avec :
 - L'adaptation de l'analyse à des évolutions d'hypothèses et la prise en compte des coûts de la flexibilité
 - la valorisation de services système
 - L'évaluation de l'impact pour le réseau et de la valeur de la flexibilité
 - Les modèles d'affaires « acteur » pour valoriser la flexibilité (autoconsommation)