

# Les potentiels du véhicule électrique

Avril 2016

## En résumé

Les véhicules électriques peuvent contribuer à atténuer la dépendance des transports routiers à l'égard du pétrole importé, contribuer à réduire la facture énergétique du pays, réduire les émissions de gaz à effet de serre, améliorer la qualité de l'air en ville grâce à des émissions nulles à l'échappement et réduire les nuisances sonores.

Les coûts et les impacts du véhicule électrique se trouvent majoritairement à la fabrication, alors que les coûts et les impacts du véhicule thermique se trouvent majoritairement à l'usage. On ne peut donc pas simplement comparer les objets véhicules, il faut examiner leur usage, ce qui nécessite un regard renouvelé pour percevoir pleinement les potentiels du véhicule électrique, qui, pour atteindre sa viabilité économique et environnementale, doit être utilisé intensément.

Le principal atout du véhicule thermique est sa capacité à embarquer une très grande quantité d'énergie, ce qui lui confère une grande autonomie et une grande polyvalence. Mais les conséquences de l'utilisation d'énergie fossile sur le climat et l'environnement nécessitent aujourd'hui d'autres solutions pour les véhicules et les systèmes de mobilité. Le véhicule électrique en fait partie : sa moindre polyvalence, du fait de son autonomie encore limitée, est compensée grâce à une adaptabilité qui lui permet une bonne optimisation pour l'usage recherché.

Le véhicule électrique est particulièrement adapté à de nouvelles offres de services de mobilité et permet d'accélérer la transition vers de nouveaux modes de déplacement optimisant l'utilisation du véhicule et n'imposant plus sa possession. L'utilisation du numérique, facilitée par la motorisation électrique, ouvre de multiples possibilités d'innovations et de nouveaux services (comme par exemple le véhicule autonome).

En outre, les véhicules électriques peuvent faire plus que de la mobilité. Leurs batteries offrent des capacités de stockage d'énergie utiles pour contribuer à la régulation du réseau électrique et au développement des énergies renouvelables. La mise sur le marché de véhicules électriques peut être accompagnée de services énergétiques pouvant être valorisés économiquement et permettant de structurer l'offre d'électromobilité en retour. Pour minimiser son impact sur le réseau électrique, il est primordial de mettre en place des systèmes de gestion intelligents de la charge prenant à la fois en compte les contraintes d'utilisation mais également celles du réseau.

L'électromobilité se conçoit comme un écosystème à part entière, qui associe constructeurs automobiles, opérateurs de recharge, fournisseurs de services, utilisateurs... Il s'agit d'une véritable filière dont la pertinence économique et la viabilité environnementale devront apparaître dans une approche systémique.

## CONTENU

ENJEUX .....	2
MARCHE .....	2
REPONSES APPORTEES PAR LE VEHICULE ELECTRIQUE .....	3
Sur le plan énergétique .....	3
Sur le plan environnemental.....	3
RECOMMANDATIONS POUR LE DEVELOPPEMENT DU VEHICULE ELECTRIQUE.....	4
Un véhicule électrique doit être utilisé intensément.....	4
Adapter les véhicules aux besoins de déplacements ...	5
Développer une offre de services.....	6
Utiliser le véhicule électrique comme un maillon d'une gestion énergétique plus intelligente .....	6
PERSPECTIVES .....	8
Développement de nouveaux modèles économiques ..	8
Mettre en place des cercles vertueux.....	8
ACTIONS DE L'ADEME .....	10
AVIS DE L'ADEME .....	11
ANNEXE :.....	12

## Enjeux

Le secteur des transports est à la fois très consommateur d'énergie et très émetteur de gaz à effet de serre. Il représente en effet 35 % des émissions de CO<sub>2</sub> et 32% de la consommation d'énergie finale en France<sup>1</sup>. Les voitures particulières représentent les deux tiers de la consommation d'énergie du secteur.

Les transports routiers sont également responsables d'une part importante des émissions de polluants atmosphériques (54% des émissions d'oxyde d'azote, 14% des émissions de particules PM<sub>10</sub> et 17 % des émissions de PM<sub>2,5</sub>) dont la réduction est un enjeu majeur de santé publique. Ce secteur a par ailleurs des impacts économiques forts, avec un poids important sur la facture énergétique française, plus de 90% des carburants utilisés étant issus du pétrole<sup>2</sup>.

La réponse aux enjeux de la transition énergétique du secteur des transports nécessite de développer différentes actions complémentaires qui passent à la fois par une amélioration de l'efficacité énergétique des différents modes de transports et par une modification des comportements. Le véhicule électrique s'inscrit dans le panel des solutions à développer.

Cet Avis fait le point sur les potentiels du véhicule électrique (VE) pour la transition énergétique des transports.

## Marché

Si le VE reste encore minoritaire dans le parc roulant avec 17 268 immatriculations en 2015 (près de 1% des ventes de véhicules neufs), le marché se développe depuis quelques années, notamment sous l'effet des incitations financières mises en place dans le cadre de la Loi de transition énergétique pour la croissance verte. Ainsi, en 2015, les ventes ont augmenté de 65% par rapport à l'année précédente<sup>3</sup>. Pour la première fois, les particuliers représentent la majorité (près de 60%) des acheteurs de véhicules électriques<sup>4</sup>.

<sup>1</sup> Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie - Service de l'observation et des statistiques, Chiffres clés du climat - France et Monde, Édition 2016.

<sup>2</sup> La facture énergétique de la France s'élevait en 2013 à 66 milliards d'euros, dont 52 milliards pour le pétrole

<sup>3</sup> Données ADEME

<sup>4</sup> Ce document concerne les véhicules particuliers (véhicule à moteur, construit et conçu pour le transport de personnes, ayant au moins 4 roues, comportant, outre le siège du conducteur, 8 places assises au maximum et dont le poids total en charge autorisé est inférieur à 3,5 tonnes).

## Réponses apportées par le véhicule électrique

Afin d'évaluer les gains environnementaux générés par le véhicule électrique (VE), l'ADEME a réalisé en 2013 une analyse de cycle de vie permettant de dresser un bilan environnemental complet, sur l'ensemble du cycle de vie du véhicule<sup>5</sup>.

### Sur le plan énergétique

Le véhicule électrique consomme moins d'énergie qu'un véhicule thermique en fonctionnement car sa chaîne de traction présente un excellent rendement énergétique. Malgré cela, sur l'ensemble de son cycle de vie, la consommation énergétique d'un VE est globalement proche de celle d'un véhicule diesel.

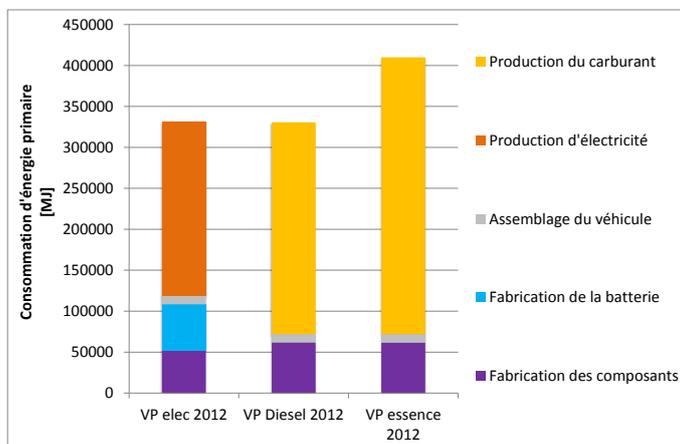


Figure 1 : Consommation d'énergie primaire totale des véhicules thermiques et d'un véhicule électrique<sup>6</sup>

En effet, pour mesurer la consommation d'énergie globale d'un véhicule électrique, il convient de prendre en compte la production de l'électricité nécessaire pour recharger ses batteries. Or le rendement énergétique de la production électrique avec le mix et les technologies actuelles est faible. D'où une consommation énergétique du 'puits à la roue'<sup>7</sup> qui reste significative. Par ailleurs, si la consommation énergétique ne semble pas très sensible aux variations de vitesse, elle peut augmenter si le conducteur utilise

<sup>5</sup> Elaboration selon les principes des ACV des bilans énergétiques, des émissions de gaz à effet de serre et des autres impacts environnementaux induits par l'ensemble des filières de véhicules électriques et de véhicules thermiques, 2013 (voir références dans « publications »).

<sup>6</sup> Les résultats sont obtenus pour une hypothèse de durée de vie batterie de 150 000 km sur 10 ans

<sup>7</sup> La consommation énergétique du 'puits à la roue' désigne ici la consommation d'énergie depuis la production d'électricité jusqu'à la propulsion du véhicule.

aussi la climatisation ou le chauffage<sup>8</sup>. Compte tenu de ces variabilités, il est difficile de conclure que le véhicule électrique apporte une véritable solution aux enjeux d'efficacité énergétique.

En revanche, **le développement du véhicule électrique permet de réduire la dépendance au pétrole importé**, d'autant plus dans une perspective de mix électrique intégrant une part croissante d'énergies renouvelables (éolien, solaire...). Cela présente un intérêt économique (baisse de la facture énergétique) et environnemental (moindre épuisement de ressources fossiles).

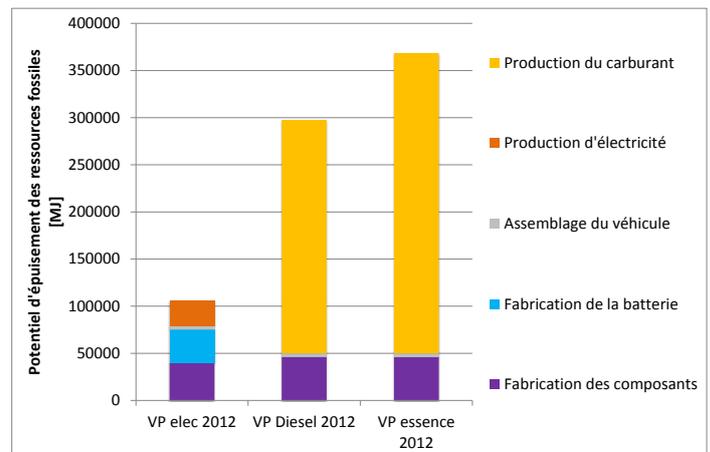


Figure 2 : Potentiel d'épuisement des ressources fossiles pour des véhicules thermiques et un véhicule électrique

### Sur le plan environnemental

Au-delà de la question de l'efficacité énergétique, le VE apporte une solution intéressante pour répondre aux défis de la transition énergétique pour le secteur automobile:

Réduction des émissions de gaz à effet de serre : sur l'ensemble de son cycle de vie, le véhicule électrique émet, lorsque l'électricité utilisée pour la recharge des batteries est faiblement carbonée comme c'est le cas en France, moins de gaz à effet de serre qu'un véhicule thermique (respectivement environ 9t CO<sub>2</sub>-eq contre 22t CO<sub>2</sub>-eq dans les mêmes conditions)<sup>9</sup>. Le véhicule électrique permet ainsi de réduire la contribution de l'automobile au réchauffement climatique.

<sup>8</sup> IFPEN avec le soutien de l'ADEME, «Evaluation of EVs energy consumption influencing factors», EVS27, 2013.

<sup>9</sup> Les résultats présentés sont obtenus pour une hypothèse de durée de vie batterie de 150 000km sur 10 ans.

Réduction des polluants responsables de la dégradation de la qualité de l'air : le VE n'émet pas de NOx et de COV à l'échappement, également précurseurs de l'ozone<sup>10</sup>. Il contribue ainsi à l'amélioration de la qualité de l'air en ville en réduisant les concentrations de particules et de dioxyde d'azote là où il est utilisé, lorsqu'il se substitue à un véhicule thermique.

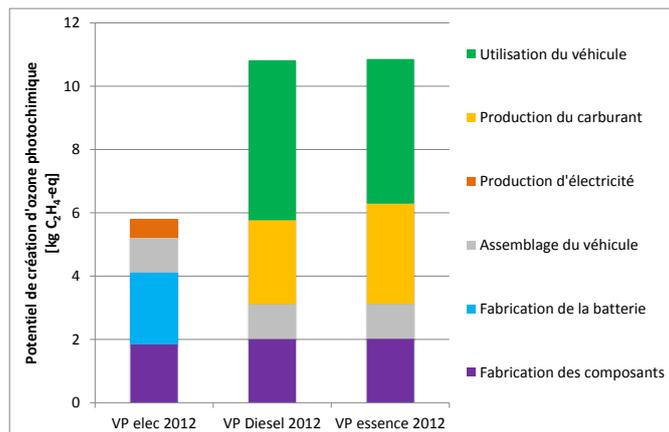


Figure 3 : Potentiel de création d'ozone photochimique pour des véhicules thermiques et un véhicule électrique

Cependant, le VE a des impacts négatifs sur l'environnement, majoritairement durant sa phase de fabrication, notamment sur l'acidification des milieux et le potentiel d'eutrophisation de l'eau. Sur le cycle de vie du véhicule, ces impacts sont toutefois du même ordre de grandeur pour un VE que pour un véhicule thermique (pour l'acidification des milieux, l'impact du VE est supérieur de 25% à celui d'un véhicule diesel ; pour le potentiel d'eutrophisation, l'impact du VE est inférieur de 45% à celui d'un véhicule diesel<sup>11</sup>)

L'utilisation en seconde vie et le recyclage des batteries permettent de diminuer ces impacts environnementaux.

## Recommandations pour le développement du véhicule électrique

### Un véhicule électrique doit être utilisé intensément

A la différence des véhicules thermiques, la majorité des impacts environnementaux d'un VE interviennent lors de la phase de fabrication. **Les gains environnementaux d'un véhicule électrique se retrouvent donc à l'usage.**

Sur le plan économique, si à l'achat, le véhicule électrique reste globalement plus cher qu'un véhicule thermique (majoritairement en raison du coût de la batterie), son usage permet des économies significatives car le coût de l'électricité, de l'entretien et généralement de l'assurance sont moindres.

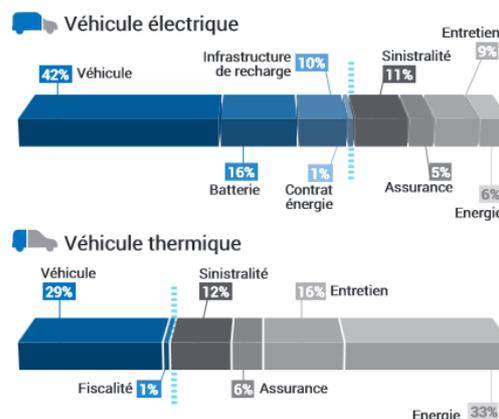


Figure 4: Répartition des coûts pour les véhicules électriques et thermiques constatée sur une flotte d'entreprise (projet InfiniDrive<sup>12</sup>)

**Le véhicule électrique devient économiquement viable à partir d'un kilométrage quotidien et d'une fréquence d'utilisation permettant d'amortir l'investissement initial.** C'est ce que montre le retour d'expérience du projet InfiniDrive, qui met en évidence une zone d'usage appropriée pour le véhicule électrique intégré à une flotte d'entreprise.

<sup>10</sup> Voir aussi : <http://buldair.org/category/arborescence-du-site/pollution-de-l-air/polluants/polluants-de-l-air-exterieur>.

<sup>11</sup> Voir aussi en annexe, graphique des impacts normalisés

<sup>12</sup> [Projet soutenu par l'ADEME dans le cadre du programme « véhicule du futur » des Investissements d'avenir](#)

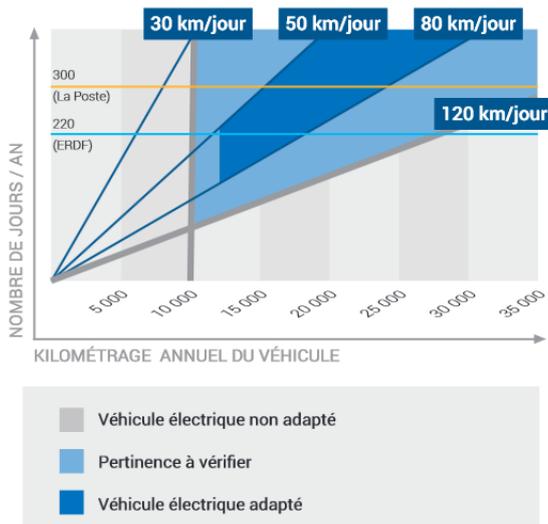


Figure 5 : Pertinence économique du véhicule électrique en fonction de son usage (quotidien / annuel) constatée dans le cadre du projet InfiniDrive<sup>10</sup>

Ainsi, le VE sera d'autant plus intéressant sur les plans économiques et environnementaux, qu'il sera utilisé intensément, par exemple :

- pour des trajets domicile-travail quotidiens importants lorsque le véhicule individuel est nécessaire en absence de transports en commun ;
- dans le cadre de flottes partagées de véhicules d'entreprises ;
- pour des livraisons de marchandises en ville ;
- pour des services de mobilité (autopartage par exemple).

### Adapter les véhicules aux besoins de déplacements

Nous sommes habitués à considérer l'automobile comme un véhicule universel, adapté à tous les usages. Or, pour répondre aux enjeux de la transition énergétique dans le secteur des transports, il faut non seulement accroître les performances environnementales de nos véhicules mais plus largement repenser les usages de l'automobile, en lien avec les besoins de déplacement.

Outre les véhicules thermiques, le secteur automobile recouvre une diversité de technologies : véhicules électriques, véhicules électriques avec prolongateur d'autonomie<sup>13</sup>, véhicules hybrides rechargeables, full et mild hybrides. Il existe des complémentarités entre ces

technologies de manière à pouvoir utiliser le véhicule correspondant au mieux à son usage.

Le véhicule électrique, grâce aux caractéristiques de sa chaîne de traction, peut s'adapter aux spécificités des usages envisagés. Un véhicule électrique utilisé par exemple pour effectuer des missions régulières connues peut avoir une batterie de taille réduite, parfaitement adaptée au besoin. Le VE peut ainsi bénéficier d'une réduction de masse et de coût au détriment de son autonomie. On trouve ainsi sur le marché aujourd'hui des petits véhicules utilitaires électriques passe-partout, adaptés au transport de marchandises en ville.



Figure 6 : Renault Twizy Cargo

**Cette capacité d'adaptabilité du véhicule électrique permet de trouver le juste équilibre entre optimisation pour des usages spécifiques et polyvalence.**

Les véhicules électriques de luxe, accessibles uniquement à un marché de niche, dotés pour certains modèles de 600 kg de batterie permettant une autonomie de plus de 500 km, témoignent d'un comportement d'attachement à la polyvalence des véhicules conventionnels malgré la récente émergence de véhicules optimisés pour des missions spécifiques.



Figure 7 : Tesla Model S

<sup>13</sup> Un véhicule électrique avec prolongateur d'autonomie intègre un dispositif permettant de recharger la batterie à partir d'une autre source d'énergie.

## Développer une offre de services

**L'utilisation intensive et l'adaptation des véhicules électriques à nos besoins peuvent être facilitées grâce à l'émergence de services de mobilité.**

Il existe une convergence entre le VE et les services de mobilité. D'une part, le VE est particulièrement adapté à ce type d'offre et peut même être un facteur d'accélération de l'adoption de services de mobilité (l'envie de conduire un véhicule électrique peut inciter un particulier à utiliser un service d'autopartage par exemple). D'autre part, les services de mobilité peuvent à la fois constituer un marché significatif pour le VE (et assurer un taux d'usage élevé) mais également accroître l'acceptabilité et l'appropriation de cette nouvelle technologie. La technologie électrique peut ainsi accélérer la transition vers de nouveaux modes de déplacement optimisant l'utilisation du véhicule et n'imposant plus sa possession. Cela peut conduire à bousculer les références d'usage des véhicules.



Figure 8: Expérimentation de la navette électrique autonome EZ10 d'EasyMile à Sophia Antipolis

Dans le cadre de notre culture automobile de possession d'un véhicule multi-usages, il est difficile aujourd'hui d'envisager des modes de transition simples en fonction de nos besoins instantanés.

**Cette perspective ouvre pourtant le champ à de multiples possibilités de développement d'innovations dans le domaine notamment des échanges d'informations entre le véhicule et l'infrastructure, voire entre l'individu et son environnement.**

Les technologies de l'information et de la communication (TIC) permettent ces échanges et sont un facteur facilitant pour l'adoption des véhicules électriques. En effet, elles rendent possible le développement de services permettant :

- une utilisation intensive des VE (mutualisation des voitures via l'autopartage notamment)

- leur substitution aux véhicules thermiques. Par exemple, en fournissant des données prédictives fiables, les technologies de l'information (TIC) peuvent renseigner le conducteur sur le niveau de charge de la batterie du véhicule et ainsi le rassurer sur l'autonomie dont il dispose.

De nouveaux usages de la voiture se développent (autopartage, covoiturage...), fondés sur l'utilisation plutôt que sur la propriété du véhicule. Portés par les technologies du numérique, ces nouveaux services sont susceptibles de transformer profondément les pratiques de mobilité, tout en modifiant les rapports entre les acteurs – nouveaux et traditionnels – qui contribuent à les mettre en œuvre.

Une étude récente, menée par le CGDD (Commissariat Général au Développement Durable), la DGE (Direction Générale des Entreprises) et le PIPAME (Pôle interministériel de prospective et d'anticipation des mutations économiques)<sup>14</sup>, explore les potentialités économiques, sociales et environnementales de ces nouveaux usages de la voiture en appréhendant les besoins de déplacements à l'échelle des territoires. Dans l'ensemble, l'analyse prospective confirme l'intérêt économique et environnemental d'une diffusion à grande échelle des services d'autopartage et de covoiturage.



Figure 9 : Cité lib by Hamo, Concept d'autopartage multimodal utilisant des véhicules électriques ultra-compacts connectés au réseau de transports publics

## Utiliser le véhicule électrique comme un maillon d'une gestion énergétique plus intelligente

Les VE associés aux TIC peuvent également participer à l'amélioration de l'efficacité énergétique au niveau national en soutenant des modes de recharge coordonnés avec les capacités du réseau d'électricité. Ainsi, **en imaginant un échange de données et d'informations facilité, les VE peuvent être vus non seulement comme des vecteurs de la mobilité mais également comme des contributeurs à la mise en**

<sup>14</sup> [Usages novateurs de la voiture et nouvelles mobilités](#), janvier 2016

**place de réseaux électriques intelligents.** Pour cela, il est notamment indispensable de recourir au maximum à une gestion intelligente de la charge des VE de manière à limiter leur impact sur le réseau et les besoins en renforcement des lignes et postes de transformation. De plus, il est primordial d'utiliser la recharge dite « rapide » uniquement quand cela se justifie dans un usage donné, et de conserver la charge dite « normale » pour la plupart des usages, quand ceux-ci le permettent.



Figure 10 : Développement d'outils d'intégration optimale de l'électromobilité dans le réseau électrique<sup>15</sup>

En effet, les batteries des véhicules électriques offrent des possibilités de régulation du réseau électrique ou de lissage de la pointe si elles sont utilisées comme stockage d'énergie<sup>16</sup>. Ce « service » rendu au réseau pourrait d'ailleurs faire l'objet d'une valorisation économique. **Les véhicules électriques sont ainsi une source de flexibilité de la demande électrique.**

Par ailleurs, en fin de vie du VE, la batterie peut également être ré-utilisée pour du stockage d'énergie. Des recherches sont menées pour concevoir des batteries réutilisables comme élément de stockage stationnaire de l'électricité du réseau électrique avec des coûts de reconditionnement limités. Ces recherches s'ajoutent aux innovations en cours pour rendre les batteries plus compatibles avec une filière de recyclage économiquement rentable.

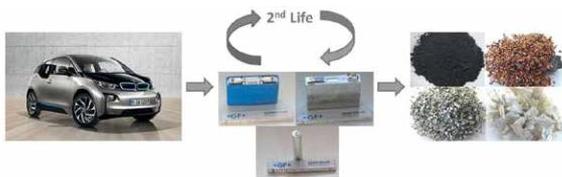


Figure 11 : Etude du recyclage et d'une utilisation en seconde vie des batteries de véhicule électrique<sup>17</sup>

Il peut également exister une convergence entre l'introduction des énergies renouvelables et la mise à disposition de VE comme élément de stockage de l'électricité sur un réseau électrique intelligent. Les énergies renouvelables et les véhicules électriques connaissent des synergies techniques. Ainsi, l'étude prospective de l'ADEME « Un mix électrique 100% renouvelable ? Analyses et optimisations » démontre qu'un mix électrique à fort taux de pénétration de renouvelables nécessite de développer des solutions de flexibilité de la demande et de stockage<sup>18</sup>. Les scénarios étudiés à l'horizon 2050 mettent ainsi en œuvre des solutions de flexibilité de la demande ambitieuses telles que le développement généralisé des compteurs communicants et des services associés permettant de dégager un maximum de flexibilité à la hausse (stimulation de consommation) et à la baisse (effacement) grâce à différents usages pilotés, dont les véhicules électriques. Par ailleurs, une voiture est inutilisée 95 % de son temps de vie et l'utilisation moyenne d'un véhicule électrique nécessite moins de 80 % de la capacité de la batterie pour les trajets quotidiens<sup>19</sup>. Il est donc possible pendant les périodes où le véhicule est branché au réseau électrique d'utiliser l'électricité stockée pour l'injecter sur le réseau. L'utilisation des batteries des véhicules électriques comme une capacité de stockage mobile et la gestion pilotée de la recharge peuvent ainsi être un élément facilitant pour l'introduction d'une part plus importante d'énergies renouvelables dans le réseau<sup>20</sup>.

<sup>15</sup> Expérimentation menée dans le cadre dans le cadre du projet ERANET+ Electromobility DAME

<sup>16</sup> P. CODANI, M. PETIT et Y. PEREZ, Participation of an electric vehicle fleet to primary frequency control in France, International Journal of Electric and hybrid Vehicles, 2015.

<sup>17</sup> Expérimentation menée dans le cadre du projet ERANET+ Electromobility ABattReLife soutenu par l'ADEME

<sup>18</sup> [Mix électrique 100% renouvelable ? Analyses et optimisations](#), oct 2015

<sup>19</sup> <http://www.smartgrids-cre.fr/index.php?p=stockage-vehicule-electrique>

<sup>20</sup> K. KNEZOVIC, M. MARINELLI, P. CODANI et Y. PEREZ, Distribution grid services and flexibility provision by electric vehicles: A review of options, IEEE - Power Engineering Conference (UPEC), 2015.

## Perspectives

### Développement de nouveaux modèles économiques

La coordination entre le VE et le réseau doit non seulement servir les utilisateurs de VE mais également améliorer leur valeur économique pour l'ensemble des acteurs de la filière. Les innovations consistant à utiliser un véhicule électrique pour offrir des services énergétiques peuvent significativement améliorer la viabilité économique et environnementale du VE en amortissant les coûts et les impacts environnementaux de la batterie.

La mise en place d'une telle filière nécessite de considérer la filière électromobile dans son ensemble<sup>21</sup>, c'est-à-dire réfléchir à des modèles économiques allant au-delà de la vente de voitures. **Si des évolutions techniques restent encore nécessaires, les enjeux résident surtout dans la mise en place de ces nouveaux modèles économiques. Pour être efficace, ils devront rétribuer tous les acteurs de la chaîne de valeur, jusqu'à l'utilisateur final.**

Actuellement, le véhicule électrique émerge de différents marchés de niche et entame sa transition vers un marché de masse. Cette étape est une phase critique de son déploiement.

La filière de l'électromobilité ne se résume donc pas au marché des véhicules électriques. Son potentiel économique doit être abordé dans son ensemble. L'électromobilité se conçoit comme un écosystème à part entière, qui associe constructeurs automobiles, opérateurs de recharge, fournisseurs de services, systèmes électriques, utilisateurs... Il s'agit d'une véritable filière, qui doit trouver sa pertinence économique, tout en garantissant les conditions de sa viabilité environnementale.

Face à ce défi et au potentiel associé, on assiste à un repositionnement d'acteurs industriels existants et à l'apparition de nouveaux entrants qui proposent des offres de services parfois innovantes.

Ces acteurs adoptent des stratégies différentes. Les acteurs existants comme les constructeurs automobiles, bénéficient d'une proximité historique avec le client, et peuvent valoriser leur atout principal en privilégiant des stratégies basées sur leur propre compréhension des clients, avec le risque de rester dans des schémas proches de leur cœur de métier historique. Pour trouver des modèles économiques viables, des alliances avec d'autres acteurs, voire des intégrations verticales apparaissent aujourd'hui au sein

de la filière électromobilité. Cet environnement est propice à l'émergence de solutions innovantes sur des briques élémentaires de l'écosystème, comme des bornes de recharge connectées avec une gestion intelligente de l'énergie.

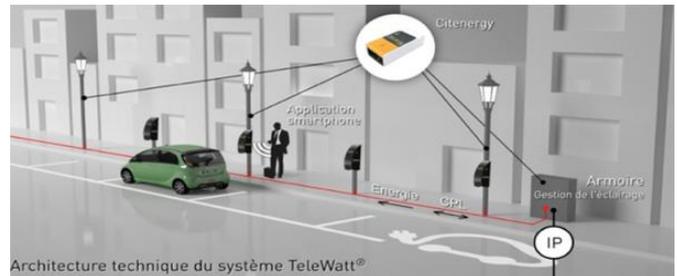


Figure 12: TELEWATT Solution de recharge des véhicules électriques à partir du réseau d'éclairage public

Si une bonne connaissance des attentes du marché peut induire un succès commercial, les utilisateurs d'un produit en rupture tel que le VE ne peuvent pas facilement imaginer et exprimer les services ou usages nouveaux que ce type de véhicule pourrait leur offrir. Ainsi, des acteurs comme TESLA ou BOLLORE choisissent leurs orientations en comprenant et anticipant les besoins exprimés et latents du marché, à travers une orientation de toute l'entreprise vers la compréhension sur le long terme du marché<sup>22</sup>. N'étant pas déjà implantés sur le marché de l'automobile, ces industriels peuvent plus facilement s'impliquer sur chaque maillon de la chaîne de valeur.

### Mettre en place des cercles vertueux

Actuellement, chaque acteur œuvre pour capter un maximum de la valeur potentielle créée par le véhicule électrique. Or toutes les situations gagnantes-gagnantes n'ont pas encore été explorées.

Certains analystes pensent en effet que les potentiels du véhicule électrique s'amplifient au sein de cercles vertueux.

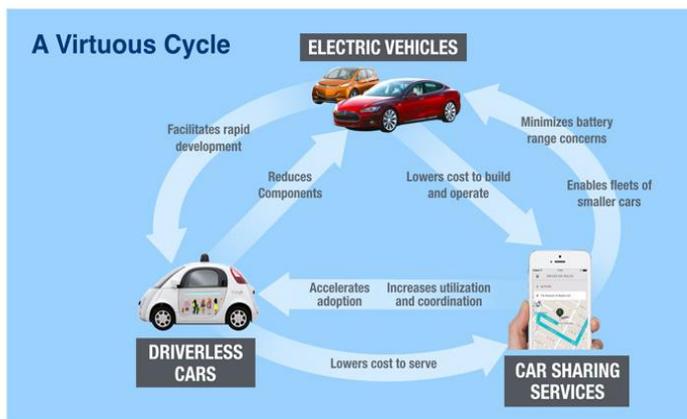
On peut citer :

- L'allégement du véhicule qui entraîne une réduction de la consommation énergétique, donc une baisse du besoin d'énergie embarquée. La taille de la batterie peut ainsi être réduite, rendant le véhicule à la fois plus abordable et encore plus léger ;

<sup>21</sup> C. WEILLER et R. SIOSHANSIR, Revue d'économie industrielle 148 (4e trimestre 2014) - Transition énergétique, industries et marchés - Y. PEREZ, C. STAROPOLI.

<sup>22</sup> N. KROICHVILI, F. PICARD et K. CABARET, «ABattReLife Final Report on EV battery business models», projet soutenu par l'ADEME, 2015.

- Le cycle vertueux constitué par les énergies renouvelables, les véhicules électriques, les réseaux électriques intelligents et le stockage stationnaire de l'électricité ;
- Ou encore celui d'une mobilité du futur associant véhicules électriques, services de mobilité et véhicules autonomes. En effet, les facilités de contrôle d'une chaîne de traction électrique permettent d'accélérer le développement des véhicules autonomes.



Chunka Mui

Figure 13: Représentation d'un des cycles vertueux du véhicule électrique<sup>23</sup>

Certains acteurs privés accélèrent l'émergence de ces cycles, non seulement en développant des solutions techniques, mais également en mettant gratuitement à disposition les données clé au travers d'une plateforme d'échanges. Ils ont compris qu'il ne s'agit pas de chercher à vendre des produits mais à rendre la plateforme indispensable à de plus en plus de personnes, de villes, d'acteurs<sup>24</sup> ...

Les risques d'une monopolisation de ces plateformes par des entreprises privées ont été identifiés dans le rapport de prospective du CGDD, de la DGE et du PIPAL « Usages Novateurs de Mobilité ». Les territoires les plus denses pourraient être favorisés, créant ainsi une fracture entre les zones urbaines et rurales.

**L'ADEME est donc favorable au développement d'une plateforme publique européenne d'échanges d'informations permettant un accès universel aux données de l'écosystème électromobile sur l'ensemble des territoires.**

<sup>23</sup> F. V. PECHMANN, L'ingénierie du déploiement d'une plateforme disruptive : le cas du véhicule électrique, 2014.

<sup>24</sup> Chunka Mu (Forbes), «The virtuous cycle between driverless cars, electric vehicles and car-sharing services».

### Actions de l'ADEME

Dans ses exercices de prospective, l'ADEME développe des visions souhaitables d'un point de vue énergétique, environnemental et économique, à moyen et long terme. Afin d'aider les acteurs à agir en ce sens, elle acquiert les connaissances permettant d'éclairer les choix technologiques en fonction des usages constatés et anticipés. Les outils utilisés comprennent les études, les évaluations technologiques, les expérimentations et les projets à caractère industriel qu'elle soutient.

L'électro-mobilité se positionne à la frontière des thématiques « technologies des transports », « mobilité », « réseaux électriques intelligents » et « production d'électricité de sources renouvelables ». Le déploiement des infrastructures de recharge sur les territoires implique d'établir des liens avec les schémas régionaux de mobilité, les travaux d'organisation urbaine mais également la gestion de l'énergie sur le réseau. Les VE et leurs bornes de recharge peuvent par exemple être un maillon dans l'introduction des énergies renouvelables, le stockage stationnaire de l'énergie ou permettre des expérimentations avec des bâtiments à énergie positive, voire à l'échelle de quartiers.

L'implication de l'ADEME sur l'ensemble du territoire national et la diversité de ses expertises thématiques, lui permettent de réaliser des travaux transversaux sous la forme d'études thématiques ou d'expérimentations concrètes menées à l'échelle locale.

L'ADEME mène également des études de fond visant à identifier les leviers incitatifs en incluant l'utilisateur final et à favoriser l'émergence de modèles économiques basés sur une rétribution de l'ensemble des acteurs de la chaîne de valeur. Des analyses sont réalisées sur l'acceptabilité de la technologie électrique mais également sur les facteurs les plus influents sur le comportement de l'utilisateur. L'objectif est d'encourager le changement et d'inciter à un usage spécifique optimisé des véhicules.

Dans le cadre du Fonds Démonstrateur de Recherche et du programme d'Investissements d'Avenir, l'ADEME a pu compléter ces études par des projets de démonstrations technologiques, d'expérimentations à grande échelle (expérimentation des infrastructures de recharge), d'incitation au développement de la filière (dispositif d'aide au déploiement d'infrastructures de recharge) et d'industrialisation des technologies les plus abouties (chaîne de traction électrique) jusqu'à l'anticipation et l'adaptation des réseaux électriques de distribution au déploiement des véhicules électriques et hybrides rechargeables (Systèmes électriques intelligents). Ainsi, l'articulation entre les différentes études, les évaluations des technologies les plus

prometteuses et leur accompagnement jusqu'à la mise sur le marché forment des leviers d'actions complémentaires contribuant à la mise en place des meilleures stratégies de déploiement du VE.

### POUR EN SAVOIR PLUS

#### **Publications**

- [Elaboration selon les principes des ACV des bilans énergétiques, des émissions de gaz à effet de serre et des autres impacts environnementaux induits par l'ensemble des filières de véhicules électriques et de véhicules thermiques](#), Gingko21 et PE international pour l'ADEME, 2013

#### **Sites Internet**

- [Site de l'ADEME : vision prospective mobilité et les transports](#)
- [Blog du Transport du futur](#)

## Avis de l'ADEME

Les atouts du véhicule électrique résident dans sa capacité de diversification énergétique du secteur des transports, de réduction des émissions de gaz à effet de serre, d'amélioration de la qualité de l'air en ville – grâce à des émissions nulles à l'échappement – et de réduction des nuisances sonores.

Des modèles économiques restent à trouver pour atteindre les développements souhaitables, à savoir une utilisation intensive et un taux de substitution des véhicules thermiques important. Ils émergeront d'innovations systémiques qui prennent en compte l'ensemble des acteurs de la filière.

Le potentiel de la filière en tant qu'écosystème complet est considérable. Mais les défis sont complexes à relever, notamment parce qu'ils concernent des industries variées avec des marchés et des environnements réglementaires différents.

Une mobilité électrique engageante requiert l'interopérabilité des VE avec les infrastructures de communication et les réseaux électriques intelligents locaux.

Selon l'ADEME, les interventions publiques visant à faire émerger la filière et développer durablement un écosystème engageant de l'électromobilité doivent :

- cibler la mise en place de modèles économiques encourageant les synergies entre acteurs de la mobilité et du système électrique ;
- faciliter le partage des données permettant l'exploitation de services de mobilité et de recharge intelligente ;
- accroître les capacités d'adaptation organisationnelle et stratégique des entreprises de l'industrie automobile actuelle ;
- coordonner une action publique en faveur des véhicules électriques et des services réseaux associés visant à pallier les défaillances de marché ;
- permettre la mise en place de politiques tarifaires incitatives, donnant notamment une place à la notion de puissance soutirée pour la recharge en fonction des contraintes réseaux, et faciliter les mécanismes de marchés de l'électricité permettant d'utiliser les VE pour la mise en œuvre de nouveaux services réseaux valorisables économiquement et réduisant ainsi le coût total du VE<sup>25</sup>.

Par ailleurs, un système de gestion global de la recharge s'appuyant sur les technologies de l'information et de la communication est nécessaire pour fournir des services d'optimisation énergétique.

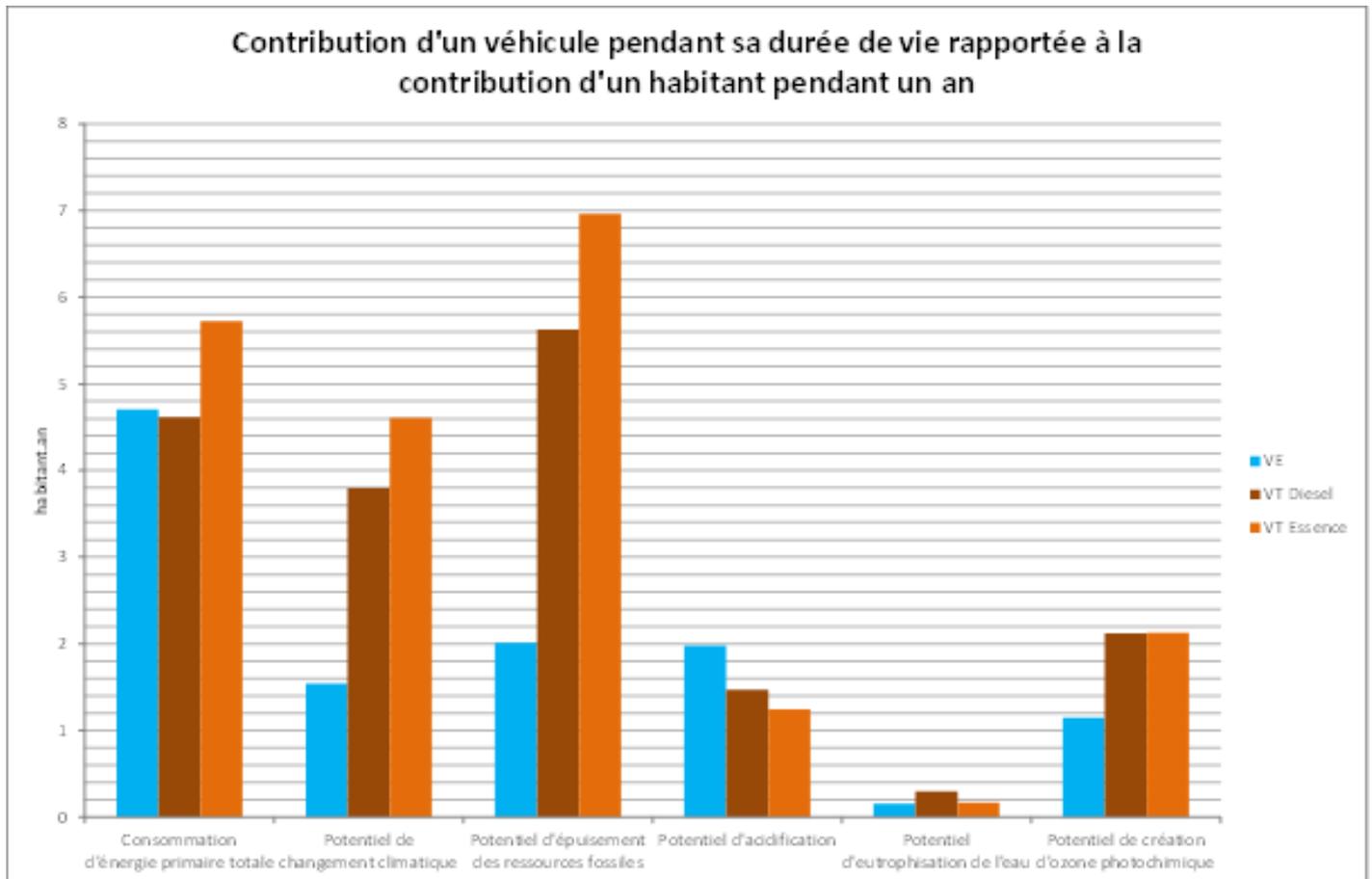
L'ADEME recommande le développement de plateformes communes d'informations offrant un accès universel aux données de l'écosystème électromobile. Elles doivent permettre des interactions sur les mécanismes de marchés, l'accélération du développement de services innovants, la gestion de l'itinérance<sup>26</sup> de la recharge tout en assurant une transparence des informations sur la consommation énergétique, la fourniture d'électricité et les coûts.

Enfin, l'ADEME est favorable à l'itinérance de la fourniture d'électricité permettant aux conducteurs de VE de choisir simplement un fournisseur d'électricité. Ce choix peut permettre notamment aux consommateurs d'opter pour une fourniture en électricité 100% renouvelable.

<sup>25</sup> Y. PEREZ, M. PETIT et W. KEMPTON, Public Policy Strategies for Electric Vehicles and for Vehicle to Grid Power.

<sup>26</sup> L'itinérance ou *roaming* désigne la faculté des abonnés d'un opérateur de recharge à utiliser les services de différents opérateurs au fur et à mesure de leurs déplacements.

Annexe :



*Synthèse des indicateurs d'impacts potentiels normalisés suivant la contribution d'un habitant pendant un an*

Ce graphique issu de l'analyse du cycle de vie des véhicules électriques montre les différents indicateurs d'impacts potentiels des véhicules électriques, thermiques diesel et thermiques essence, en les comparant à ces mêmes impacts pour un habitant pendant une année.

Pour chaque indicateur, la contribution des véhicules est divisée par la contribution de tous les secteurs d'activité au niveau mondial, par habitant et par an. Cette approche permet de déterminer à quels impacts les véhicules contribuent le plus, relativement aux autres secteurs d'activités. La plus grande contribution ne correspond pas nécessairement à l'impact le plus préjudiciable. Compte-tenu de l'incertitude des données statistiques utilisées pour le calcul, seuls les ordres de grandeur sont significatifs.

A titre explicatif, la figure montre par exemple que la consommation énergétique d'un véhicule électrique sur toute sa durée de vie représente 5 fois la consommation mondiale d'énergie primaire totale par habitant par année.